

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ «ФИЗИКА»

---

### 1. Цель и задача вступительного испытания

Оценить степень готовности абитуриентов к освоению магистерских образовательных программ по направлениям 03.04.02 Физика, профиль «Экспериментальная и теоретическая физика конденсированных сред и сложных систем» 44.04.01 Педагогическое образование, профиль «Физико-астрономическое образование».

### 2. Основные требования к уровню подготовки

На экзамене осуществляется оценка общего уровня подготовки поступающего по физике, которая заключается в проверке:

*знаний*

- основных физических законов и теорий, границ их применения и практического приложения;
- основных физических величин и физических констант, их определения и единиц измерения;
- фундаментальных физических экспериментов и их роли в развитии науки;

*умений*

- объяснять описываемые явления;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- записывать уравнения для физических законов и величин;
- иллюстрировать описываемые явления графически;
- аргументировать свою позицию, излагать свои мысли логично и литературным языком.

### 3. Форма вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в письменной форме с применением дистанционных образовательных технологий по билетам с вопросами, предполагающими подготовку развернутых ответов. Каждый билет содержит два вопроса из разных разделов курса физики.

На подготовку ответов по экзаменационным вопросам отводится два академических часа (90 минут). Ответы на вопросы вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале. Объявление итогов экзамена происходит в соответствии с графиком оглашения результатов вступительных испытаний в магистратуру.

### 4. Содержание программы

**Кинематика материальной точки и вращательного движения абсолютно твердого тела.** Предмет кинематики. Понятие материальной точки. Основные понятия кинематики материальной точки: тело отсчета, система отсчета, траектория, путь, вектор перемещения, скорость и ускорение. Кинематические уравнения прямолинейного движения. Ускорение при криволинейном движении. Способы описания движения материальной точки. Понятие абсолютно твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Кинематика вращательного движения твердого тела относительно закрепленной оси. Связь между линейными и угловыми характеристиками вращательного движения.

**Динамика материальной точки.** Предмет и задачи динамики. Основные понятия динамики: сила, масса, импульс материальной точки. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

**Динамика системы материальных точек и основы динамики твердого тела.** Импульс системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Момент силы. Момент импульса системы материальных точек. Момент инерции тела. Основное уравнение динамики твердого тела. Вращение твердого тела относительно закрепленной оси.

**Законы сохранения в механике.** Закон сохранения импульса системы материальных точек и его связь с однородностью пространства. Работа и мощность силы. Энергия. Кинетическая энергия системы материальных точек, твердого тела. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии и однородность времени. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства.

**Механические колебания.** Колебательное движение. Условия возникновения механических колебаний. Параметры гармонических колебаний. Свободные колебания без затухания. Энергия при гармонических колебаниях. Гармонические осцилляторы. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания и логарифмический декремент затухания. Добротность. Вынужденные механические колебания. Резонанс.

**Упругие волны** Распространение волн в упругой среде. Уравнение плоской и сферической волн. Фазовая и групповая скорость. Интерференция волн. Стоячие волны. Волновое уравнение. Эффект Доплера.

**Основные положения статистической физики.** Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их экспериментальное доказательство. Основные понятия и определения МКТ. Элементарный вывод основного уравнения МКТ. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Средняя квадратичная скорость

**Статистические распределения.** Тепловое движение молекул. Понятие вероятности, функция распределения  $f(v)$  и ее физический смысл. Распределение молекул по скоростям – функция распределение Максвелла. Опыт Штерна. Наиболее вероятная и среднеарифметическая скорости. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

**Элементы физической кинетики.** Число столкновений и длина свободного пробега молекул в газе. Явления переноса в газах и уравнения, описывающие их. Объяснение явлений переноса в рамках МКТ. Коэффициенты переноса и их зависимость от давления.

**Идеальные и реальные газы** Понятие идеального газа. Параметры, характеризующие состояние идеального газа. Изопроцессы в идеальном газе и законы, описывающие их. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Понятие реального газа. Силы межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его качественный анализ. Изотермы реального газа. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа.

**Первое начало термодинамики.** Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии молекулы по степеням свободы Внутренняя энергия идеального газа. Термодинамические понятия – теплота и работа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики, как один из фундаментальных законов природы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеальных газов. Адиабатический процесс. Молярная и удельная теплоемкость газа. Уравнение Майера

**Энтропия идеального газа. Второе начало термодинамики.** Обратимые и необратимые процессы в природе. Тепловые машины. Цикл Карно. Термодинамическое определение энтропии и ее свойства. Неравенство Клаузиуса. Формулировки Томсона и Клаузиуса второго начала термодинамики и их эквивалентность. Второе начало термодинамики как закон возрастания энтропии при необратимых процессах в теплоизолированной системе. Статистический смысл энтропии.

**Электрическое поле в вакууме.** Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии электростатического поля. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Работа сил электростатического поля. Потенциальная энергия. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом.

**Проводники и диэлектрики в электрическом поле.** Проводники во внешнем электростатическом поле. Равновесие зарядов на проводнике. Распределение зарядов по поверхности проводника и электрическое поле вблизи его поверхности. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы. Плоский конденсатор. Энергия и плотность энергии электрического поля.

**Диэлектрики в электрическом поле.** Микроскопическое строение диэлектриков. Диполь в однородном и неоднородном электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации, диэлектрическая восприимчивость. Объемные и связанные заряды. Электрическое поле внутри диэлектрика. Физический смысл относительной диэлектрической проницаемости. Вектор электрической индукции в диэлектриках. Теорема Гаусса для вектора электрической индукции в интегральной и дифференциальной формах. Связь векторов поляризации, напряженности

**Постоянный электрический ток.** Понятие электрического тока. Условие существования электрического тока. Количественные характеристики электрического тока (сила и плотность тока). Постоянный электрический ток. Основные понятия: ЭДС, напряжение, разность потенциалов, сопротивление проводника. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участка цепи и замкнутого участка цепи. Закон Ома в дифференциальной форме для однородного участка цепи. Работа и мощность электрического тока. Превращение энергии в цепи постоянного тока, закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме.

**Природа электрического тока в электролитах и газах.** Электрический ток в жидкостях. Электрическая диссоциация ионных молекул в растворах. Проводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. Электрический ток в газах. Ионизация газов. Закон Ома для газов. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд и виды самостоятельных разрядов. Понятие плазмы.

**Магнитное поле.** Магнитное взаимодействие (опыты Эрстеда и Ампера). Вектор и линии магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Напряженность магнитного поля. Закон Ампера. Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.

**Электромагнитные явления.** Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея). Индукционный ток. Правило Ленца. Вывод закона электромагнитной индукции Фарадея и правила Ленца из закона сохранения энергии. Величина ЭДС индукции. Природа ЭДС индукции (Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции). Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании электрической цепи. Взаимная индукция. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

**Интерференция и дифракция световых волн** Явление интерференции. Условия наблюдения устойчивой картины интерференции. Реализация когерентных источников в оптике. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Практическое применение явления интерференции света. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-

Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка и ее применение в спектроскопии.

**Волновые свойства микрообъектов.** Корпускулярно-волновой дуализм частиц материи. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение (опыты Девиссона и Джермера). Соотношение неопределенностей Гейзенберга для координаты и импульса, энергии и времени. Волновая функция, ее статистический смысл. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме». Квантование энергии частицы.

**Основные свойства атомных ядер.** Строение атомного ядра. Нуклоны и их свойства. Размер, заряд и масса атомного ядра. Спин ядра. Энергия связи. Дефект массы. Ядерные силы и их свойства. Модели атомного ядра. Магические ядра.

**Радиоактивность.** Естественная и искусственная радиоактивность. Состав радиоактивного излучения. Радиоактивный распад и закон радиоактивного распада. Правила смещения и радиоактивные семейства. Закономерности альфа-распада. Виды и закономерности бета-распада. Возбужденное состояние ядер и гамма-излучение.

**Ядерные реакции.** Ядерные реакции и их основные типы. Теория Бора, объясняющая механизм протекания ядерной реакции. Законы сохранения при ядерной реакции. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления. Реакции синтеза легких ядер.

## 5. Критерии оценки ответа на вопрос.

Каждый вопрос билета оценивается максимальным баллом, равным 50. Развернутые ответы оцениваются на основании следующих критериев:

№ критерия	Критерии оценки ответа	Баллы
1	Глубина изложения материала и полнота ответа (количество элементов знаний)	0 – 10
2	Логическая строгость и доказательность излагаемого материала	0 – 10
3	Сформированность теоретических знаний (знание теорий, законов и закономерностей)	0 – 10
4	Степень обоснованности заключений и выводов	0 – 10
5	Анализ взаимосвязей изложенной темы с другими темами курса физики.	0 – 10

## 6. Шкала оценки ответа.

**48-50 баллов** – ответ демонстрирует глубокое знание базовых понятий, теорий и концепций, их обоснование достаточно полно; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ сопровождается комментариями физических величин и понятий, содержит уравнения, схемы и графики, с помощью которых можно описать рассматриваемый вопрос.

**36-47 баллов** – ответ демонстрирует хорошее знание базовых понятий, теорий и концепций, но их обоснование недостаточно полно; материал изложен в определенной логической последовательности, но при этом допущены две-три несущественные ошибки; ответ сопровождается комментариями физических величин и понятий, содержит уравнения, схемы и графики, с помощью которых можно описать рассматриваемый вопрос.

**20-35 баллов** – материал излагается фрагментарно и при ответе нарушена логичность, но сам ответ демонстрирует удовлетворительные знание базовых понятий, теорий и концепций; ответ содержит две-три не грубые ошибки или одну грубую; ответ сопровождается комментариями физических величин и понятий, но при этом допущены значительные неточности; уравнения, с помощью которых можно описать процессы и явления, описывающие рассматриваемый вопрос содержат ошибки.

**1-19 баллов** – при ответе материал излагается фрагментарно, без достаточной логики, со слабым пониманием сущности рассматриваемой проблемы и без обоснования выводов; ответ демонстрирует низкий уровень знаний базовых понятий, теорий и концепций и содержит принципиальные ошибки; ответ не сопровождается комментариями физических величин и понятий, не содержит уравнения, с помощью которых можно описать рассматриваемый вопрос.

**0 баллов** – отсутствие ответа или принципиально неверный ответ.

## **7. Список рекомендуемой литературы:**

### **Основная литература**

1. Алешкевич В.А. Университетский курс общей физики. Учебник для вузов (Механика. Молекулярная физика. Электромагнетизм. Оптика) – М.: Физматлит, 2011 – 2016.
2. Бордовский Г.А., Борисенок С.В., Гороховатский Ю.А. Кондратьев А.С., Суханов А.Д. Курс физики. Физические основы механики. / Под ред. Г.А. Бордовского. – М.: Высшая школа, 2004.
3. Бордовский Г.А., Гороховатский Ю.А. Темнов Д.Э., Суханов А.Д. Курс физики. Физические основы электромагнитных явлений. / Под ред. Г.А. Бордовского. – М.: Высшая школа, 2004.
4. Матвеев А.Н. Атомная физика. Учебник для вузов. – М.: «Оникс», 2007.
5. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. Учебник для вузов. – М.: Оникс, 2003.
6. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Учебник для вузов. – М.: Оникс, 2006.
7. Матвеев А.Н. Оптика. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1985.
8. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. Учебник для вузов. – М.: Оникс, 2005.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Учебник для вузов. Т.1-3 – М.: Лань, 2025.
10. Савельев И.В. Курс общей физики. Учебник для вузов. Т.1-3 – М.: Лань, 2025.
11. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учебное пособие. Т.1-5 – М.: Физматлит, 2020 – 2024.

### **Дополнительная литература.**

1. Бутиков Е.И. Оптика. Учебное пособие для вузов. / Под ред. Н.И. Калитиевского. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Иродов, И.Е. Волновые процессы. Основные законы. Учебное пособие. – М.: Лаборатория знаний, 2024.
3. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы. Учебное пособие. – М.: Лаборатория знаний, 2021.
4. Иродов, И.Е. Механика. Основные законы. Учебное пособие – М.: Лаборатория знаний, 2021.
5. Иродов, И.Е. Физика макросистем. Основные законы. Учебное пособие. – М.: Лаборатория знаний, 2020.

6. Иродов, И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. Учебное пособие. – М.: Лаборатория знаний, 2021.
7. Калашников С.Г. Электричество. Учебник. – М.: Физматлит, 2004.
8. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. Учебное пособие для вузов – СПб.: Лань, 2021.
9. Стрелков П.С. Механика: Учебник. – СПб.: Изд. Лань, 2005.
10. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1972.
11. Кингсеп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики: Учебник. Т.1-2 – М.: Физматлит, 2001.
12. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Учебник для вузов. Т.1-3 – М.: Лань, 2009.

**Пример билета вступительного испытания**

1. Понятие идеального газа. Параметры, характеризующие состояние идеального газа. Изопродессы в идеальном газе и законы, описывающие их. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).
2. Ядерные реакции и их основные типы.

**Авторы-составители:**

доктор физ.-мат. наук, профессор Грабов В.М.

доктор физ.-мат. наук, профессор Ляпцев А.В.