

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания**  
**для поступающих в магистратуру по направлению подготовки**  
**03.04.02 «Физика»**

**программа (профиль)**  
**«Физика наносистем»**

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности поступающего в магистратуру и проводятся с целью определения соответствия знаний умений и навыков требованиям обучения магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» (магистратура). Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Вступительные испытания в магистратуру проводят экзаменационные комиссии, назначенные председателем приёмной комиссии УУНиТ.

## **ПРОЦЕДУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Дата и время проведения вступительного испытания и консультации определяются расписанием вступительных испытаний, которое утверждается председателем приемной комиссии.

Перед вступительным испытанием для поступающих проводится консультация по содержанию программы испытания, критериям оценки, предъявляемым требованиям, правилам поведения на испытании.

Форма вступительного испытания (в соответствии Положением о вступительных испытаниях УУНИТ): тестирование.

Вступительные испытания в виде электронного тестирования проводятся в соответствии с программами вступительных испытаний, утверждаемых председателем предметной комиссии.

Составление вариантов экзаменационных заданий в форме электронных тестов осуществляется ответственным секретарем приемной комиссии университета.

Из вариантов экзаменационных заданий формируются комплекты вопросов-тестов.

Компоновку комплектов вопросов-тестов ответственный секретарь, заместитель ответственного секретаря производят до вступительных испытаний.

Тест содержит 30 тестовых вопросов.

Результаты испытаний оцениваются по 100 бальной шкале.

Абитуриент, не согласный с оценкой, полученной на ВИ и (или) в связи с нарушением процедуры проведения ВИ имеет право подать апелляцию. Процедура подачи и рассмотрения апелляции регламентируется Положением об апелляционной комиссии УУНиТ.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТА**

Критериями оценки экзаменационного ответа, поступающего в магистратуру являются полнота, логичность, доказательность, прочность, осознанность знаний и теоретическая обоснованность суждений,

самостоятельность в интерпретации информации, практическая направленность, уровень овладения профессиональными умениями менеджера и др. В случае тестирования являются правильные ответы на тестовые задания.

При проверке количество первичных баллов переводится в итоговую 100 балльную шкалу через информационную платформу университета.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **ОБЩАЯ ФИЗИКА**

#### **Механика**

1. Динамика материальной точки. Сила. Первый и третий законы Ньютона. Масса. Импульс. Импульс силы. Различные формулировки второго закона Ньютона.
2. Динамика тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
3. Работа силы. Связь работы и энергии. Кинетическая энергия поступательного движения. Потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия в однородном поле силы тяжести. Закон сохранения механической энергии.
4. Момент силы и момент импульса относительно оси. Уравнение вращательного движения твердого тела. Момент инерции.
5. Момент силы и момент импульса относительно точки. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса системы.
6. Гармонические колебания. Колебания математического маятника и груза на пружине. Уравнения колебания и их решения. Изменения смещения, скорости, ускорения и энергии в процессе колебаний (графики).
7. Вынужденные колебания. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Резонанс.
8. Механика деформируемых тел. Основные типы деформаций. Зависимость напряжения от относительного удлинения для деформации растяжения (график). Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Напряжения и деформации при сдвиге и кручении. Законы Гука для деформации сдвига и кручения. Модуль сдвига.
9. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности сил инерции и гравитации.
10. Основы гидро- и аэростатики. Законы Паскаля и Архимеда. Динамика стационарного течения жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса.

## **Молекулярная физика**

1. Идеальный газ. Основное уравнение кинетической теории газов. Физический смысл абсолютной температуры.
2. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).
3. Явления переноса в газах. Вывод формулы коэффициента теплопроводности газов.
4. I начало термодинамики. Применение I начала термодинамики к рассмотрению различных процессов в идеальных газах.
5. II начало термодинамики. Понятие об энтропии. Закон возрастания энтропии.
6. Термодинамические потенциалы и их физический смысл.
7. Фазовые превращения I рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
8. Правило фаз. Диаграмма состояния трехфазной системы. Тройная точка.
9. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Уравнение Лапласа. Капиллярность.
10. Кристаллическое состояние вещества. Элементарная ячейка. Элементы симметрии кристаллов. Классификация кристаллов по их симметрии.

## **Электричество и магнетизм**

1. Электрическое поле в вакууме. Заряд, напряженность электрического поля, принцип суперпозиции полей. Теорема Гаусса.
2. Работа в электростатическом поле. Потенциал. Связь вектора напряженности электрического поля с потенциалом.
3. Постоянный электрический ток. ЭДС. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
4. Природа носителей тока в металлах. Теория Друде-Лоренца. Основы квантовой теории твердых тел. Полупроводники.
5. Квазистационарные переменные токи. Закон Ома переменного тока. Резонанс токов и напряжений.
6. Электрические колебания. Свободные электрические колебания в контуре без активного сопротивления. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания.
7. Закон взаимодействия токов в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ .
8. Описание поля в магнетиках. Условия на границе двух магнетиков. Закон Ампера. Типы магнетиков.
9. Электромагнитная индукция. Явление самоиндукции. Токи при замыкании и размыкании в цепи с индуктивностью. Энергия магнитного поля.
10. Электромагнитное поле. Вихревой характер электрического поля. Ток смещения. Уравнения Максвелла электромагнитного поля.

## **Оптика**

1. Интерференция волн. Способы получения когерентных волн делением волнового фронта (примеры) и делением амплитуды (полосы равного наклона, полосы равной толщины, кольца Ньютона).
2. Принцип Гюйгенса - Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и от круглого диска.
3. Метод графического сложения амплитуд. Дифракция Френеля на краю полуплоскости. Спираль Корню.
4. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракция света от двух щелей. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке.
5. Нормальная и аномальная дисперсия. Основы электронной теории дисперсии.
6. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Интерференция поляризованных лучей.
7. Двойное лучепреломление. Искусственное двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации. Объяснение вращения плоскости поляризации по Френелю.
8. Рассеяние света. Рассеяние света в мутных средах. Молекулярное рассеяние света в газах.
9. Излучательная и поглощательная способности тел. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формулы Рэлея-Джинса и Планка.
10. Виды фотоэффекта. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Применение фотоэффекта.

## **Физика атомов и атомных явлений**

1. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Опыт Девиссона и Джермера.
2. Дискретность атомных состояний. Опыт Франка и Герца. Спектр излучения атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Боровская теория атома водорода.
3. Уравнение Шредингера.
4. Водородоподобный атом в свете квантовой теории. Физический смысл квантовых чисел электрона. Схема уровней энергии.
5. Спин электрона. Дублетная структура спектров атомов щелочных металлов. опыты Штерна и Герлаха. Понятие о пространственном квантовании.
6. Полный механический момент многоэлектронного атома. L-S связь. Спин-орбитальное взаимодействие. Терм атома. Тонкая структура уровней.
7. Атом в магнитном поле. Полный магнитный момент многоэлектронного атома. Фактор Ланде.
8. Эффект Зеемана. Эффект Папена-Бака.
9. Электронный парамагнитный резонанс.

10. Электронные конфигурации и идеальная схема заполнения оболочек. Принцип Паули. Периодическая система Менделеева.
11. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
12. Сверхпроводимость и сверхтекучесть, их квантовая природа.

### **Физика атомного ядра и частиц**

1. Размеры и структура ядер. Структура нуклона. N-Z диаграмма атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Спин ядра.
2. Сильные взаимодействия. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия. Дейтрон. Изоспин.
3. Модели атомных ядер: капельная, оболочечная.
4. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа - распад. Бета-распад.
5. Ядерные реакции. Классификация. Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы ядерных реакций. Энергия реакции. Сечение. Порог реакции.
6. Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Эффект Мессбауэра.
7. Слабые взаимодействия. Лептоны. Лептонные числа. Кванты слабого взаимодействия.
8. Кварки. Кварковая структура адронов. Барионы. Мезоны. Глюоны. Цвет.
9. Систематика частиц. Фундаментальные частицы.

### **Дисциплины профессионального цикла**

1. Симметрия структуры кристаллов. Сингонии. Решетки Бравэ.
2. Пространственная решетка. Индексы Миллера. Элементарная ячейка и её параметры.
3. Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое и одноэлектронное приближения. Зонное приближение.
4. Основы зонной теории твердых тел. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики.
5. Изоэнергетические поверхности. Эффективная масса электрона и дырки. Физический смысл эффективной массы.
6. Энергетические зоны. Основные понятия зонной теории полупроводников (валентная, запрещенная зоны, зона проводимости, дырки, энергетические уровни дефектов и примесей). Уровень Ферми.
7. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Распределение Максвелла - Больцмана
8. Распределение Бозе-Эйнштейна. Идеальный Бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация.
9. Сверхпроводимость. Экспериментальные факты по сверхпроводимости.
10. Электронная теория проводимости металлов Друде - Лоренца. Закон Ома и Видемана-Франца. Основные понятия (подвижность, концентрация, длина свободного пробега, время релаксации носителей заряда).

11. Дифракция рентгеновских лучей (РЛ) на кристаллической решетке. Уравнение Вульфа  
– Брэггов. Дифракция электронов на кристаллах. Применение дифракции РЛ и электронной дифракции для структурного и фазового анализа твердых тел.
12. Физика диамагнетизма и парамагнетизма.
13. Магнитная проницаемость. Магнитоупорядоченные вещества. Петля гистерезиса. Точка Кюри Ферромагнетики. Домены. Антиферромагнетики.
14. Магнитотвёрдые материалы, их параметры, их свойства и применение. Материалы с прямоугольной петлёй гистерезиса. Специальные магнитные материалы.
15. Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Вакансии, равновесная концентрация вакансий. Дислокации. Вектор Бюргерса. Энергия дислокаций.
16. Стенки дислокаций, границы зерен. Движение дислокаций, их связь с пластической деформацией. Барьер Пайерлса. Соотношение Холла-Петча.
17. Диффузия. Движущая сила диффузии. Законы Фика. Энергия активации диффузии. Основные механизмы диффузии в твердых телах.
18. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Напряжения и деформации при сдвиге и кручении. Законы Гука для деформации сдвига и кручения. Модуль сдвига.
19. Фононы. Удельная теплоемкость решетки. Расчет фононной теплоемкости по модели Дебая и Эйнштейна. Экспериментальные методы определения фононного спектра. Рассеяние нейтронов и электромагнитного излучения кристаллом.
20. Ангармонические взаимодействия в кристаллах и тепловое расширение. Теплопроводность решетки. Температурная зависимость фононной теплопроводности.

## ДЕМОВЕРСИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ВАРИАНТА

### Задачи-тест для поступления в магистратуру по направлению «Физика», профиль «Физика наносистем».

**№ 1.** Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея скорость 18 км/ч, движется равнозамедленно с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ; другой, имея скорость 5,4 км/ч, движется равноускоренно с тем же ускорением. Через какое время велосипедисты встретятся и какой путь проедет каждый из них до встречи, если расстояние между ними в начальный момент времени 130 м?

**№ 2.** Тело массой 2 кг тянут по гладкой горизонтальной поверхности с помощью пружины, которая при движении растянулась на 2 см. Жесткость пружины 200 Н/м. Определить ускорение, с которым движется тело.

**№ 3.** Маховик, выполненный в виде диска  $R = 0,4 \text{ м}$  и имеющий  $m = 100 \text{ кг}$ , был раскручен до частоты вращения 480 об/мин и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 1 мин 20 с. Определить момент силы трения вала о подшипники.

**№ 4.** В сообщающихся сосудах находится ртуть. Площадь сечения одного сосуда в 2 раза больше, чем другого. В узкий сосуд наливают столб воды высотой 1,02 м. На сколько миллиметров поднимется ртуть в широком сосуде?

**№ 5.** Однородное тело плавает на поверхности керосина ( $\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$ ) так, что объем погруженной части составляет 0,92 всего объема тела. Определить объем погруженной части при плавании тела на поверхности воды, если  $V$  объем всего тела.

.

**№ 6.** Определить число  $N$  молекул, содержащихся в объеме  $V = 1 \text{ мм}^3$  и массу  $m_0$  молекулы воды.

**№ 6.** Складываются два колебания одинакового направления, заданные уравнениями  $x_1 = \cos\pi(t + 1/6)$ ,  $x_2 = 2\cos\pi(t + 1/2)$  (длина – в сантиметрах, время – в секундах). Определить амплитуды, периоды и начальные фазы складывающихся колебаний; написать уравнение результирующего колебания.

**№ 7.** Для сжатия пружины на  $x_1=2 \text{ см}$  надо приложить силу 10 Н. Определить энергию упругой деформации пружины при сжатии на  $x_2=4 \text{ см}$  из недеформированного состояния.



**№ 8.** Баллон содержит  $m_1 = 80$  г кислорода и  $m_2 = 320$  г аргона. Давление смеси  $p = 1$  МПа, температура  $T = 300$  К. Принимая данные газы за идеальные, определить объем  $V$  баллона.

**№ 9.** Тонкий стержень длиной  $l = 20$  см несет равномерно распределенный заряд. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 10$  см от ближайшего конца находится точечный заряд  $q_1 = 40$  нКл, который взаимодействует со стержнем с силой  $F = 6$  мкН. Определить линейную плотность  $\tau$  заряда на стержне.

**№ 10.** Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 2$  А в течение времени  $\tau = 5$  с. Определите заряд, прошедший по проводнику.

**№ 11.** По двум бесконечным параллельным прямым проводам, находящимся на расстоянии  $d = 20$  см друг от друга, текут одинаковые токи  $I = 1$  кА. Вычислить силу взаимодействия токов, приходящуюся на 1 м длины проводника.

**№ 12.** Способность металлов, не разрушаясь, изменять под действием внешних сил свою форму и сохранять измененную форму после прекращения действия сил, называется:

**№ 13.** Измерение, какого механического свойства используется обычно для контроля качества термической обработки:

**№ 14.** Какое из перечисленных свойств металлов обеспечивает наилучшую возможность их обработки давлением:

**№ 15.** В фокусе рассеивающей линзы установлен предмет высотой 5 см. На каком расстоянии от линзы находится изображение? Определите размеры изображения. Фокусное расстояние линзы 10 см.

**№ 16.** На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки  $d = 2$  мкм. Какого наибольшего порядка дифракционный максимум дает эта решетка в случае красного ( $\lambda_1 = 0,7$  мкм) и в случае фиолетового ( $\lambda_2 = 0,41$  мкм) света?

№ 17. Электрон в атоме водорода перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить энергию испущенного при этом фотона.

№ 18. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, ускорился в разности потенциалов равной  $U$ . Найти длину волны де Бройля для случаев:

1)  $U_1 = 51 \text{ В}$ ; 2)  $U_2 = 510 \text{ кВ}$

№ 19. Шару емкостью  $1 \text{ мкФ}$  сообщили заряд  $3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ , а шару емкостью  $2 \text{ мкФ}$  заряд  $9 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ . Как распределятся заряды между шарами, если их соединить проволочкой? На сколько изменится заряд каждого шара?

№ 20. Через блок, укрепленный на горизонтальной оси, проходящей через его центр, перекинута нить, к концам которой прикреплены грузы  $m_1 = 300 \text{ г}$  и  $m_2 = 200 \text{ г}$ . Блок считать однородным диском. Найти ускорение грузов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### МЕХАНИКА

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – 4-е изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 324 с.
2. Стрелков С.П. Механика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2005.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.1.- М.: Физматлит, 2006.
4. Савельев И.В. Курс общей физики, т.1.- СПб.: Изд-во «Лань», 2007.
5. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Наука, 1971.

### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. - М Изд-во «Лань», 2010
2. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. - СПб.: Изд-во «Лань», 2007.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, т.1. - СПб.: Изд-во «Лань», 2007.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.2. Термодинамика и молекулярная физика. - М.:Физматлит, 2005.
5. Иродов И.Е. Физика макросистем: основные законы. — М.: Бинوم, 2006.

### ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. - Изд-во «Лань», 2010
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.3. Электричество. - М.: Физматлит, 2002.
3. Калашников С.Г. Курс общей физики. Электричество. - М.: Наука, 1990.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. т.3. Электричество и магнетизм. Колебания и волны.

### ОПТИКА

1. Лансберг Г.С. Оптика. 7-е изд., стер. — М.: Физматлит, 2017. – 854 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. - М.: Физматлит, 2005.
3. Матвеев А.Н. Оптика. - М.: Высшая школа, 1985.
4. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. - Изд. 5-е, стер. — СПб., М.: Лань, 2008. 480 с.

### ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. – М.: Лань, 2010 (в 2-х томах).
2. Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1989.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. т.3.-СПб.: Изд-во «Лань», 2005.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.5. Атомная и ядерная физика. Ч.1.- М.: Физматлит, 2006.

### ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЧАСТИЦ

1. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М., 2011
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра М.: Изд. «Лань», 2009. - 384 с.; Т. 2. Физика ядерных реакций. М.: Изд. «Лань», 2009. - 326 с.; Т.3. Физика элементарных частиц. М.: Изд. «Лань», 2008. -432 с.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики т.5. Атомная и ядерная физика. Ч.2.- М.: Физматлит,2006.
4. Епифанов, Георгий Иванович. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов .— 3-е, испр. — СПб. : Лань, 2010 .— 288 с. -60 экз.
5. Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела : учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .— 224 с.
6. Шаскольская М. П. Кристаллография.- М.: Высшая школа, 2008 г.
7. Шалимова, Клавдия Васильевна. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова .— Изд. 4-е, стер. — СПб. : Лань, 2010 .— 400 с.
8. Н. Ашкрофт, Н.Мермин Физика твердого тела. - М.: Мир,1986 г. (2 т.)
9. Ч. Киттель. Квантовая теория твердых тел. - М.: Наука, 1968 г.
10. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. - М.: Наука, 1978 г. 791 с.
11. Брандт, Николай Борисович. Ква
12. зичастицы в физике конденсированного состояния / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский .— Изд. 2-е, испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 632 с.
13. Дж. Займан Принципы теории твердых тел. - М.: Мир, 1966 г.
14. У. Харрисон Электронная структура и свойства твердых тел. - М.: Мир, 1983 г., (2 т.).
15. Келли А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах.- М.: Мир,1974г.
16. Ф.Дж. Блатт Физика электронной проводимости в твердых телах. - М.: Мир, 1971 г.
17. Федотов А. К. Физическое материаловедение. В 3-х ч. Часть 1. Физика твердого тела. Минск: Вышэйшая школа, 2010. 400 с. ЭБС «Электронная библиотека онлайн», электронное издание.
18. Д.Д. Мишин Магнитные материалы. Изд.-во. Высшая школа. М., 1991 г.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. М.: Наука, 1983.
2. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. М.: Наука, ч.4, 1977.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. - М.: Высшая школа, 2007.