



Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт Теоретической и Экспериментальной Физики» имени А.И.Алиханова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»



В.Ю. Егорычев
2017 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих на обучение по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальной дисциплине

Направление подготовки: **03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность (профиль) подготовки:

«Физика конденсированного состояния»

01.04.07

Согласовано:

Заместитель директора по научной работе

по международным проектам

А.В. Акиншинов

Согласовано:

Заведующий аспирантурой

Б.В. Мартемьянов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого Совета

Протокол № 2 от 16.03, 2017 г.

Ученый Секретарь

В.В. Васильев

Москва, 2017 г.

Форма проведения вступительных испытаний: собеседование по вопросам.

Для подготовки ответа поступающий использует экзаменационные листы.

Направленность (профиль) - 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

I. Структурные единицы вещества

1. Понятие частиц в квантовой механике. Структурные единицы вещества. Роль ядер, электронных оболочек, сил взаимодействия структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред.
2. Статистика структурных единиц, распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна, принцип Паули.
3. Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода.

II. Орбитали

1. Геометрия волновых функций s , p , d , состояний. Атомные орбитали.
2. Схема энергетических уровней в атоме, заполнение их электронами. 1-ое и 2-ое правила Хунда.
3. Гибридные орбитали. Условия гибридизации. Построение гибридных орбиталей. Основные типы гибридных орбиталей, sp , sp^2 связи.
4. Многоцентровые и двухцентровые гибридные орбитали.

III. Симметрия и структура кристаллов

1. Периодические атомные ряды. Трансляции и кристаллические решетки. Базис \square кристаллические структуры. Свойства симметрии кристаллических решеток. Решетки Браве. Элементарная ячейка. Двумерные и трехмерные кристаллические решетки Браве.
2. Ячейка Вигнера - Зейтца. Обратная решетка. Простейшие структуры металлов, полупроводников и диэлектриков.
3. Теория и методы структурного анализа. Индексы Миллера. Условие дифракции Лауэ. Формула Брэгга-Вульфа.

IV. Типы связей в кристаллах

1. Силы ван дер Ваальса. Молекулярные кристаллы. Энергия связи. Ионное взаимодействие. Константа Маделунга.
2. Ковалентные кристаллы. Металлическая связь.
3. Водородная связь в кристаллах и жидкостях.

V. Фононы

1. Характер колебаний атомов в решетке. Нулевые колебания. Фононы.
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.
3. Групповая и фазовая скорости фононов.
4. Статистика фононов. Вероятность возбуждения фонона, среднее число фононов, средняя энергия возбуждения.
5. Спектральная плотность фононов в трехмерном, двумерном и одномерном случаях. Температура Дебая.
6. Модели Дебая и Эйнштейна. Теплоемкость решетки в модели Дебая в трехмерном, двумерном и одномерном случаях.

VI. Электроны

1. Невзаимодействующие электроны в потенциальном ящике. Энергия и импульс Ферми. Модель ферми-жидкости.
2. Электрон в поле периодического потенциала кристаллической решетки. Эффективный потенциал. Волновая функция электрона.
3. Одноэлектронное приближение, адиабатическое приближение. Теорема Блоха. Квазиимпульс электрона.
4. Закон дисперсии электрона в решетке. Энергетические зоны.
5. Зоны Бриллюэна. Заполнение зон электронами. Поверхности Ферми. Классификация поверхностей Ферми.
6. Эффективная масса электронов. Различные способы введения понятия эффективной массы электронов в твердом теле. 15
7. Феноменологическое описание электропроводности. Модель Друде. Электропроводность в модели фермиевских электронов. Формула Лифшица.
8. Плотность электронных состояний в трехмерном, двумерном и одномерном случае.
9. Электронная теплоемкость.
10. Теплопроводность твердого тела и ее зависимость от температуры

VII Электроны в магнитном поле

1. Квантование энергетического спектра свободных электронов в магнитном поле. Уровни Ландау. Проводник в магнитном поле.
2. Распределение квантованных магнитным полем электронов в пространстве импульсов.
3. Спектральная плотность квантованных магнитным полем электронов.
4. Эффект Шубникова-де Гааза. Условия наблюдения. Связь частоты с энергией Ферми и сечением поверхности Ферми.

VIII Магнитные свойства конденсированных сред

1. Парамагнетизм немагнитных веществ. Закон Кюри.
2. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.
3. Обменное взаимодействие. Магнитный фазовый переход. Спонтанная намагниченность.

IX. Сверхпроводимость

1. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейсснера. Глубина проникновения магнитного поля. Длина когерентности. Квантование магнитного потока.
2. Сверхпроводник в магнитном поле. Сверхпроводники первого и второго рода. Критические магнитные поля.

X. Квантовые жидкости

1. Жидкий гелий. Фононы и Ротоны в жидком гелии. Закон дисперсии элементарных возбуждений в жидком гелии.
2. Сверхтекучесть. Критерий сверхтекучести Ландау.

Литература

1. Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М. Физматлит, 2016.
2. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М. Физматлит: 2006

Дополнительная литература

1. В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников, М.: Наука, 2000.
2. А.А. Абрикосов Основы теории металлов. М.: Физматлит, 2005.
3. Дж. Блейкмор. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
4. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.

Пронумеровано,
прошито и
скреплено печатью

3 17 (лист.)

«31» 06 2017 г.

