

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по физике
в магистратуру по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика»

1. Теоретическая физика

- 1.1. **Классическая механика.** Уравнения Лагранжа. Интегрирование уравнений движения систем с одной степенью свободы. Движение материальной точки в центральном поле и задача двух тел. Уравнения Гамильтона. Метод Гамильтона-Якоби. Интегральные инварианты механики. Динамика твердого тела.
- 1.2. **Статистическая физика и термодинамика.** Формализм термодинамики. Формализм статистической физики. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Квантовое распределение Гиббса. Тожественные частицы. Равновесное излучение. Неидеальные газы. Равновесие фаз. Многокомпонентные системы. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Теория флуктуаций.
- 1.3. **Электродинамика.** Электростатика. Постоянные токи в проводящих средах. Магнитостатика. Общие способы описания переменных электромагнитных полей. Электродинамика квазистационарных процессов. Электромагнитные волны в однородных средах. Электромагнитные волны в неоднородных средах. Электромагнитные волны в цилиндрических линиях передачи. Электромагнитные колебания в полых резонаторах. Излучение заданных источников в однородной безграничной среде. Дифракция электромагнитных волн. Квазиоптические линии передач и резонаторы.
- 1.4. **Квантовая механика.** Операторы физических величин в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Решение стационарного уравнения Шредингера в одномерных потенциалах. Общие свойства одномерного движения. Функция Грина свободной частицы. Движение в центральном поле. Атом водорода. Квантование Ландау. Уровни Ландау и волновые функции. Теория представлений. Матричная форма квантовых уравнений. Приближенные методы квантовой механики: стационарная теория возмущений, нестационарная теория возмущений, квазиклассическое приближение, вариационный метод Ритца. Квантование электромагнитного поля. Фотоны. Спин. Тожественность частиц. Фермионы и бозоны. Обменное взаимодействие. Теория рассеяния, борновское приближение. Релятивистская квантовая механика.
- 1.5. **Теория колебаний и механика сплошных сред.** Общие закономерности движения сплошной среды. Газовая динамика (динамика идеального газа). Гидродинамика идеальной несжимаемой жидкости. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. Линейные колебательно-волновые системы. Трехволновые взаимодействия. Множественные синхронизмы. Ударные волны. Стационарные волны (кинки и солитоны). Взаимодействие солитонов. Интегрируемость в нелинейных системах. Самофокусировка волн.

2. Физика конденсированного состояния

- 2.1. **Методы исследования структуры, элементного и фазового состава конденсированного состояния.** Дифракционные методы исследования кристаллов (рентгенография, электронография, нейтронография). Условия Вульфа-Брегга-Лауэ. Сфера Эвальда. Геометрические принципы дифракционных методов. Методы Лауэ и Дебая-Шеррера, метод вращения. Особенности и возможности электронной микроскопии при исследовании конденсированного состояния. Некоторые другие методы исследования структуры и фазового состава.
- 2.2. **Межатомное взаимодействие в конденсированном состоянии.** Природа химической связи в конденсированном состоянии. Межатомное взаимодействие в двухатомных молекулах и кристаллах. Потенциалы притяжения и отталкивания. Энергетические параметры атомов, применяемых для описания межатомных взаи-

модействий. Основные типы химической связи в конденсированном состоянии. Ионность по Филипосу. Степень ионности, ковалентности и металличности ковалентных связей по Харисону.

- 2.3. **Дефекты в кристаллах.** Понятие дефекта в кристалле. Классификация дефектов по размерности, природе возникновения. Дефекты по Френкелю и по Шоттки. Дислокации.
- 2.4. **Деформация твердых тел.** Понятия деформации и механического напряжения, их тензорный характер. Упругая деформация: закон Гука, модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, модуль всестороннего сжатия. Упругая деформация монокристаллов. Матрица упругих коэффициентов. Виды пластической деформации. Твердость и микротвердость. Системы скольжения.
- 2.5. **Динамика кристаллической решетки.** Звуковые волны в кубических кристаллах. Анизотропия скорости звука, ее связь с компонентами матрицы упругих коэффициентов, продольные и поперечные волны. Упругие колебания дискретных монокристаллов и двухатомных дискретных цепочек. Законы дисперсии. Условия Борна-Кармана. Понятие зон Бриллюэна, 1-я зона Бриллюэна. Фононы. Теплоемкость кристаллической решетки (модели Эйнштейна и Дебая). Ангармонические эффекты в кристаллической решетке: тепловое расширение, теплопроводность.
- 2.6. **Электрическая поляризация конденсированного состояния.** Основные величины, описывающие поляризацию. Механизмы электрической поляризации диэлектриков. Реальные и мнимые части поляризуемости, их зависимость от частоты переменного электрического поля. Уравнение Клаузиуса-Мосотти. Спектральная зависимость диэлектрической проницаемости. Диэлектрические потери. Поляризация нецентросимметричных диэлектриков. Сегнетоэлектрики. «Поляризационная катастрофа». Применение теории фазовых переходов Гинзбурга-Ландау для описания перехода «параэлектрик-сегнетоэлектрик».
- 2.7. **Неквантовые теории для описания электронов в конденсированном состоянии.** Теория Друде-Лоренца и ее применение для описания некоторых эффектов. Принципы электронной теории Зоммерфельда, сфера Ферми, плотность состояний, уровень Ферми в металлах. Электронная теплоемкость и теплопроводность. Противоречия неквантовых теорий.
- 2.8. **Основы зонной теории твердых тел.** Полный гамильтониан кристалла, адиабатическое, валентное и одноэлектронное приближения. Свойства волновой функции электрона в кристалле, теорема Блоха. Свойства волнового вектора электрона в кристалле, квазиимпульс. Задача Кронига-Пени. Закон дисперсии для электрона в периодическом потенциальном поле. Зоны Бриллюэна. Эффективная масса. Металлы, полуметаллы, полупроводники и диэлектрики. Связь между зонной структурой и степенью ионности, ковалентности и металличности межатомных связей в полупроводниках. Поверхность Ферми в реальных металлах. Особенности электронного спектра в аморфных веществах.
- 2.9. **Электрическая проводимость твердых тел.** Применение результатов зонной теории для описания температурной зависимости проводимости в металлах, собственных и легированных полупроводниках. Принципы полупроводниковой электроники. Особенности проводимости в аморфных полупроводниках. Особенности проводимости в диэлектриках. Сверхпроводимость: основные свойства сверхпроводников. Особенности магнитных и термодинамических свойств сверхпроводников. Основные теории сверхпроводимости. Высокотемпературные сверхпроводники. Электроника на сверхпроводниках.
- 2.10. **Оптические свойства конденсированного состояния.** Основные определения и понятия. Механизмы излучения и поглощения света в конденсированном состоянии. Принципы оптоэлектроники. Солнечные элементы. Твердотельные лазеры.

2.11. Магнитные явления в конденсированном состоянии. Диамагнетики и парамагнетики, закон Кюри. Магнетизм электронов проводимости. Электроны в сильных магнитных полях (эффекты де Гааза-ван Альфена, Шубникова-де Гааза). Обменное взаимодействие как причина возникновения магнитного порядка. Ферро-, антиферро- и ферримагнетики, спиновые стекла. Модель усредненного обменного поля, закон Кюри-Вейса. Доменная структура магнитоупорядоченных магнетиков.

Литература

1. Л.Д. Ландау, М.Е. Лифшиц «Курс теоретической физики», Том 1 «Механика» 5 изд. М. «Физматлит» 2007
2. Л.Д. Ландау, М.Е. Лифшиц «Курс теоретической физики», Том 2 «Теория поля» 5 изд. М. «Физматлит» 2007
3. Л.Д. Ландау, М.Е. Лифшиц «Курс теоретической физики», Том 3 «Квантовая механика. Нерелятивистская теория» 5 изд. М. «Физматлит» 2007
4. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский «Курс теоретической физики», том.4 «Квантовая электродинамика» 5 изд. М. «Физматлит» 2007
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Курс теоретической физики», том 5 «Статистическая физика», изд. 5 М. «Физматлит» 2007
6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Курс теоретической физики», том 6 «Гидродинамика», изд. 5 М. «Физматлит» 2007
7. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Курс теоретической физики», том 8 «Электродинамика сплошных сред», изд. 5 М. «Физматлит» 2007
8. М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков «Введение в теорию колебаний и волн», М. «Наука» 1984
9. Дж. Джексон «Классическая электродинамика» М. «Мир» 1965
10. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела.- М.: ВШ, 2000; Нижний Новгород: изд. ННГУ, 1993 (<https://mexalib.com/view/17666>)
11. В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. Физика твердого тела для инженеров. – М.: Техносфера, 2007 (<https://nashol.com/2017120397793/fizika-tverdogo-tela-dlya-injenerov-gurtov-v-a-osaulenko-r-n-2012.html>)
12. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978 (<http://alexandr4784.narod.ru/kittelftt.html>).
13. Дж. Блейкмор. Физика твердого тела. - М.: Мир, 1988 (<http://bookfi.net/book/725627>).
14. А. Анималу. Квантовая теория кристаллических твердых тел. – М.: Мир, 1981. (<https://www.twirpx.com/file/2276911/>)
15. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела, т.1, 2.- М.: Мир, 1979 (<https://mexalib.com/view/5434>).
16. Задачи по физике твердого тела./ Под ред. Г.Дж. Голдсмида.- М.: Наука, 1976 (<http://bookfi.net/book/687258>).