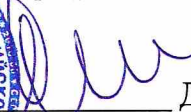


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,
т.ч. профессор




Д. Е. Быков

10 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

1.3.8. Физика конденсированного состояния

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по данной научной специальности.

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются по пятибалльной шкале.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 3 балла.

Шкала оценивания:

«Отлично» — выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«Хорошо» — выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«Удовлетворительно» — выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«Неудовлетворительно» — выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. Структурные единицы вещества

1.1. Понятие частиц в квантовой механике. Структурные единицы вещества. Роль ядер, электронных оболочек, сил взаимодействия структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред.

1.2. Статистика структурных единиц, распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна, принцип Паули.

1.3. Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода.

РАЗДЕЛ 2. Симметрия и структура кристаллов

2.1. Периодические атомные ряды. Трансляции и кристаллические решетки. Базис и кристаллические структуры. Свойства симметрии кристаллических решеток. Решетки Браве. Элементарная ячейка. Двумерные и трехмерные кристаллические решетки Браве.

2.2. Ячейка Вигнера – Зейтца. Обратная решетка. Простейшие структуры металлов, полупроводников и диэлектриков.

2.3. Теория и методы структурного анализа. Индексы Миллера. Условия дифракции Лауэ. Формула Брэгга-Вульфа.

РАЗДЕЛ 3. Типы связей в кристаллах

3.1. Силы ван дер Ваальса. Молекулярные кристаллы. Энергия связи. Ионное взаимодействие. Константа Маделунга.

3.2. Ковалентные кристаллы. Металлическая связь.

3.3. Водородная связь в кристаллах и жидкостях.

РАЗДЕЛ 4. Фононы

4.1. Характер колебаний атомов в решетке. Нулевые колебания. Фононы.

4.2. Колебания одномерной цепочки. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов при учете взаимодействия атома с двумя ближайшими соседями. Колебания одномерной цепочки из атомов 2-х сортов. Оптические фононы.

4.3. Групповая и фазовая скорости фононов.

4.4. Статистика фононов. Вероятность возбуждения фонона, среднее число фононов, средняя энергия возбуждения.

4.5. Спектральная плотность фононов в трехмерном, двумерном и одномерном случаях. Температура Дебая.

4.6. Модели Дебая и Эйнштейна. Теплоемкость решетки в модели Дебая в трехмерном, двумерном и одномерном случаях.

РАЗДЕЛ 5. Электроны

5.1. Невзаимодействующие электроны в потенциальном ящике. Энергия и импульс Ферми. Модель ферми-жидкости.

5.2. Электрон в поле периодического потенциала кристаллической решетки. Эффективный потенциал. Волновая функция электрона.

5.3. Одноэлектронное приближение, адиабатическое приближение. Теорема Блоха. Квазиимпульс электрона.

5.4. Закон дисперсии электрона в решетке. Энергетические зоны.

5.5. Зоны Бриллюэна. Заполнение зон электронами. Поверхности Ферми. Классификация поверхностей Ферми.

5.6. Эффективная масса электронов. Различные способы введения понятия эффективной массы электронов в твердом теле.

5.7. Феноменологическое описание электропроводности. Модель Друде. Электропроводность в модели фермиевских электронов. Формула Лифшица.

5.8. Плотность электронных состояний в трехмерном, двумерном и одномерном случае.

5.9. Электронная теплоемкость.

5.10. Теплопроводность твердого тела и ее зависимость от температуры

РАЗДЕЛ 6. Электроны в магнитном поле

6.1. Квантование энергетического спектра свободных электронов в магнитном поле. Уровни Ландау. Проводник в магнитном поле.

6.2. Распределение квантованных магнитным полем электронов в пространстве импульсов.

6.3. Спектральная плотность квантованных магнитным полем электронов.

6.4. Эффект Шубникова- де Гааза. Условия наблюдения. Связь частоты с энергией Ферми и сечением поверхности Ферми.

РАЗДЕЛ 7. Магнитные свойства конденсированных сред

7.1. Парамагнетизм немагнитных веществ. Закон Кюри.

7.2. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.

7.3. Обменное взаимодействие. Магнитный фазовый переход. Спонтанная намагниченность.

РАЗДЕЛ 8. Сверхпроводимость

8.1. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейсснера. Глубина проникновения магнитного поля. Длина когерентности. Квантование магнитного потока.

8.2. Сверхпроводник в магнитном поле. Сверхпроводники первого и второго рода. Критические магнитные поля.

РАЗДЕЛ 9. Квантовые жидкости

9.1. Жидкий гелий. Фононы и Ротоны в жидком гелии. Закон дисперсии элементарных возбуждений в жидком гелии.

9.2. Сверхтекучесть. Критерий сверхтекучести Ландау.

Список рекомендуемой литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебник для вузов: в 3 томах / И.В. Савельев. – 14-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 320 с.: ил. – Текст: непосредственный.

2. Физика твердого тела: учеб. пособие / А.Ф. Шиманский, М.М. Симунин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. – 128 с.

3. Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – 4-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 296 с. – (Учебник для высшей школы). – Систем. требования: AdobeReaderXI; экран 10". – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

4. Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М. Физматлит, 2016.

5. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М. Физматлит: 2006.

6. В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников, М.: Наука, 2000.

7. А.А. Абрикосов Основы теории металлов. М.: Физматлит, 2005.

8. Дж. Блейкмор. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.

9. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.