

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор СибГУ им. М.Ф. Решетнева

Э.Ш. Акбулатов

2022г.

**ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний для поступления в магистратуру**

**по направлению**

**03.04.02 «Физика»**

**магистерская подготовка**

**«Физика наносистем»**

**«Информационные процессы и системы»**

Красноярск 2022

## 1. Общие положения

Вступительные испытания при приеме в магистратуру СибГУ им. М.Ф. Решетнёва проводятся с целью определения возможности поступающих осваивать соответствующую образовательную программу.

Вступительные испытания проводятся утвержденной предметной комиссией по направлению 03.04.02 «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы» в установленные правилами приема в магистратуру сроки и в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

Вступительные испытания в магистратуру по направлению 03.04.02 «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы» проводятся предметной комиссией в форме письменного экзамена по билетам, проводимого в соответствии с требованиями, предъявляемыми Государственным образовательным стандартом высшего образования к подготовке бакалавров соответствующего направления. Билет состоит из трёх вопросов по основным темам, включенных в программу вступительного экзамена в магистратуру по направлению 03.04.02 «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы». Для подготовки ответа поступающим в магистратуру предоставляется 2 академических часа.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале.

Зачисление производится на конкурсной основе при наборе абитуриентом по результатам вступительных испытаний минимум 40 баллов.

Программа вступительного экзамена в значительной степени является междисциплинарной. В программу включены вопросы, отражающие содержание программ базовых курсов направления 03.04.02 «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы», обязательных спецкурсов и специальных семинаров, освещенных в рекомендуемой учебной и методической литературе, а также в научных изданиях и публикациях на русском языке, имеющихся в библиотеках и доступных студентам.

Программа включает вопросы по 5 дисциплинам, охватывающим основные темы **общей физики**:

1. Механика
2. Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика
3. Электричество и магнетизм
4. Оптика
5. Атомная и ядерная физика

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

### 2.1 Механика

1. Предмет физики. Развитие представлений о пространстве и времени от Ньютона до Эйнштейна. Пространство и геометрия. Системы отсчета.

2. Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело. Абстракции и ограниченность модели. Примеры.

3. Законы Ньютона, Движение материальной точки в поле силы тяжести.

4. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.

5. Момент силы, момент импульса. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса.

6. Сохраняющиеся величины. Необходимые и достаточные условия сохранения физических величин. Законы сохранения и симметрии пространства и времени.

7. Твердое тело. Уравнения движения твердого тела. Моменты инерции. Вычисление моментов инерции относительно оси. Теорема Гюйгенса.

8. Особенности динамики плоского движения. Маятник Максвелла. Физический маятник.

9. Движение твердого тела, закрепленного в одной точке. Уравнение Эйлера. Свободные оси. Процессия угловой скорости вокруг оси симметрии.

10. Фазовое пространство. Функция Гамильтона и скобки Пуассона. Канонические преобразования.

11. Малые колебания. Гармоническое приближение. Собственные частоты, нормальные координаты. Колебания при внешних воздействиях. Вынужденные и затухающие колебания.

12. Проблема двух тел. Движение в центральном поле. Задача Кеплера.

13. Проблема рассеяния. Диаграммы рассеяния. Сечение рассеяния.

14. Действие как функция координат. Уравнение Гамильтона-Якоби. Оптико-механическая аналогия.

#### Рекомендуемая литература

1. **Савельев, И.В.** Курс общей физики: учебник: в 5 кн. / И.В. Савельев. – М.: АСТ, 2008. – Кн.1 : Механика. – 336 с.

2. **Бондарев, Б.В.** Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. / Б.В. Бондарев; Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин. - 2-е изд., стер. - М. : Высш.шк., 2005. – Кн.1 : Механика. – 2-е изд., стер. – 352 с.

3. **Фриш, С.Э.** Курс общей физики: в 3 т.: учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – 13-е изд.,стер. – СПб. : Лань, 2009. – Т.1 : Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд.,стер. – 480 с.

4. **Трофимова, Т.И.** Курс физики: учебник / Т.И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 560 с.

## 2.2 Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
2. Вычисление средних физических величин в классической физике.
3. Вычисление средних значений физических величин в квантовой статистической физике. Статистический оператор. Уравнение Неймана. Эргодическая гипотеза.
4. Микроканоническое распределение.
5. Средние физические величины в случае незамкнутых систем. Каноническое и большое каноническое распределение.
6. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Характерные скорости распределения Максвелла. Экспериментальная проверка закона Максвелла.
7. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
8. Распределения Бозе, Эйнштейна и Ферми-Дирака.
9. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость. Классическая теория теплоемкости.
10. Равновесные состояния и равновесные процессы. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.
11. Круговые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
12. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Физический смысл энтропии. Рост энтропии в процессах установления равновесия. Термодинамические неравенства.
13. Равновесие фаз. Фазовые переходы. Переход из газообразного состояния в жидкое. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма.
14. Симметрия твердых тел. Элементы симметрии, операции симметрии. Кристаллические решетки.
15. Кристаллизация, плавление, сублимация. Фазовые диаграммы. Тройная точка.

### Рекомендуемая литература

1. **Савельев, И.В.** Курс общей физики: учеб. пособие: в 4 т. / И.В. Савельев. – М. : КноРус, 2009. – Т.1 : Механика. Молекулярная физика и термодинамика. – 528 с.
2. **Савельев, И.В.** Курс общей физики: учебник: в 5 кн. / И.В. Савельев. – М. : АСТ, 2007. – Кн.3 : Молекулярная физика и термодинамика. – 208 с.
3. **Бондарев, Б.В.** Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. / Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спиринов. – 2-е изд., стер. – М. : Высш.шк., 2005. – Кн.3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. - 2-е изд., стер. – 366 с.
4. **Фриш, С.Э.** Курс общей физики: в 3 т.: учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – 13-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2009. – Т.1 : Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стер. – 480 с.
5. **Трофимова, Т.И.** Курс физики: учебник / Т.И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 560 с.

## 2.3 Электричество и магнетизм

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия.
2. Свойства электрических зарядов. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона. Пределы применимости закона Кулона.
3. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
4. Плотность силы и тензор энергии - импульса электромагнитного поля.
5. Вектор Пойнтинга, тензор натяжений Максвелла и законы сохранения для полей и частиц.
6. Электрическое поле в диэлектриках. Виды диэлектриков и механизмы поляризации.
7. Электрический ток. Плотность и сила тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
8. Магнитное поле, опыты Эрстеда и Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Закон Ампера взаимодействия элементов тока.
9. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики и их свойства.
10. Полупроводники, Собственная и примесная проводимость. Контакт полупроводников с разным типом проводимости.
11. Электромагнитная индукция. опыты Фарадея. Основной закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция.
12. Переменный ток. Квазистационарные токи. Цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением. Резонанс Напряжений. Резонанс токов.
13. Волновое уравнение. Его решение в виде плоских электромагнитных волн. Монохроматическая плоская волна и ее поляризация.
14. Неоднородное уравнение Даламбера. Запаздывающие и опережающие потенциалы.
15. Потенциалы и поля произвольно движущегося заряда.

### Рекомендуемая литература

1. Савельев, И.В. Курс физики: учеб. пособие: в 3 т. / И.В. Савельев. – Т. 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – СПб. : Лань, 2008. – 480 с.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебник: в 5 кн. / И.В. Савельев. – М. : АСТ, 2005. – Кн.2 : Электричество и магнетизм. – 336 с.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 4 т. / И.В. Савельев. – М. : КноРус, 2009. – Т.2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 576 с.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики: учебник / Т.И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 560 с.

## 2.4 Оптика

1. Излучение электромагнитных волн. Вибратор Герца. Диаграмма направленности.
2. Излучение световых волн. Спектральный состав излучения. Ширина спектральной линии. Причины уширения спектральной линии.
3. Интерференция света. Когерентность волн. Метода получения когерентных волн в оптике. Интерферометры и их применения.
4. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция от круглого отверстия и непрозрачного экрана.
5. Дифракция в параллельных лучах. Дифракционная решетка. Дифракция на пространственных структурах. Формула Лауэ. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов.
6. Голография. Голографирование плоской и сферической волны. Голограммы. Френеля трехмерных объектов. Применение голографии.
7. Тепловое излучение. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка.
8. Световые кванты. Фотоэффект. Эффект Комптона. Вынужденное излучение. Формула Эйнштейна. Прохождение света через вещество. Закон Бугера.
9. Понятие активной среды, способы ее получения. Принцип работы лазера.

### Рекомендуемая литература

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 5 кн. / И.В. Савельев. – М. : АСТ, 2006. – Кн.4 : Волны. Оптика. – 256 с.
2. Фриш, С.Э. Курс общей физики: в 3 т.: учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – 13-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2009. – Т.1 : Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стер. – 480 с.
3. Трофимова, Т.И. Курс физики: учебник / Т.И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 560 с.

## 2.5 Атомная и ядерная физика

1. Классические модели атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда, Гейгера, Мардена.
2. Дискретность атомных состояний. Теория Бора. Опыты Франка и Герца.
3. Основания квантовой механики. Соотношение неопределенностей. Волновая функция, среднее значение физической величины.
4. Математический аппарат квантовой механики. Линейное векторное пространство, базис, операторы. Собственные векторы и собственные значения. Коммутирующие операторы. Вырожденные собственные значения.
5. Волновая функция, энергия и импульс свободной квантовой частицы в одномерном движении. Длина волны де Бройля. Квантовая частица в



одномерной потенциальной яме, энергии и волновые функции. Квантовый гармонический осциллятор.

**6.** Временное и стационарное уравнения Шредингера. Физический смысл волновой функции. Зависимость средних значений физических величин от времени. Дискретный и непрерывный спектр, связанные и несвязанные состояния квантовых систем.

**7.** Оператор углового момента. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса  $L$ . Собственные функции и собственные значения операторов  $L^2$  и  $L_z$ . Ортогональность и нормировка, свойства четности сферических функций. Сложение операторов углового момента. Диапазон изменения квантовых чисел.

**8.** Спин. Свойства операторов  $S^2$ ,  $S_z$  для частицы со спином  $1/2$ , собственные векторы и собственные значения. Значения проекции спина на выделенную ось. Фермионы и бозоны. Оператор спин-орбитального взаимодействия.

**9.** Движение в поле центральных сил. Гамильтониан атома водорода. Радиальная и угловая части волновой функции. Уровни энергии атома водорода. Квантовые числа и диапазон их изменения. Распределение электронной плотности для  $s$  и  $p$  состояний.

**10.** Спектры атомов и молекул. Виды спектров. Спектры поглощения и спектры излучения. Применение спектров при изучении структуры и состава вещества.

**11.** Теория многоатомных систем. Адиабатическое приближение. Разделение электронного и ядерного движения. Электроны в поле «замороженных» ядер. Адиабатический потенциал. Уравнение Шредингера в ядерных переменных. Электронно-колебательные состояния.

**12.** Методы расчета спектров, метод Хартри-Фока. Приближение самосогласованного поля.

**13.** Определение понятия "плазма". Параметры плазмы, модели плазмы. Способы получения.

**14.** Квантовые свойства твердых тел. Одноэлектронное приближение. Зонная структура энергетических спектров. Зонные модели проводников, полупроводников и изоляторов.

**15.** Состав и характеристики атомного ядра. Изотопы. Изобары. Энергия и устойчивость ядер.

**16.** Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель.

**17.** Квантовая хромодинамика. Кварки.

**18.** Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.  $\alpha, \beta, \gamma$  -распады. Спонтанное деление ядер.

### Рекомендуемая литература

**1. Савельев, И.В.** Курс общей физики: учеб.пособие : в 5 кн. / И.В. Савельев. – М. : АСТ, 2007. – Кн.5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 368 с.

**2. Трофимова, Т.И.** Курс физики: учебник / Т.И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М. : Академия, 2005. – 560 с.

### 3. Критерии оценки по 100-балльной шкале

Характеристика ответа	Баллы
<i>На все вопросы даны полные ответы.</i> Ответ сформулирован логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий, устанавливает содержательные межпредметные связи, развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает аналитический подход в освещении различных концепций, делает содержательные выводы, демонстрирует знание специальной литературы.	81-100
<i>Не на все вопросы даны полные ответы.</i> Ответ сформулирован в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование при этом недостаточно полно. При необходимости ответ подтверждается примерами. Наблюдается некоторая непоследовательность анализа. Выводы правильны, используется профессиональная лексика.	61-80
<i>На все вопросы даны неполные ответы.</i> Ответ недостаточно логически выстроен, план ответа отсутствует или соблюдается непоследовательно. Абитуриент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.	40-60
<i>На некоторые вопросы даны неправильные (не даны) ответы.</i> Неспособность правильно раскрыть профессиональные понятия, категории, концепции, теории. Абитуриент проявляет стремление подменить научное обоснование проблем рассуждениями обыденно-повседневного бытового характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Выводы отсутствуют или поверхностны.	менее 40



#### 4. Лист согласования

Программа вступительных испытаний для поступления в магистратуру составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 03.04.02 «Физика»

Программу вступительных испытаний составили:

Заведующий кафедрой ТФ



А.С. Паршин

Ст. преподаватель кафедры ТФ



Е.А.Охоткина

Программа вступительных испытаний обсуждена на заседании выпускающей кафедры Технической физики

«21» 09 2022г.

Протокол № 9

Заведующий выпускающей кафедрой



А.С. Паршин

Согласовано:

Руководитель магистерских программ

«Физика наносистем»

«Информационные процессы и системы»



А.С. Паршин