

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА**  
подготовки к вступительному испытанию по дисциплине  
**«Основы физики»**  
поступающих на образовательную программу магистратуры  
**03.04.02.10 «Биофизика и медицинская инженерия»**

Руководитель программы, В.А. Кратасюк *В.А. Кратасюк*

**Красноярск**

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Раздел 1. МЕХАНИКА

1. Обобщенные координаты и импульсы. Функция Лагранжа. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Действие как функция координат.
2. Понятие системы отсчёта. Инерциальная и неинерциальная система отсчёта. Принципы относительности Галилея и Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Первый закон Ньютона.
3. Механическое подобие. Его связь с функцией Лагранжа. Вириал. Подобие траекторий движения.
4. Одномерное движение с одной степенью свободы. Условие финитности области движения. Свойство обратимости движения. Средняя и мгновенная скорости.
5. Движение в центральном поле. Вывод второго закона Кеплера из условия постоянства момента импульса. Центробежная энергия.
6. Закон сохранения энергии при условии однородности времени. Аддитивность энергии. Консервативные и неконсервативные системы.
7. Закон сохранения импульса при условии однородности пространства. Преобразование параллельного переноса. Поведение закона сохранения импульса при наложении внешнего поля. Третий закон Ньютона.
8. Понятие центра инерции. Аддитивность массы. Движение механической системы “как целого”. Энергия покоящейся “как целое” механической системы. Второй закон Ньютона.
9. Момент импульса. Сохранение момента импульса как следствие условия изотропии пространства. Связь моментов импульса в двух различных системах отсчёта.
10. Упругое и неупругое столкновения частиц. Уравнения сохранения энергии и импульса при столкновении. Абсолютно и неабсолютно упругое/неупругое столкновения.
11. Свободные одномерные малые колебания. Равновесное значение координаты. Амплитуда, фаза и циклическая частота колебания.
12. Энергия системы, совершающей колебания. Связь периода колебаний с потенциальной энергией.
13. Вынужденные малые одномерные колебания. Условие резонанса. Биения.

14. Колебания систем со многими степенями свободы. Характеристическое уравнение и собственные частоты системы. Вырожденные частоты.
15. Затухающие колебания. Коэффициент затухания. Диссипативная функция и обобщенная сила трения. Уравнения малых колебаний при наличии трения.
16. Вращательное движение. Угловая скорость. Мгновенная ось вращения. Тензор инерции тела, главные оси инерции. Момент силы. Эйлеравы углы.
17. Канонические уравнения. Уравнения Гамильтона и гамильтонова функция. Связь функций Лагранжа и Гамильтона. Канонические преобразования.

## **Раздел 2. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

1. Термодинамические величины. Связь абсолютной температуры и энтропии. Энтропия в системах вдали от термодинамического равновесия. Зависимость величин от числа частиц.
2. Макроскопическое движение. Движение молекул в термодинамическом равновесии. Связь энтропии и импульса молекулы.
3. Адиабатический процесс. Обратимость адиабатического процесса. Понятие изолированной системы.
4. Термодинамические характеристики системы: давление, температура, объем, энтропия. Описание макроскопического состояния системы в термодинамическом равновесии.
5. Работа и количество тепла. Внутренняя и полная энергия тела. Начала термодинамики. Термодинамические свойства вблизи абсолютного нуля.
6. Свободная энергия и термодинамические потенциалы. Теорема о малых добавках.
7. Работа в термодинамических циклах. Цикл Карно. Работа тела во внешней среде, условия максимальности такой работы.
8. Термодинамические неравенства. Физический смысл неравенств. Стабильность состояния термодинамической системы. Принцип Ле Шателье.
9. Распределения Гиббса и Максвелла. Связь вероятности состояния системы с её энергией. Свободная энергия в распределении Гиббса. Нормировка этих распределений. Понятие среднеквадратичной скорости.

10. Распределение Больцмана. Состояния молекул идеального газа. Газ во внешнем поле, барометрическая формула.
11. Неравновесный идеальный газ. H-теорема Больцмана. Свободная энергия Больцмановского газа.
12. Больцмановская энтропия. Понятие демона Максвелла. Двигатель Силарда.
13. Отклонения газов от идеальности. Кривая энергии взаимодействия в неидеальном газе. Процесс Джоуля-Томсона в неидеальном газе.
14. Модель газа Ван-дер-Ваальса. Интерполяция межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
15. Состояние вещества. Понятие критической точки. Соотношение Клайперона-Клаузиуса. Соответственные состояния.

### Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Заряд в электромагнитном поле. Уравнение движения заряда в поле. Понятие напряженности поля (электрического и магнитного). Операторы **rot** и **div**. Сила Лоренца.
2. Принцип наименьшего действия в электродинамике. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля.
3. Постоянное однородное электрическое поле. Связь напряженности и потенциала. Теорема Гаусса.
4. Уравнения Максвелла для общего случая. Связь с теоремами Гаусса и Стокса. Ток смещения.
5. Действие для электромагнитного поля. Принцип суперпозиции и разложение электростатического поля. Уравнение непрерывности.
6. Плотность и поток энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
7. Постоянное электромагнитное поле. Частный для этого вид уравнений Максвелла. Закон Кулона. Электростатическая энергия.
8. Дипольный момент системы зарядов. Напряженность и потенциал поля системы зарядов. Мультипольные моменты.
9. Постоянное магнитное поле. Частный для этого вид уравнений Максвелла. Закон Био-Савара.
10. Магнитное поле в веществе. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Петля гистерезиса.
11. Магнитный момент. Теорема Лармора. Ларморова прецессия. Ларморова частота.

12. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для электромагнитных волн. Уравнение д'Аламбера. Уравнения плоской электромагнитной волны.
13. Теория электрических цепей. Плотность тока. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца.
14. Постоянный электрический ток. Правила Кирхгофа. Понятие электродвижущей силы.
15. RC цепи. Установление тока при зарядке/разрядке конденсатора. Время релаксации.
16. Индуктивность. Поведение при замыкании/размыкании цепи. Сохранение энергии в LRC цепи.

#### **Раздел 4. ОПТИКА**

1. Основное уравнение геометрической оптики - уравнение эйконала. Волновые поверхности. Аналогия между геометрической оптикой и механикой материальных частиц.
2. Интенсивность световой волны, её связь с радиусом кривизны волновой поверхности. Каустики, фокус.
3. Суперпозиция световых волн. Фазовая скорость волны. Групповая скорость. Волновой пакет.
4. Тонкие пучки лучей. Гомоцентрические пучки, оптическая ось системы, астигматизм. Главное фокусное расстояние, боковое и продольное увеличение.
5. Пределы геометрической оптики. Степень немонахроматичности волн. Разрешающая сила оптических приборов.
6. Преломление света на сферических поверхностях. Центрированная оптическая система. Ход лучей в тонких линзах.
7. Распространение лучей в толстых линзах. Оптический интервал. Телескопическая система. Сложение центрированных систем.
8. Явление дифракции. Задача определения распространения света. Модель экрана с отверстием. Принцип Гюйгенса.
9. Дифракция Френеля. Интегралы Френеля. Асимптотическое приближение для интенсивности света.
10. Дифракция Фраунгофера. Распределение интенсивности света по направлениям. Принцип Бабиня.
11. Интерференция света. Понятие когерентности. Классические интерференционные опыты.
12. Интерференция света в тонких плёнках. Ход лучей, условие максимумов и минимумов интерференции.

13. Поляризация света. Отличие поляризованного света от естественного. Законы Малюса и Брюстера.

## Раздел 5. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

1. Основные понятия квантовой механики. Принцип неопределённости. Волновая функция, вероятностное описание механики. Суперпозиция состояний. Система обозначений Дирака.
2. Гамильтониан квантовомеханической системы. Понятие об энергетических уровнях. Стационарные состояния.
3. Квантовомеханический импульс. Операторы импульса и конечного смещения импульса. Соотношения неопределённости Гейзенберга.
4. Уравнение Шрёдингера. Гамильтониан свободно движущейся частицы и частицы во внешнем поле. Основные свойства уравнений Шрёдингера.
5. Общие свойства одномерного движения квантовомеханической частицы. Волновые функции дискретного спектра. Движение в потенциальной яме и в однородном поле. Подбарьерный переход.
6. Квантовомеханический момент импульса. Сохранение момента импульса. Собственные значения и собственные функции момента. Сложение моментов.
7. Движение квантовомеханической системы в общем центральном поле. Квантовые числа. Задача падения частицы на центр.
8. Движение квантовомеханической системы в кулоновом поле. Дискретный и непрерывный спектр собственных значений энергии.
9. Переходы между энергетическими уровнями в атоме. Переходы под влиянием возмущения. Переходы в непрерывном спектре.
10. Спин квантовомеханической частицы. Спиновые компоненты волновой функции. Полный спин и полный орбитальный момент системы. Оператор спина и матрицы Паули.
11. Состояния электронов в атоме. Понятие электронной конфигурации. Энергия состояний. Водородоподобные уровни энергий. Волновые функции внешних электронов.
12. Тонкая структура атомных уровней. Спин-орбитальное взаимодействие электрона. Мультиплетные состояния. Рентгеновские термы.
13. Двухатомная молекула. Пересечение электронных орбиталей. Связь молекулярных термов с атомными. Понятие валентности. Симметрия молекулярных термов.

14. Структура атомного ядра. Изотопическая инвариантность. Ядерные силы. Модель ядерных оболочек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савельев И. В. Курс общей физики : в 4-х т. : учебное пособие для вузов по техническим специальностям и направлениям / И. В. Савельев ; под общ. ред. В. И. Савельев. Т. – 2009
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для студентов физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] / Д. В. Сивухин. Т. 1 : Механика. - 2006
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] / Д. В. Сивухин. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика. – 2005
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] / Д. В. Сивухин. Т. 3 : Электричество. – 2006
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] / Д. В. Сивухин. Т. 4 : Оптика. - 2005
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] / Д. В. Сивухин. Т. 5 : Атомная и ядерная физика. – 2006
7. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для физических специальностей вузов : в 5 томах / Д. В. Сивухин. – 2005
8. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х томах : учебник. Т.Т. 1,2 / И. В. Савельев. - 3-е изд., стереот. - СПб. : Лань, 2005
9. Теоретическая физика В 10т. Том 1. Механика. Ландау, Лифшиц. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 — 2005 гг.
10. Теоретическая физика В 10т. Том 2. Теория поля. Ландау, Лифшиц. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 — 2005 гг.
11. Теоретическая физика В 10т. Том 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. Ландау, Лифшиц. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 — 2005 гг.
12. Теоретическая физика В 10т. Том 5. Статистическая физика. Часть 1. Ландау, Лифшиц 2004. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 — 2005 гг.