

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

ОБЩАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

направление подготовки

03.04.02 Физика

профиль: Теоретическая и экспериментальная физика конденсированных сред

2024

1. Цель и задачи вступительного испытания

Целью вступительного испытания по физике является оценка готовности поступающего в магистратуру к освоению образовательной программы направления подготовки 03.04.02 Физика.

Задачи вступительного испытания:

1. Определение практической и теоретической подготовленности поступающего;
2. Выявление соответствия знаний, умений и навыков поступающего требованиям обучения в магистратуре по направлению подготовки;
3. Определение готовности поступающего к решению профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности;
4. Выявление умения использовать современные методы экспериментальной и теоретической физики для решения научных и практических задач.

2. Требования к уровню подготовки поступающих

Поступающий в магистратуру по направлению 03.04.02 Физика должен знать:

теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, теории колебаний и волн, термодинамики, молекулярной физики, статистической физики, электричества и магнетизма, оптики, квантовой механики, атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.

уметь:

излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

владеть навыками:

теоретического мышления и умениями, позволяющими применять современные методы экспериментальной и теоретической физики для решения задач науки и техники; совершенствования своей профессиональной деятельности в области экспериментальной и теоретической физики.

3. Форма и продолжительность вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в форме тестирования. Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий.

Продолжительность вступительного испытания – 1 час 40 минут.

4. Структура экзаменационных заданий и критерии оценки

Часть 1. - тестовые задания закрытого типа с выбором одного ответа из четырёх предложенных. Данная часть включает 60 тестовых заданий, на решение каждого из которых поступающему максимально выделена 1 минута времени. Общее максимальное время выполнения указанных заданий – 60 минут.

Часть 2. - тестовые задания закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести и более количества предложенных), тестовые задания на установление последовательности, тестовые задания на установление соответствия. Данная часть включает 10 тестовых заданий, на решение каждого из которых поступающему максимально выделено 2 минуты времени. Общее максимальное время выполнения указанных заданий – 20 минут.

Часть 3. - тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с развёрнутым ответом (полная запись ответа с обоснованием). Данная часть включает 1 задание, предполагающее развёрнутый ответ, на решение которого поступающему максимально выделено 20 минут времени.

Максимально возможное количество баллов в сумме за решение тестовых заданий – 100.

Каждое правильно решённое **тестовое задание первой части** оценивается в 1 балл, ошибочное решение – 0 баллов, максимально возможная оценка за решение тестовых заданий 1 части – 60 баллов.

Каждое правильно решённое **тестовое задание второй части** оценивается в 2 балла, частично или не полностью решённое задание – 1 балл, ошибочное решение или его отсутствие – 0 баллов, максимально возможная оценка за решение тестовых заданий 2 части – 20 баллов.

Правильно решённое **задание третьей части** оценивается от 0 до 20 баллов. Ответ на открытый вопрос оценивается по следующим критериям (таблица 1):

Таблица 1.

Критерии и показатели оценивания решения вступительного испытания

Критерии	Показатели	Баллы
1. Правильное понимание физической сущности рассматриваемых явлений, закономерностей, законов и теорий физики	Правильное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий.	2 балла
	Имеются отдельные пробелы в понимании физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий.	1 балл
	Отсутствует понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий.	0 баллов
2. Правильная формулировка используемых законов физики и точная запись уравнений физики	Правильная формулировка используемых законов физики и точная запись уравнений физики.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в формулировках используемых законов физики и в точности записи используемых уравнений физики.	1 балл
	Отсутствует точность в формулировках используемых законов физики и в записи используемых уравнений физики.	0 баллов
3. Правильное использование физических величин и их единиц измерения	Правильное использование физических величин и их единиц измерения.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в использовании физических величин и их единиц измерения.	1 балл
	Неправильное использование физических величин и их единиц измерения.	0 баллов
4. Обоснованность используемых моделей и приближений, рациональный план решения	Используемые модели и приближения обоснованы. Выбран рациональный план решения.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в обосновании используемых моделей и приближений. Выбран не самый рациональный план решения.	1 балл
	Используемые модели и приближения не обоснованы. Выбран нерациональный план решения.	0 баллов
5. Наличие исходных уравнений в «общем» виде – в «буквенных» обозначениях	Наличие исходных уравнений в «общем» виде – в «буквенных» обозначениях.	2 балла
	Приведены не все исходные уравнения в «общем» виде – в «буквенных» обозначениях.	1 балл
	Отсутствуют исходные уравнения в «общем» виде – в «буквенных» обозначениях.	0 баллов
6. Правильное и аккуратное выполнение чертежей, схем	Правильное и аккуратное выполнение чертежей, схем и графиков. Соответствие формальным требованиям к оформлению текста ответа.	2 балла

и графиков при их необходимости. Соответствие формальным требованиям к оформлению текста ответа	Имеются отдельные неточности в выполнении чертежей, схем и графиков. В целом требования к оформлению письменных текстов соблюдены.	1 балл
	Чертежи, схемы и графики не представлены, хотя необходимы. Обнаружено значительное количество грубых лексических, орфографических, пунктуационных ошибок.	0 баллов
7. Получение верного ответа в виде уравнения в общем виде.	Получен верный ответ в виде уравнения в общем виде.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в ответе в виде уравнения в общем виде.	1 балл
	Ответ в виде уравнения в общем виде отсутствует.	0 баллов
8. Соблюдение правил приближенных вычислений.	Правила приближенных вычислений соблюдены.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в применении правил приближенных вычислений.	1 балл
	Правила приближенных вычислений не соблюдены.	0 баллов
9. Правильный численный ответ с требуемой точностью и с указанием размерности.	Получен правильный численный ответ с требуемой точностью и с указанием размерности.	2 балла
	Получен численный ответ с недостаточной точностью и/или ответ приведён без указания размерности.	1 балл
	Получен неправильный численный ответ.	0 баллов
10. Анализ полученного решения: реальность полученного значения физической величины, предельные случаи и асимптотическое поведение для ответа, в виде уравнения в общем виде.	Проведён исчерпывающий анализ полученного решения.	2 балла
	Проведён недостаточно исчерпывающий анализ полученного решения и/или в этом анализе имеются отдельные неточности.	1 балл
	Не проведён анализ полученного решения.	0 баллов

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний при приёме на обучение по образовательным программам высшего образования (программам магистратуры) в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» составляет 51 балл.

5. Содержание программы вступительного испытания

1. Механика

- 1.1. Кинематика материальной точки.
- 1.2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.
- 1.3. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
- 1.4. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.
- 1.5. Функция Лагранжа и принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
- 1.6. Канонические уравнения Гамильтона.
- 1.7. Уравнение Гамильтона-Якоби.
- 1.8. Динамика абсолютно твёрдого тела. Тензор инерции.

- 1.9. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания.
- 1.10. Деформации и напряжения в твёрдых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент Пуассона.
- 1.11. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера.
- 1.12. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Уравнения Навье - Стокса. Число Рейнольдса.
- 1.13. Экспериментальные предпосылки специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Интервал и его инвариантность.
- 1.14. Релятивистская кинематика. Релятивистское сложение скоростей. Релятивистский эффект Доплера. Релятивистская абберация.
- 1.15. Релятивистская динамика. Импульс и энергия релятивистской частицы.
- 1.16. Замедление хода часов в гравитационном поле. Понятие о принципе эквивалентности. Представление об общей теории относительности.

2. Молекулярная физика и статистическая механика

- 2.1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Общее и нулевое начала термодинамики. Температура.
- 2.2. Первое начало термодинамики. Циклические процессы
- 2.3. Второе начало термодинамики.
- 2.4. Энтропия термодинамической системы. Третье начало термодинамики (теорема Нернста).
- 2.5. Термодинамические потенциалы.
- 2.6. Идеальный газ. Основные газовые законы.
- 2.7. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана.
- 2.8. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).
- 2.9. Канонические распределения.
- 2.10. Идеальные Бозе- и Ферми газы.
- 2.11. Теория флуктуации. Броуновское движение.
- 2.12. Взаимодействие молекул. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- 2.13. Фазовые переходы первого и второго рода.
- 2.14. Явления переноса.
- 2.15. Явления в разреженных газах. Кнудсеновское течение.
- 2.16. Основные постулаты статистической физики. Микро- и макросостояния. Энтропия и статистический вес. Энтропия и второе начало термодинамики.
- 2.17. Предмет физической кинетики. Основные кинетические уравнения.

3. Электродинамика

- 3.1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса.
- 3.2. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.
- 3.3. Квазистационарные токи. Свободные и вынужденные колебания в электрических цепях. Явление резонанса. Добротность колебательного контура, её энергетический смысл.
- 3.4. Уравнение Максвелла в вакууме. Ток смещения. Скалярный и векторный потенциалы.
- 3.5. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
- 3.6. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

- 3.7. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.
- 3.8. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления.
- 3.9. Диэлектрики, магнетики, проводники, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.
- 3.10. Скин-эффект.

4. Оптика

- 4.1. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
- 4.2. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
- 4.3. Поляризация света. Линейная, циркулярная (круговая) и эллиптическая поляризация монохроматических волн.
- 4.4. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения.
- 4.5. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.
- 4.6. Дисперсия и поглощение света. Формула Рэлея.
- 4.7. Отражение и преломление на границах двух сред. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
- 4.8. Рассеяние света.
- 4.9. Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала. Принцип Ферма.
- 4.10. Законы фотоэффекта. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана.

5. Атомная физика и квантовая механика

- 5.1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи. Волны де Бройля.
- 5.2. Основные положения квантовой механики. Корпускулярно-волновой дуализм. Волновая функция.
- 5.3. Принцип неопределённости. Соотношение неопределённости для координаты и импульса. Соотношение неопределённостей для энергии и времени.
- 5.4. Нестационарное уравнение Шредингера. Динамика волнового пакета.
- 5.5. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Принцип суперпозиции.
- 5.6. Линейный квантовый гармонический осциллятор.
- 5.7. Квантовый ротатор.
- 5.8. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
- 5.9. Угловой момент. Сложение моментов.
- 5.10. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.
- 5.11. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Спин. Принцип Паули.
- 5.12. Многоэлектронный атом. Электронная конфигурация. Терм. Тонкая структура терма.
- 5.13. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи.
- 5.14. Представление о релятивистской квантовой механике. Античастицы.

6. Физика твёрдого тела

- 6.1. Кристаллы, их свойства. Симметрия кристаллов. Решётки Браве. Пространственная решётка. Плотные упаковки.
- 6.2. Решётка типа меди (ГЦК), альфа-железа (ОЦК), алмаза, графита, сфалерита и вюрцита.

- 6.3. Обратная решётка. Ячейки Вигнера-Зейтца. Зоны Бриллюэна.
- 6.4. Электроны в кристалле. Теории металлов Друде и Зоммерфельда. Энергия Ферми. Электронная теплоёмкость.
- 6.5. Энергетические зоны. Представление о зонной теории проводников, диэлектриков и полупроводников.
- 6.6. Теплоёмкость твёрдых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоёмкости Эйнштейна. Фононы. Теория теплоёмкости Дебая.
- 6.7. Представление о сверхпроводимости.

7. Физика атомного ядра и элементарные частицы

- 7.1. Основные характеристики атомных ядер.
- 7.2. Радиоактивность. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия. Реакторы.
- 7.3. Модели атомных ядер. Сильное взаимодействие.
- 7.4. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Нейтрино.
- 7.5. Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы (лептоны, кварки и переносчики взаимодействий). Кварковая структура адронов.
- 7.6. Принципы и методы ускорения заряженных частиц.
- 7.7. Методы детектирования частиц.

6. Литература

Основная литература

1. Иродов И. Е. Курс общей физики. В 5 кн. М.: Бином. 2014.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. М.: Астрель. 2008.
3. Сивухин Д. В. Курс общей физики. В 5 т. М.: Физматлит. 2005.
4. Матвеев А. Н. Курс физики. В 4 т. М.: Высшая школа. 2003.
5. Кузнецов С.И. Краткий курс физики: учебное пособие / С.И. Кузнецов, К.И. Рогозин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов: в 10 т. М.: Физматлит: 2001.
7. Савельев И. В. Основы теоретической физики: в 2 т. СПб.: Лань, 2005.
8. Мултановский, В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики: [для физико-математических факультетов]. - Москва : Просвещение, 1990.
9. Пивень В. Ф. Теоретическая механика. - Орел: Орлов. гос. ун-т, 2001.
10. Бутиков Е. И. Оптика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2012.
11. Кириченко Н. А. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика: учебник. М.: МФТИ, 2005.
12. Ларионов Н. В., Баранцев К. А., Курапцев А. С., Литвинов А. Н. Статистическая физика и элементы физической кинетики. Краткий курс с задачами и решениями : учеб. пособие / Н. В. Ларионов [и др.]. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021.
13. Байков Ю. А. Физика конденсированного состояния: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
14. Винтайкин, Б. Е. Физика твёрдого тела: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Баумана, 2008.
15. Зегря Г. Г., Перель В. И. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2009.
16. Яворский Б. М., Детлаф А. А., Лебедев А. К. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. М.: ОНИКС, 2006.
17. Пул, Ч. Справочное руководство по физике: Фундаментальные концепции, основные уравнения и формулы. М.: Мир, 2001.

Дополнительная литература

1. Ольховский И. И. Курс теоретической механики для физиков. М. Изд-во МГУ. 1978.
2. Жирнов Н. М. Классическая механика. М.: Просвещение, 1980.
3. Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика. М., Наука, 1976.
4. Ландсберг Г. С. Оптика. М. Наука. 1976.
5. Тамм И. Е. Основы теории электричества. М. Наука. 1976.
6. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики. М.: Наука, 1976.
7. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М., Изд-во МГУ, 1991.
8. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем. М., Изд-во МГУ, 1987.
9. Василевский, А.С. Термодинамика и статистическая физика : учеб. пособие для студентов пед. и техн. вузов. - Москва : Дрофа, 2006.
10. Попов А. М., Тихонова О. В. Лекции по атомной физике. МГУ, физический факультет, 2007.
11. Шпольский Э. В. Атомная физика. М.: Наука, 1984, т. 1-2.
12. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. М., Изд-во МГУ, 2000.
13. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Просвещение, 1984.
14. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.