

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Первый проректор – проректор  
по научной работе

\_\_\_\_\_ А.В. Коржов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине  
группа научной специальности 1.3 – Физические науки  
по научным специальностям

1.3.6 – Оптика

1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Челябинск

2023

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научным специальностям:

1.3.6 – Оптика

1.3.8 – Физика конденсированного состояния

### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

**Формат проведения экзамена определяется эпидемиологической ситуацией и согласованным решением всех членов экзаменационной комиссии**

#### *Проведение испытания в очном формате:*

Экзамен проводится устно, на подготовку дается 45 минут, в это время все экзаменуемые находятся в аудитории и могут пользоваться любой литературой.

Для ответа экзаменуемые заходят в аудиторию по одному.

В билете содержится 3 вопроса из разных разделов курса общей физики.

Количество дополнительных вопросов не ограничено, направлены на выяснение степени понимания вопроса, на который подготовлен ответ;

#### *Проведение испытания в дистанционном формате:*

Экзаменационная процедура проводится в соответствии с регламентом о дистанционной форме сдачи экзаменов, разрешается использование любой литературы, на подготовку дается 45 минут, во время которой все экзаменуемые находятся в видеоконференции с выключенными камерами и микрофонами, во время подготовки могут включать микрофон и задавать уточняющие вопросы.

### 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ:

На экзамен выносятся все разделы *общей физики*, предусмотренные образовательными программами физических специальностей, содержание программы одинаковое для всех научных специальностей.

#### **Механика.**

Этапы развития. Объекты исследования. Кинематика материальной точки.

Кинематика вращательного движения. Движение тел относительно движущихся произвольно систем отсчета.

Инерциальные системы отсчета. Понятия силы и массы. Законы Ньютона. Границы применимости.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Примеры.

Интегралы движения. Кинетическая энергия. Работа. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Связь с однородностью времени в инерциальных системах отсчета.

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Связь с однородностью пространства в инерциальных системах отсчета. Движение тел с переменной массой.

Момент импульса. Закон сохранения импульса. Связь с изотропностью пространства в инерциальных системах отсчета.

Механика твердого тела. Плоское движение твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Понятие о тензоре инерции. Кинетическая энергия твердого тела.

Вращение твердого тела с закрепленной точкой. Гироскопы. Гироскопические силы.

Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле. Принцип эквивалентности. Космические скорости.

Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Сложение колебаний, биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.

Затухающие колебания. Параметры затухающих колебаний: декремент, добротность. Автоколебания. Вынужденные колебания. Явление резонанса. Параметрический резонанс.

Волны в среде. Виды волн. Волновое уравнение.

Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Преобразование и сложение скоростей. Релятивистские выражения для импульса и энергии. Преобразования импульса и энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Частицы с нулевой массой покоя.

Гидродинамика. Линии тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Силы внутреннего трения. Уравнения Навье-Стокса. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкости в круглой трубе.

Динамика деформируемого упругого твердого тела. Сдвиг. Кручение. Тензор напряжений. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига. Энергия деформированного твердого тела.

## **Термодинамика и статистическая физика.**

Температура. Шкалы температур, методы измерения. Состояние системы. Термодинамические параметры. Уравнение состояния. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Термодинамические процессы, равновесные и неравновесные процессы. Изохорный, изобарный и изотермический процессы.

Внутренняя энергия. Макроскопическая работа. Количество тепла. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа. Формула Р. Майера.

Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Скорость звука в газах. Политропический процесс. Работа идеального газа при различных процессах.

Формулировки основного постулата второго начала термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно, теоремы Карно.

Неравенство Клаузиуса. Энтропия при обратимых и необратимых процессах. Закон возрастания энтропии.

Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса.

Давление газа. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Равномерное распределение энергии по степеням свободы системы.

Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкость твердого тела.

Введение в теорию вероятностей. Вероятность, функция распределения, плотность вероятности. Определение среднего.

Распределение Максвелла. Распределение по модулю скорости, компонентам скорости и энергии. Средняя, среднеквадратичная и наиболее вероятная скорости молекул газа. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Энтропия и вероятность.

Статистики Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Системы с переменным числом частиц, химический потенциал. Третье начало термодинамики (теорема Нернста).

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса и реального газа. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона.

Фазы и фазовые переходы. Равновесие фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Теплота перехода. Примеры фазовых переходов. Тройные точки. Метастабильные состояния. Фазовые переходы второго рода.

Поверхностное натяжение. Поверхностная свободная энергия. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Капиллярно-гравитационные волны.

Число столкновений, сечение и средняя длина свободного пробега. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкое трение. Закон Фика. Закон Фурье. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах.

## **Электричество и магнетизм.**

Электрические заряды, их свойства. Носители зарядов. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.

Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса для расчета электрических полей. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда и потенциал электростатического поля. Связь потенциала с напряженностью. Условие потенциальности в дифференциальной форме. Дифференциальные уравнения электростатического поля. Электрический диполь. Диполь во внешнем электрическом поле.

Закономерности поведения проводников в электростатическом поле. Явление электростатической индукции. Силы, действующие на заряженные проводники. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы.

Основная задача электростатики. Теорема единственности. Метод изображений.

Микроскопическое и макроскопическое поле. Поляризация диэлектриков. Сторонние и связанные заряды. Вектор электрической индукции, поляризуемости. Теорема Гаусса и дифференциальные уравнения электростатического поля в диэлектриках. Граничные условия на границе диэлектриков.

Энергия. Электростатическое поле.

Сила тока, вектор плотности тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Электронная теория проводимости металлов. Ток в вакууме.

Магнитное взаимодействие, магнитное поле. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле движущейся заряженной частицы. Закон Био-Савара-Лапласа. Поток и дивергенция вектора магнитной индукции. Циркуляция и ротор вектора магнитной индукции. Векторный потенциал магнитного поля. Относительность магнитных и электрических взаимодействий. Работа по перемещению проводника с током и контура с током в магнитном поле.

Явление электромагнитной индукции, ЭДС индукции. Правило Ленца.

Самоиндукция, индуктивность. Взаимная индукция. Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме. Энергия магнитного поля. Силы в магнитном поле.

Вектор намагниченности. Магнетики, молекулярные токи. Связь молекулярных токов с вектором намагниченности. Напряженность магнитного поля. Уравнения и граничные условия магнитного поля в веществе. Природа молекулярных токов.

Атом в магнитном поле. Теорема Лармора. Диамагнетики в магнитном поле. Парамагнетики в магнитном поле. Энергия магнитного поля в магнетиках.

Потенциалы электромагнитного поля. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойтинга. Электромагнитные волны.

Квазистационарные токи. Колебательный контур, уравнение колебательного контура. Колебания в идеальном контуре. Свободные затухающие колебания.

Вынужденные колебания. Резонанс. Расчет цепей переменного тока. Мощность цепей переменного тока.

## **Оптика**

Основные законы распространения света. Принцип Гюйгенса. Электромагнитная теория света. Плоские волны. Энергия световой волны.

Основы фотометрии. Сила света, световой поток, освещенность, яркость. Закон Ламберта. Фотометрические приборы.

Скорость света. Групповая и фазовая скорости. Измерение скорости света.

Формулы Френеля.

Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение.

Принцип Ферма. Центрированная оптическая система. Построение изображений. Погрешности оптических приборов.

Когерентные волны. Временная и пространственная когерентность. Степень когерентности.

Корреляционные и автокорреляционные функции. Связь длительности цуга и ширины спектра. Интерферометры. Эталон Фабри-Перо. Интерферометры Жамена и Маха-Цендера.

Дифракция света. Зонный метод Френеля. Дифракция на щели, крае экрана, круглом отверстии. Спираль Корню. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Геометрооптическое приближение. Интеграл Френеля-Кирхгофа.

Дифракционные решетки. Типы решеток. Спектральные приборы.

Разрешающая сила спектральных приборов. Критерий Рэлея. Принципы фурье-оптики. Разложение по плоским волнам. Теория Аббе формирования изображения в микроскопе. Принципы голографии. Основные типы голограмм.

Элементы электронной теории вещества. Дисперсия и поглощение света. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Поглощение света. Закон Бугера.

Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Двойное лучепреломление в кристаллах.

Пространственная дисперсия. Электромагнитные волны в среде с пространственной дисперсией. Нарушение поперечности волны. Распространение волн в анизотропных средах. Уравнение Френеля. Оптическая индикатриса и лучевой эллипсоид.

Одноосные и двухосные кристаллы. Поляризационные приборы. Естественная оптическая активность и эффект Фарадея. Двойное лучепреломление в электрическом поле. Эффекты Погкельса и Керра.

Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Гипотеза световых квантов. Зависимость силы фототока от длины световой волны. Внутренний фотоэффект. Фотоэлементы и их применения.

Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучение нечерных тел. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула излучения Планка.

Линейчатые спектры. Спектральные закономерности. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода. Резонансное излучение. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Возбуждение свечения нагреванием. Полосатые спектры молекул в видимой и ультрафиолетовой областях спектра.

Оптика движущихся источников. Эффект Доплера. Эффект Вавилова-Черенкова.

## **Микрофизика**

Корпускулярно-волновой дуализм. Излучение абсолютно черного тела.

Фотоэффект: классическая и фотонная теория. Излучение непрерывного рентгеновского спектра электронами. Эффект Комптона.

Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Принцип неопределенности Гейзенберга.

Модель атома Томпсона. Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда.

Планетарная модель атома.

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Эксперимент Франка и Герца. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Спектр атома водорода по Бору, главное квантовое число. Недостатки теории Бора.

Постулаты квантовой механики. Волновая функция, ее интерпретация и свойства. Уравнение Шредингера. Движение свободных частиц.

Стационарное уравнение Шредингера. Решение для бесконечно глубокой потенциальной ямы. Барьер и яма конечной глубины. Туннельный эффект. Дискретные уровни энергии.

Линейный гармонический осциллятор. Собственные энергии и волновые функции. Энергия нулевых колебаний. Эксперименты по измерению нулевых колебаний осциллятора.

Орбитальный угловой момент. Оператор, собственные значения, проекции и волновые функции орбитального момента.

Атом водорода в квантовой механике. Решение уравнения Шредингера для кулоновского потенциала. Условие квантования энергии. Волновые функции и формы орбиталей.

Орбитальный механический и магнитный момент электрона. Магнетон Бора. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Гиромагнитное отношение. Полный (механический и магнитный) момент электрона.

Спин-орбитальное взаимодействие. Энергия спин-орбитального взаимодействия. Опыт Лэмба-Резерфорда. Магнитомеханические эффекты. Тожественные частицы. Принцип тождественности. Две частицы в потенциальной яме. Принцип Паули. Сложение моментов. Результирующий момент многоэлектронного атома. (L-S) связь и (j-j) связь. Термы многоэлектронного атома. Периодическая система элементов Менделеева.

Основные этапы развития ядерной физики. Свойства стабильных ядер. Заряд атомного ядра. Взаимные превращения нуклонов. Размеры атомных ядер. Энергия связи ядра. Спин и магнитный момент ядер.

Ядерные модели. Физические обоснования мезонной теории ядерных сил. Чётность волновой функции. Структура нуклона.

Закон радиоактивного распада. Статистический характер распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. Виды распада.  $\alpha$ -распад. Туннельный эффект. Зависимость периода  $\alpha$ -распада от энергии  $\alpha$ -частиц.  $\beta$ -распад. Экспериментальное доказательство существования нейтрино.

Закономерности ядерных реакций. Сечения и выходы ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Различные механизмы реакций. Современные представления о фундаментальных взаимодействиях. Иерархия взаимодействий: сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное.

Открытие элементарных частиц. Типы взаимодействия частиц. Внутренние свойства элементарных частиц.

## Макрофизика

Кристаллические структуры твёрдых тел, трансляционная симметрия кристаллов, решетка Бравэ, элементарная и примитивная ячейки, ячейка Вигнера-Зейтца, базис.

Рентгеновские и нейтронные методы исследования кристаллических структур, дифракция Вульфа-Брэгга, обратная решетка, брэгговские плоскости, зона Бриллюэна.

Типы связей в кристаллах: кулоновская (ионные кристаллы), обменное взаимодействие (атомные кристаллы), ван-дер-ваальсовская (молекулярные кристаллы), металлическая (металлы). Дефекты кристаллической решетки: точечные, линейные (дислокации), плоские, объемные.

Гармонические колебания одномерной решётки одинаковых атомов, и решетки из чередующихся атомов двух сортов. Законы дисперсии, квазиимпульс, акустические и оптические моды колебаний атомов в кристаллах. Дебаевское приближение для акустических ветвей колебаний твёрдого тела, температура Дебая. Решёточная теплоёмкость в модели Дебая. Решёточная теплопроводность, процессы переброса.

Электроны в металлах, адиабатическое приближение. Модель свободных электронов. Распределение электронов по энергии при нуле температур. Энергия Ферми и химпотенциал, температура вырождения.

Динамика электронов проводимости в металлах. Электропроводность металлов в модели Друде-Лоренца. Роль длины свободного пробега, температурная зависимость времени рассеяния электронов. Электронная теплопроводность. Качественное различие механизмов релаксации энергии и импульса электронов в процессах теплопроводности и электропроводности, закон Видемана-Франца.

Электронные и дырочные возбуждения в полупроводниках, эффективная масса, заряд дырок. Положение уровня Ферми в полупроводниках, фактор зоны, правило «рычага». Собственные и примесные полупроводники, донорные и акцепторные уровни. Температурная зависимость положения уровня Ферми

в примесных полупроводниках. Электропроводность полупроводников. Подвижность носителей. Температурная зависимость времени релаксации электронов. Контактные явления в полупроводниках. Равенство химпотенциалов при равновесии. (p-n)-переход во внешнем электрическом поле.

Квантовые явления в системе бозонов. Сверхтекучесть жидкого гелия-4 и гелия-3. Квантовые возбуждения в сверхтекучей жидкости, закон дисперсии Ландау. Явление сверхпроводимости, отличие сверхпроводника от идеального металла, эффект Мейсснера.

Гармонические колебания одномерной решётки одинаковых атомов, и решетки из чередующихся атомов двух сортов. Модель Эйнштейна для описания оптических ветвей колебаний твёрдого тела. Решёточная теплоёмкость в модели Эйнштейна. Модель Дебая для описания акустических ветвей колебаний твёрдого тела. Решёточная теплоёмкость в модели Дебая.

Электронная теплоёмкость и её температурная зависимость. Зоны разрешённых и запрещённых значений энергии, модели слабой и сильной связи. Полупроводники. Изоляторы. Проводники.

Сверхпроводящее состояние вещества. Лондоновская глубина проникновения. Роль кристаллической решётки в явлении сверхпроводимости, изотоп-эффект, куперовское спаривание.

Квантовая природа ферромагнетизма. Антиферромагнетики и ферромагнетики. Закон Кюри-Вейсса. Модель Гейзенберга. Магнитная анизотропия, модель Изинга. Возбуждения в спиновой системе ферромагнетиков. Спиновые волны.

Магнетизм веществ – диа-, пара- и ферромагнетики. Формула Ланжевена-Бриллюэна для описания намагничивания парамагнетиков. Парамагнетизм электронного газа Паули и диамагнетизм Ландау.

### 3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Параметры движения, законы, графики и система отсчета.
2. Кинематика вращательного движения твердого тела. Параметры, законы движения, графики.
3. Основные понятия динамики материальной точки. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Границы применимости законов классической механики.
4. Основные понятия динамики вращательного движения твердого тела. Закон динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела.
5. Работа силы. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная и кинетическая энергии. Закон сохранения энергии в консервативной и неконсервативной системах.
6. Понятие о колебательном движении. Свободные и вынужденные колебания, уравнение колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания. Резонанс.
7. Сложение колебаний одного направления и взаимно перпендикулярных колебаний. Биения и фигуры Лиссажу.
8. Основы молекулярно-кинетической теории газов. Распределения Больцмана, Максвелла. Статистика Максвелла-Больцмана. Опыт Штерна.
9. Акустические волны и их классификация. Уравнение плоской акустической волны, скорость и длина волны. Ультразвуковая дефектоскопия, томография.
10. Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики, его применение к изопроцессам в идеальном газе. График процессов. Вечный двигатель первого рода.
11. Тепловые машины. Цикл Карно. КПД цикла Карно. КПД реальных тепловых машин.
12. Внутренняя энергия термодинамической системы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости газов и твердых тел, границы применимости теории.
13. Первое, второе и третье начала термодинамики. Понятие об энтропии и ее изменении в термодинамических процессах. Статистические и термодинамические формулировки II начала.
14. Явления переноса в молекулярной физике. Законы диффузии, теплопроводности и вязкости и их анализ.
15. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля точечного заряда. Графическое изображение электростатических полей. Связь напряженности и потенциала. Принцип суперпозиции



полей. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса, ее применение к расчету полей.

16. Магнитное поле. Индукция и напряженность магнитного поля. Графическое изображение магнитных полей. Силы магнитного взаимодействия (Ампера и Лоренца). Принцип суперпозиции магнитных полей.

17. Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризация диэлектриков, вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Сегнетоэлектрики, гистерезис.

18. Магнитные свойства вещества. Основы теории диа-, пара- и ферромагнетизма. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Магнитный гистерезис. Применение ферромагнетиков.

19. Магнитное поле токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока. Энергия электрического и магнитного полей.

20. Классическая теория электропроводности металлов. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Понятие о сверхпроводимости, высокотемпературная сверхпроводимость.

21. Электромагнитная индукция. Интегральная и дифференциальная формы закона электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Применение закона электромагнитной индукции.

22. Полная система уравнений Максвелла как обобщение основных законов электромагнетизма. Свободное электромагнитное поле.

23. Электромагнитные волны их классификация, изучение и регистрация. Уравнение плоской электромагнитной волны и ее параметры. Энергия волны. Вектор Умова.

24. Интерференция света и условия ее наблюдения. Методы наблюдения интерференции в оптике (бизеркала и бипризма Френеля, метод Юнга). Условия шах и  $\min$  картины интерференции.

25. Дифракция света и её виды. Принцип Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля. Объяснение дифракции сферической и плоской волны на основе зон Френеля. Дифракционная решетка.

26. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Закон Брюстера. Поляризаторы и анализаторы. Степень поляризации излучения. Закон Малюса.

27. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Формула Коши. Основы электронной теории дисперсии.

28. Излучательная и поглощательная способность тел. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, формула Планка и её анализ.

29. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Основные кинематические и динамические следствия из теории относительности.

30. Квантовые свойства света. Фотоэффект и его виды. Опыты и законы Столетова. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта.

31. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах микрочастиц. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и их анализ.

32. Постулаты Бора. Теория водородоподобного атома по Бору. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Опыты Франка и Герца.

33. Уравнение Шредингера. Волновая функция и ее свойства. Стандартные условия и квантование. Операторы в квантовой механике.

34. Понятие о полном наборе квантовых чисел. Строение сложных атомов. Электронные группы и подгруппы. Принцип Паули. Периодическая система химических элементов Менделеева.

35. Микрочастица в потенциальной яме. Туннельный эффект. Примеры проявления туннельного эффекта.

36. Законы сохранения в физике и их связь с симметрией пространства и времени.

37. Основные характеристики атомных ядер (заряд, масса, механический момент, магнитный момент, размер ядра). Характеристика ядерных сил. Энергия связи. Дефект массы.

38. Естественная и искусственная радиоактивность. Радиоактивные ряды. Закономерности  $\alpha$ -распада. Закон радиоактивного распада.

39. Ядерные реакции. Реакция деления и синтеза атомных ядер. Энергия ядерных реакций. Деление ядер урана.

40. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы и их классификация. Реакции взаимного превращения элементарных частиц. Кварки и глюоны. Методы регистрации элементарных частиц.

#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ

Оценка ответов претендентов на поступление в аспирантуру производится по пятибалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице.

Оценка	Критерии
Отлично	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</li> <li>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплин специальности.</li> <li>3. Делаются обоснованные выводы.</li> <li>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.</li> <li>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
Хорошо	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно.</li> <li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li> <li>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</li> <li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</li> <li>5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
Удовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</li> <li>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.</li> <li>3. Имеются затруднения с выводами. Определения и понятия даны нечётко.</li> <li>4. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.</li> </ol>
Неудовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.</li> <li>2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.</li> <li>3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</li> <li>4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Издание 5-е, стереотипное. — М.: Физматлит, 2006. — Т. I. Механика. — 560 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Издание 3-е, исправленное и дополненное. — М.: Наука, 1990. — Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. — 592 с.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Изд. 4-е, стереотипное. — М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2004. — Т. III. Электричество. — 656 с.

4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Издание 3-е, стереотипное. — М.: Физматлит, МФТИ, 2002. — Т. IV. Оптика. — 792 с.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — 3-е издание, стереотипное. — М.: Физматлит, 2006. — Т. V. Атомная и ядерная физика. — 784 с.
6. Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Угаров В. А. Сборник задач по общему курсу физики. Механика.
7. Сивухин Д. В. (ред.) Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика.

## **6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М. Высшая школа. 1983
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М. Высшая школа. 1983.
3. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм: Учеб. пособие для вузов. М.: Оникс 21 век: Мир и образование, 2005 2 экз.
4. Матвеев А.Н. Атомная физика. М. Высшая школа. 1989.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М. Высшая школа. 2000.
6. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973 (1970). 719 с.
7. Королев Ф.А. Теоретическая оптика. М.: Высшая школа, 1966. 555 с.

## **7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. "Public.Ru" - публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Lib.students.ru - публичная интернет библиотека URL: <http://www.lib.students.ru/>
5. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета URL: <http://www.lib.ras.ru/>
6. Университетская библиотека «Online»
7. ЭБС «ЛАНЬ» доступ к бесплатному пакету
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://elibrary.ru/>)
9. УИС РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>

## **8. РАЗРАБОТЧИКИ**

Зав. кафедрой оптоинформатики:

Н.Д. Кундикова

Зав. кафедрой физики наноразмерных систем

А.Г. Воронцов