

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

д.т.н., профессор



Д.Е. Быков

«26» декабря 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

**1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв,
физика экстремальных состояний вещества**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по научной специальности 1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в сочетании письменной и устной форм в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Поступающий готовится к ответу письменно, используя экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в его личном деле, затем отвечает устно членам экзаменационной комиссии.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждой научной специальности, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«Хорошо» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«Удовлетворительно» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

1.1 Элементы кинематики

Пространственно – временные отношения. Система отсчета. Скалярные и векторные физические величины. Основные кинематические характеристики движения частиц. Скорость и ускорение частицы при криволинейном движении. Движение частицы по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение.

1.2 Элементы динамики частиц

Понятие состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета. Масса и импульс тела.

Второй закон Ньютона как уравнение движения. Третий закон Ньютона. Современная трактовка законов Ньютона. Границы применения классического способа описания движения частиц.

1.3 Законы сохранения в механике

Закон сохранения импульса как фундаментальный закон природы. Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства. Работа силы и ее выражение через криволинейный интеграл. Кинетическая энергия механической системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил, приложенных к системе. Поле как форма материи, осуществляющей силовое взаимодействие между частицами вещества. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия системы. Закон сохранения механической энергии и его связь с однородностью времени. Диссипация энергии.

1.4 Элементы механики твердого тела

Уравнения движения и равновесия твердого тела. Понятие статически неопределенных систем. Момент инерции твердого тела относительно оси. Момент силы относительно оси. Кинетическая энергия твердого тела, совершающего поступательное и вращательное движения. Уравнение движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент импульса тела относительно неподвижной оси. Гироскоп. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства.

1.5 Элементы релятивистской динамики

Принцип относительности в релятивистской механике. Преобразование Лоренца для координат и времени и их следствия. Релятивистский импульс. Инвариантность уравнений движения относительно преобразований Лоренца. Полная энергия частицы. Четырехмерный вектор энергии-импульса частицы. Закон сохранения четырехмерного вектора энергии-импульса. Столкновение релятивистских частиц.

1.6 Элементы механики сплошных сред

Общие свойства газов и жидкостей. Кинематическое описание движения жидкости. Уравнения движения и равновесия жидкости. Идеальная жидкость. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкая жидкость. Силы внутреннего трения. Стационарное течение вязкой жидкости. Законы гидродинамического подобия. Гидродинамическая неустойчивость. Понятие о турбулентности.

1.7 Физика колебаний и волн

Общие представления о колебательных и волновых процессах. Единый подход к описанию колебаний и волн различной физической природы. Свободные незатухающие колебания. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Амплитуда, круговая частота и фаза гармонических колебаний. Энергия колебаний. Гармонический осциллятор. Модель гармонического осциллятора. Примеры гармонических осцилляторов: маятник, груз на пружине, колебательный контур. Векторные диаграммы. Сложение скалярных и векторных колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент. Добротность. Энергия гармонического осциллятора. Вынужденные колебания гармонического осциллятора под действием синусоидальной силы. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Время установления вынужденных колебаний и его связь с добротностью. Резонанс. Волновые процессы. Плоская синусоидальная волна. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Энергетические характеристики упругих волн. Вектор Умова. Поведение звука на границе раздела двух сред. Понятие об ударных волнах. Эффект Доплера.

1.8 Молекулярно - кинетическая теория

Макроскопическое состояние. Основное уравнение МКТ. Макроскопические параметры как средние значения. Тепловое равновесие. Понятие о температуре. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа и его применение к изопроцессам. Распределение Максвелла. Скорости молекул. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла – Больцмана. Средняя кинетическая энергия частицы. Закон равномерного распределения кинетической энергии по степеням свободы. Явление переноса. Диффузия. Теплопроводность. Коэффициент диффузии. Коэффициент теплопроводности. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Вязкость. Коэффициенты вязкости газов и жидкостей.

1.9 Основы термодинамики

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Теплоемкость. Классическая молекулярно - кинетическая теория теплоемкости идеального газа и ее ограниченность. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловой машины. Энтропия и вероятность. Определение энтропии равновесной системы через статистический вес макросостояния. Энтропия как количественная мера хаотичности. Переход от порядка к беспорядку в состоянии теплового равновесия. Принцип Нернста и его следствия. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Химический потенциал. Условия химического равновесия. Фазы и фазовые превращения. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Метастабильные состояния. Фазовые переходы второго рода. Термодинамика поверхности раздела двух фаз.

1.10 Электростатика

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Поток вектора напряженности. Вектор электростатической индукции. Поток индукции. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к вычислению напряженности электростатического поля. Работа электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Потенциал электростатического поля и его связь с напряженностью. Поляризация диэлектрика. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризация. Диэлектрическая проницаемость. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Граничные условия на поверхности раздела «диэлектрик-диэлектрик» и «проводник-диэлектрик». Плотность энергии электростатического поля в диэлектрике. Проводники в электрическом поле. Распределение электрических зарядов в проводнике. Условия на границе двух диэлектриков. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия системы заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электростатического поля.

1.11 Постоянный электрический ток

Условия существования электрического тока. Проводники и изоляторы. Законы Ома и Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Сторонние силы. ЭДС. Источники ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи и участка цепи, содержащего источник ЭДС. Закон сохранения энергии для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.

1.12 Магнитное поле

Магнитная индукция. Виток с током в магнитном поле. Момент сил, действующих на виток с током во внешнем магнитном поле. Магнитный момент. Сила Ампера. Закон Био-Савара. Магнитное поле прямолинейного проводника с током. Магнитное поле кругового

тока. Вихревой характер магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле длинного соленоида. Сила Ампера. Взаимодействие проводников с током. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца. Магнитный поток. Контур с током в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Коэффициенты индуктивности и взаимной индуктивности. Явление самоиндукции при замыкании и размыкании электрической цепи. Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля. Магнитное поле в веществе. Длинный соленоид с магнетиком. Намагничивание вещества. Молекулярные токи. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Основные уравнения магнетостатики в веществе. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. Плотность энергии магнитного поля в веществе.

1.13 Электромагнитное поле

Фарадеевская и максвелловская трактовки явления электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Принцип относительности в электродинамике.

1.14 Электромагнитные колебания и волны

Колебательный контур. Собственные электромагнитные колебания. Затухающие и вынужденные электромагнитные колебания. Случай резонанса. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Плотность энергии электромагнитного поля. Плотность потока энергии электромагнитного поля.

1.15 Интерференция волн

Принцип суперпозиции для волн. Интерференция плоских монохроматических световых волн. Время и длина когерентности. Пространственная когерентность. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Полосы равной толщины и равного наклона.

1.16 Дифракция света

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на круглом отверстии, прямой щели и на множестве параллельных щелей. Дифракционная решетка. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов.

1.17 Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

Модель среды с дисперсией. Показатель преломления. Нормальная и аномальная дисперсии. Групповая скорость. Поглощение волн. Поведение волн на границе раздела двух сред. Поляризация. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Анизотропные среды. Поляризация при двойном лучепреломлении. Призма Николя. Элементы кристаллооптики. Электрооптические и магнитооптические явления. Эффект Керра. Эффект Фарадея.

1.18 Тепловое излучение

Тепловое излучение абсолютно черного тела. Противоречия классической физики. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка.

1.19 Фотоны

Энергия и импульс световых квантов. Внешний фотоэффект и его законы. Формула Эйнштейна для фотоэлектрического эффекта. Квантовое и волновое объяснение давления света. Эффект Комптона. Масса и импульс фотона.

1.20 Корпускулярно-волновой дуализм

Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Микрочастица в однощелевом интерферометре. Соотношение неопределенностей как проявление корпускулярно-волнового дуализма свойств материи. Наборы одновременно измеримых величин. Волновая функция и ее статистический смысл. Временное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Принцип причинности в квантовой механике. Движение свободной частицы. Частица в одномерной и трехмерной потенциальных ямах. Квантование энергии и импульса частицы. Прохождение частицы над и под потенциальным барьером. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор. Принцип соответствия Бора.

1.21 Теория атома водорода по Бору

Экспериментальное обоснование основных идей квантовой механики. Линейчатые спектры атомов. Правило частот Бора. Принцип соответствия. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.

1.22 Атом

Частица в сферически симметричном поле. Водородоподобные атомы. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Энергетические уровни. Потенциалы возбуждения и ионизации. Спектры водородоподобных атомов. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона в атоме водорода. Магнитный момент атома. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Эффект Зеемана. ЭПР.

1.23 Атомное ядро

Строение атомных ядер. Ядерные реакции. Радиоактивные превращения атомных ядер. Цепная реакция деления. Термоядерный реактор. Термоядерный синтез.

1.24 Элементы квантовой статистики

Статистическое описание квантовой системы, различие между квантомеханической и статистической вероятностями. Симметрия волновой функции многих одинаковых частиц. Квантовые идеальные газы: распределение Бозе и Ферми. Конденсированное состояние. Строение кристаллов. Точечные дефекты в кристаллах. Акустические и оптические колебания кристаллической решетки. Комбинационное рассеяние. Понятие о фононах. Теплоемкость кристаллов при низких и высоких температурах. Электропроводность металлов. Носители тока в металлах. Недостаточность классической электронной теории. Электронный Ферми-газ в металле. Электронная теплоемкость. Элементы зонной теории кристаллов. Уровень Ферми. Число электронных состояний в зоне. Заполнение зон: металлы, диэлектрики, полупроводники. Понятие дырочной проводимости. Собственные и примесные полупроводники. Явление сверхпроводимости. Куперовские пары. Сверхпроводимость 1 и 2 рода. Высокотемпературная и сверхпроводимость. Захват и квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона. Магнетики. Пара-, диа-, ферро- и антиферромагнетики. Квантовая теория ферромагнетизма. Доменная структура.

1.25 Элементы физической кинетики

Локальное и неполное равновесие. Релаксационные явления. Времена релаксации различных процессов приближения к тепловому равновесию. Броуновское движение. Связь

диффузии с броуновским движением. Чувствительность измерительных приборов. Шумы. Понятие о принципе Онзагера. Электропроводность как вынужденная диффузия. Понятие о перекрестных эффектах.

1.26 Статистические распределения

Распределение Гиббса. Модель системы в термостате. Каноническое распределение Гиббса. Статистический смысл термодинамических потенциалов и температуры. Роль свободной энергии. Распределение Гиббса для системы с переменным числом частиц. Энтропия и вероятность. Определение энтропии равновесной системы через статистический вес макросостояния. Энтропия как количественная мера хаотичности. Переход от порядка к беспорядку в состоянии теплового равновесия. Принцип Нернста и его следствия. Макросистемы вдали от равновесия. Открытые диссипативные системы. Роль нелинейности. Понятие о бифуркациях. Идеи синергетики. Динамический хаос. Самоорганизация в природе. Каскады Фейгенбаума. Теорема Пригожина. Появление самоорганизации в открытых системах и превращение флуктуаций в макроскопические эффекты.

1.27 Вещество в различных условиях

Реальные газы. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Эффект Джоуля-Томсона. Дросселирование газов. Жидкое состояние. Жидкости. Поверхностное натяжение. Условие равновесия на границе жидкостей. Структура жидкости. Жидкие кристаллы. Жидкие растворы. Законы Рауля и Генри. Осмотическое давление. Диаграмма состояния раствора. Дисперсные системы. Эмульсии. Устойчивость эмульсий. Седиментация. Физико-механические и электрические свойства. Аэродисперсные системы и коллоиды. Пыли, дымы, туманы. Давление насыщенных и пересыщенных паров. Коагуляция. Коллоидные растворы. Суспензии. Строение кристаллов. Экспериментальные методы исследования кристаллов. Точечные дефекты в кристаллах. Краевые и винтовые дислокации. Дислокации и пластичность.

1.28 Современная картина мира

Вещество и поле. Атомно-молекулярное строение вещества. Атомное ядро. Кварки. Элементарные частицы: лептоны, адроны. Сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействие. Иерархия взаимодействий. О единых теориях материи. Физическая картина мира как философская категория.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривченко, А.Л. Теория горения и взрыва [Текст]: учеб. пособие / А.Л. Кривченко; Самар. гос.техн.ун-т. – Самара, 2013. - 139 с.
2. Детлаф А.А. Курс физики: Учеб. пособие/ А.А.Детлаф, Б.М.Яворский. -4-е изд., испр..- М.: Academia, 2003. 720 с. ISBN 5-7695-1040-4.
3. Зисман Г.А. Курс общей физики: Учеб. пособие/ Г.А.Зисман, О.М.Тодес. - 7-е изд., стер..- М.;СПб.; Краснодар: Лань.- (Классич. учеб. лит. по физике) Т.2: Электричество и магнетизм.- 2007- 352 с. ISBN 978-5-8114-0752-1.
4. Зисман Г.А. Курс общей физики: Учеб. пособие/ Г.А.Зисман, О.М.Тодес. - 6-е изд., стер..- М.;СПб.; Краснодар: Лань.- (Классич. учеб. лит. по физике) Т.3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. 2007- 498 с. ISBN 978-5-8114-0752-1.
5. Савельев И.В. Курс общей физики: [Учеб. пособие]: В 5 кн..- М.: Астрель: АСТ. Кн.1: Механика.- 2005.- 336 с. ISBN 5-17-002963-2.
6. Савельев И.В. Курс общей физики: [Учеб. пособие]: В 5 кн..- М.: Астрель: АСТ. Кн.2: Электричество и магнетизм. 2005- 336 с. ISBN 5-17-003760- 0.
7. Савельев И.В. Курс общей физики: [Учеб. пособие]: В 5 кн..- М.: Астрель: АСТ Кн.3: Молекулярная физика и термодинамика. 2005- 208 с. ISBN 5-17-004585-9.

8. Савельев И.В. Курс общей физики: [Учеб. пособие]: В 5 кн.- М.: Астрель: АСТ. Кн 4: Волны. Оптика. 2005- 256 с. ISBN 5-17-004586-7.
9. Савельев И.В. Курс общей физики: [Учеб. пособие]: В 5 кн..- М.: Астрель: АСТ Кн.5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.- 2003.- 368 с. ISBN 5-17-004587-5.
10. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие.- 4-е изд., стер..- М.: Физматлит; МФТИ. Т.1: Механика. 2002- 560 с. ISBN 5-9221-0225-7.
11. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие.- 4-е изд., стер..- М.: Физматлит; МФТИ. Т.2: Термодинамика и молекулярная физика. 2003- 575 с. ISBN 5-9221-0226-5.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие:[В 5 т.]- 4-е изд., стер..- М.: Физматлит; МФТИ. Т.3: Электричество.- 2002.654 с. ISBN 5-9221-0227-3.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие:[В 5 т.]- 3-е изд., стер..- М.: Физматлит; МФТИ. Т.4: Оптика. 2002-791 с. ISBN 5-9221-0228-1.
14. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие.- 2-е изд., стер..- М.: Физматлит; МФТИ. Т.5: Атомная и ядерная физика. 2002-782 с. ISBN 5-9221-0230-3.
15. Яворский Б.М. Основы физики/ Б.М. Яворский, А.А. Пинский.- 4-е изд., перераб..- М.: Физматлит. Т.1.: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. 2000- 624 с. ISBN 5-9221-0035-1.
16. Яворский Б.М. Основы физики: [Учеб.: В 2 т.]/ Б.М. Яворский, А.А. Пинский; Под ред. Ю.И. Дика.- 5-е изд., стер..- М.: ФИЗМАТЛИТ. Т.2: Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементар. частиц.- 2003. 551 с. ISBN 5-9221-0383-0.