**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория квантовых жидкостей

Theory of Quantum Liquids

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 003634

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Формирование у магистрантов, обучающихся по учебному плану кафедры статистической физики, представлений о теоретических подходах, использумых при описании свойств многочастичных систем с сильным взаимодействием, примером которых являются квантовые жидкости.

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

Обучающиеся должны знать основные положения квантовой механики, статистической физики.

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

Прослушав курс, студенты должны знать основные положения теории ферми- и бозе-жидкостей, основные соотношения, касающиеся равновесных и кинетических свойств рассматриваемых систем, уметь выполнять соответствующие расчеты

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

аудиторные лекции (где предполагается, что студенты задают вопросы во время лекции), 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 9 | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 37 |  | 37 |  | 4 | 3 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 37 |  | 37 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 9 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Квантовые системы многих частиц, основные параметры. Понятие о квантовой  жидкости. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 2 | Основные положения теории нейтральной ферми-жидкости. Энергия квазичастицы,  взаимодействие квазичастиц, равновесная функция распределения квазичастиц. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 3 | Равновесные свойства нейтральной ферми-жидкости. Условия устойчивости  основного состояния. Эффективная масса квазичастиц, сжимаемость ферми-жидкости. | лекции | 4 |
|  |  |
|  |  |
| 4 | Ферми-жидкость в магнитном поле. Эффективный магнитный момент квазичастицы.  Магнитная восприимчивость ферми-жидкости и условие устойчивости парамагнитного  состояния. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 5 | Неравновесные явления в нейтральной ферми-жидкости. Кинетическое уравнение для  матрицы плотности квазичастиц, уравнения квазиклассического приближения для  функции распределения квазичастиц и распределения спиновой плотности. | лекции | 4 |
|  |  |
|  |  |
| 6 | Колебания нейтральной ферми-жидкости в отсутствие магнитного поля. Нулевой звук,  условия существования. Столкновения квазичастиц, частотная и температурная  зависимость затухания звуковых волн. | лекции | 4 |
|  |  |
|  |  |
| 7 | Спиновые возбуждения в нейтральной ферми-жидкости. Спектр спиновых волн в  бесстолкновительном приближении. Рассеяние квазичастиц, столкновительное затухание  спиновых волн. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 8 | Основные положения теории вырожденной электронной жидкости. Особенности  описания системы заряженных частиц, основные соотношения. Кинетическое уравнение для квазичастиц, сравнение с теорией ферми-газа. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 9 | Спиновые волны в парамагнитных металлах. Спектр, зависимость частоты спин-  волновых колебаний от направления их распространения. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 10 | Основные положения теории квантовой бозе-жидкости. Возбуждения в сверхтекучей  жидкости. Термодинамические характеристики. Сверхтекучее и нормальное движения,  двухскоростная модель. Волновая функция конденсата. | лекции | 2 |
|  |  |
|  |  |
| 11 | Гидродинамика сверхтекучей бозе-жидкости. Уравнения движения в отсутствие  диссипации энергии. Диссипативные процессы в сверхтекучей жидкости.  Распространение звука в бозе-жидкости. | лекции | 4 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Рекомендованная литература

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Рекомендованная литература

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

Промежуточной аттестацией является устный экзамен. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Знания курса оцениваются по пятибалльной шкале:

5 баллов - Ответ полный, без замечаний, дана интерпретация полученных результатов, проиллюстрировано практическими примерами, есть элементы творческого отношения к предмету.

4 балла - В ответе есть незначительные упущения, вывод основных соотношений дан недостаточно подробно, дана интерпретация полученных результатов, проиллюстрировано практическими примерами.

3 балла - В ответе есть упущения, не все основные соотношения написаны или в их выводе допущены ошибки, не полная интерпретация полученных результатов, проявлена несистематичность в знаниях.

2 балла - Продемонстрировано знание некоторых основных положений теории при существенных упущениях в деталях, слабое представление о практическом применении теории.

1 балл - Нет ответа на поставленный вопрос (основные соотношения отсутствуют или написаны неверно).

Экзамены проводятся в соответствии с расписанием экзаменационных сессий.

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)**

|  |
| --- |
| Окончательный контроль знаний по дисциплине осуществляется на экзамене, проводимом в устной форме.  Примерный перечень вопросов к экзамену по курсу: |
| 1. Понятие о квантовой жидкости, основные параметры.  2. Основные положения теории нейтральной ферми-жидкости.  3.Энергия квазичастицы, взаимодействие квазичастиц.  4.Равновесная функция распределения квазичастиц.  5. Условия устойчивости основного состояния ферми-жидкости.  6. Плотность состояний и эффективная масса квазичастиц.  7. Сжимаемость ферми-жидкости.  8. Ферми-жидкость в магнитном поле, эффективный магнитный момент квазичастицы.  9. Магнитная восприимчивость ферми-жидкости и условие устойчивости парамагнитного состояния.  10. Кинетическое уравнение для матрицы плотности квазичастиц.  11. Линеаризация уравнений для функции распределения квазичастиц и распределения спиновой плотности.  12. Нулевой звук, влияние столкновений квазичастиц.  13. Спиновые возбуждения в нейтральной ферми-жидкости, влияние столкновений.  14. Электронная жидкость в металлах, специфика заряженной ферми-жидкости.  15. Спиновые волны в парамагнитных металлах, зависимость частоты спин-  волновых колебаний от направления их распространения.  16. Основные положения теории квантовой бозе-жидкости. .  17.Возбуждения в сверхтекучей жидкости, термодинамические характеристики.  18. Сверхтекучее и нормальное движения, двухскоростная модель.  19. Волновая функция конденсата.  20. Гидродинамика сверхтекучей бозе-жидкости, уравнения движения в отсутствие диссипации энергии.  21. Диссипативные процессы в сверхтекучей жидкости.  22. Распространение и затухание звука в бозе-жидкости. |

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

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?
2. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

СПАСИБО!

**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 необходимое число мест для обучающихся

**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.Ландау Л.Д. Собрание трудов. т.1,2. М., 1969. 2. Силин В.П. Электромагнитные волны в металлах и теория электронной жидкости. -Физика металлов и металловедение, т.29, с.681-734, 1970.

3. Каданов Л., Бейм Г. Квантовая статистическая механика. М., 1964. 4. Кондратьев А.С., Кучма А.Е. Лекции по теории квантовых жидкостей. Л., 1989. 5. Халатников И.М. Теория сверхтекучести. М., 1971.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Пайнс Д., Нозьер Ф. Теория квантовых жидкостей. М., 1967. 2.Паттерман С. Гидродинамика сверхтекучей жидкости. М., 1978.3.4.3

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

**Раздел 4. Разработчики программы**

Кучма Анатолий Евдокимович д.ф.-м.н., проф. профессор +7-812-428-45-15 a.kuchma@spbu.ru