

2021 год

Магистерская программа «Физика»

Программа экзамена для поступления на магистерскую программу «Физика»

Экзамен проводится в письменной форме.

Абитуриенту предлагается 2 задачи по математике и 2 задачи по физике.

Время выполнения – 1 час. Во время экзамена разрешается пользоваться справочной литературой в печатном виде.

Список тем для экзамена:

**I. Теоретическая физика**

- 1) Теоретическая механика.
  - a) Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа. Уравнения движения. Законы сохранения.
  - b) Движение в центральном поле. Задача Кеплера.
  - c) Столкновение частиц. Распад частиц. Рассеяние на центре.
  - d) Свободные одномерные колебания. Колебания систем со многими степенями свободы. Параметрический резонанс.
  - e) Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Теорема Лиувилля. Адиабатические инварианты. Разделение переменных.
- 2) Электродинамика.
  - a) Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистская механика.
  - b) Уравнения электромагнитного поля в четырёхмерной форме. Действие электромагнитного поля. Тензор электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность.
  - c) Электромагнитные волны. Монохроматические плоские волны. Поляризация.
  - d) Поле движущихся зарядов. Излучение электромагнитных волн. Рассеяние свободными зарядами.
- 3) Квантовая механика.
  - a) Уравнение Шрёдингера. Потенциальная яма. Линейный осциллятор. Коэффициент прохождения.
  - b) Момент импульса. Собственные значения и собственные функции оператора момента импульса. Сложение моментов.
  - c) Движение в кулоновом поле.
  - d) Теория возмущений. Возмущения, зависящие от времени.
  - e) Спин, оператор спина. Спиноры. Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вторичное квантование.
- 4) Физика конденсированного состояния.
  - a) Волны и квазичастицы в кристаллах. Зона Бриллюэна. Фазовая и групповая скорости волн. Теория симметрии кристаллов.
  - b) Колебания кристаллической решётки. Нормальные моды. Акустические и оптические ветви. Симметрии колебательных мод. Континуальное приближение. Вклад оптических фононов в диэлектрическую проницаемость.
  - c) Фононы в кристаллах. Квантование нормальных мод кристаллической решётки. Модели Дебая и Эйнштейна, формула Дюлонга-Пти.
  - d) Метод эффективной массы и  $k$ -р теория возмущений. Тензор обратных эффективных масс. Эффективный гамильтониан. Метод плавных огибающих.
- 5) Статистическая физика.

- a) Основы термодинамики. Температура. Свободная энергия. Максимальная работа. Принцип Ле-Шателье.
- b) Распределение Гиббса. Свободная энергия в распределении Гиббса. Термодинамическая теория возмущений. Распределение вероятностей для осциллятора.
- c) Идеальный газ. Распределение Больцмана. Одноатомный идеальный газ. Двухатомный идеальный газ, разные вклады в свободную энергию. Многоатомный газ.
- d) Ферми- и Бозе- газы. Вырожденный электронный газ. Низкие и высокие температуры.
- e) Фазовые переходы и критические явления. Критические индексы. Метод среднего поля. Изменение симметрии при фазовом переходе.

## **II. Математика**

Предполагается оперативное владение основами

- алгебры;
- математического анализа;
- математической физики;
- теории вероятности;
- дифференциальных уравнений.

Литература для подготовки к экзамену.

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики, тт. 1, 2, 3, 5, 8. М., Физматлит.