



Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»



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



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

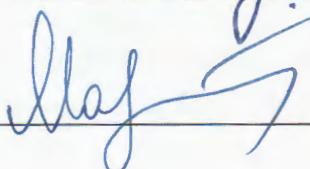
Согласовано:

Заместитель директора по научной работе
по международным проектам


А.В. Акиндинов

Согласовано:

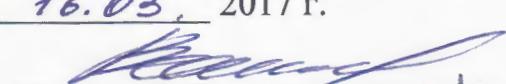
Заведующий аспирантурой


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 2ое правила Хунда.
- 3.Гибридные орбитали. Условия гибридизации. Построение гибридных орбиталей. Основные типы гибридных орбиталей, *O*, π связи.
- 4.Многоцентровые и двухцентровые гибридные орбитали.

III. Симметрия и структура кристаллов

- 1.Периодические атомные ряды. Трансляции и кристаллические решетки. Базис □ 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 Лауз. 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 фона, 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. Квазимпульс 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.
7. Феноменологическое описание электропроводности. Модель Друде. Электропроводность в модели фермиевых 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 (7) (лист.)

« 37 »

2015 г.

