

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

\_\_\_\_\_ Попов В. Н.  
«31» марта 2022 г..

## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

по научной специальности основной образовательной программы высшего  
образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в  
аспирантуре

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

Настоящая программа вступительного экзамена разработана в соответствии с основной образовательной программой послевузовского образования, учебным планом подготовки аспирантов и паспорта специальности.

**Шифр специальности:**

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

**Формула специальности:**

Химическая физика – раздел науки, пограничный между химией и физикой, имеющий задачей применение теоретических и экспериментальных методов физики для исследования химических проблем, как в классической химии, так и в связанных с ней науках. Физика горения и взрыва – раздел химической физики, касающийся теоретических и экспериментальных исследований быстропротекающих химических и физико-химических превращений веществ и систем в процессах термического разложения, горения, взрыва, детонации. Объектами исследований химической физики горения и взрыва являются все виды взрывчатых веществ, порохов, ракетных топлив, пиротехнических и взрывчатых систем, их компоненты, горючие газы, жидкости, синтетические и природные горючие материалы и системы. Значение решения научных и технических проблем химической физики состоит в фундаментальных исследованиях природы, решении обширного круга народно-хозяйственных задач, направленных на укрепление экономического потенциала и оборонной безопасности страны.

**Области исследований:**

1. Атомно-молекулярная структура химических частиц и веществ, механизмы химического превращения, молекулярная, энергетическая, химическая и спиновая динамика элементарных процессов, физика и физические теории

химических реакций и экспериментальные методы исследования химической структуры и динамики химических превращений.

2. Пространственное и электронное строение, атомно-молекулярные параметры изолированных атомов, ионов, молекул; структура и свойства вандерваальсовых молекул, комплексов, ритберговских молекул, кластеров, ассоциатов, пленок, адсорбционных слоев, интеркалятов, межфазных границ, мицелл, дефектов; структура и свойства кристаллов, аморфных тел, жидкостей; поведение веществ и структурно-фазовые переходы в экстремальных условиях - в электрических и магнитных полях, в условиях статического и динамического сжатия, в полях лазерного излучения, в плазме и в гравитационных полях, при сверхнизких температурах и в других условиях.

3. Молекулярная динамика, межмолекулярные потенциалы и молекулярная организация веществ; компьютерная молекулярная динамика как метод диагностики структуры и динамики веществ; динамические теории в описании упругости, релаксации, пластической деформации, теплопроводности, реологии; динамика фазовых переходов.

4. Энергетическая динамика и селективное заселение электронных, колебательных и вращательных состояний; обмен и передача энергии между различными состояниями внутри молекулы и межмолекулярный энергетический обмен; релаксация внутренней энергии в кинетическую и в энергию решетки; особенности энергетической динамики в газах, кластерах, жидкостях, твердых телах и межфазных границах; энергетика химических реакций и механизмы запасания энергии в молекулах.

5. Поверхности потенциальной энергии химических реакций и квантовые методы их расчета; динамика движения реагентов на потенциальной поверхности; методы динамических траекторий и статические теории реакций; туннельные эффекты в химической динамике; превращение энергии в элементарных процессах и химические лазеры; химические механизмы реакций и управление реакционной способностью; когерентные процессы в химии,

когерентная химия - квантовая и классическая; спиновая динамика и спиновая химия; фемтохимия; спектроскопия и химия одиночных молекул и кластеров; экспериментальные методы исследования химической, энергетической и спиновой динамики.

6. Строение, структура и реакционная способность интермедиатов химических реакций; химические механизмы и физика каталитических процессов; динамика, структура и спектроскопия каталитически активных поверхностей.

7. Закономерности и механизмы распространения, структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн; связь химической и физической природы веществ и систем с их термохимическими параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения; термодинамика, термохимия и макрокинетика процессов горения и взрывчатого превращения;

8. Процессы аналогии горения, детонации и взрыва; взаимодействие волн горения и взрывчатого превращения со средой, объектами и веществами; явления, порождаемые горением и взрывчатым превращением; процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов; управление процессами горения и взрывчатого превращения;

9. Вопросы пожаро- и взрывобезопасности веществ, материалов, процессов.

**Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание:**

### **Раздел 1. Общая физика. Механика**

Предмет физики. Физика – наиболее фундаментальная наука о природе. Физика как часть общечеловеческой культуры. Методы физических исследований. Физика как культура моделирования. Место физики среди других дисциплин. Физика и математика. Физика и естествознание.

Кинематика материальной точки. Материальная точка (частица). Кинематическое описание движения. Система отсчёта и система координат.

Степени свободы и обобщённые координаты. Скорость и ускорение материальной точки. Движение точки по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение. Поступательное и вращательное движения абсолютно твёрдого тела.

Роль измерений в физике. Единицы измерений и системы единиц. Международная система единиц СИ.

Работа и энергия. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Связь между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Силы трения.

Элементы теории упругости. Растяжение, сдвиг. Упругие и пластические деформации. Закон Гука. Модули упругости. Коэффициент Пуассона. Упругая энергия деформации.

## **Раздел 2. Молекулярная физика**

Основные понятия молекулярной физики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнение состояния. Идеальный и неидеальный газы.

Элементы статистической физики идеальных систем. Динамические и статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические состояния. Случайные события и вероятность. Дискретные и непрерывные распределения. Плотность распределения. Средние величины и дисперсия.

Фазовые превращения. Фазовые переходы I и II рода. Условия равновесия фаз. Химический потенциал. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Кривые фазового равновесия. Тройная точка. Критическая точка. Эффекты перегрева и охлаждения.

Поверхностные явления. Термодинамика поверхностного натяжения. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа.

## **Раздел 3. Оптика**

Принцип суперпозиции и интерференции волн. Интерференция монохроматических волн, ширина интерференционных полос. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные схемы. Лазеры как источники когерентного излучения.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Граничные условия. Зоны Френеля. Зонные пластинки. Линза как дифракционный прибор. Дифракция на одномерных структурах. Дифракционные явления при различных значениях волнового параметра. Число Френеля. Границы применимости геометрической оптики. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгоферана щели и на круглом отверстии. Поле в фокальной плоскости линзы.

Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа.

Спектральные приборы: дифракционная решётка, интерферометр Фабри-Перо, призма. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии.

Дифракция рентгеновских волн. Условие Брегга-Вульфа. Общее понятие рентгеноструктурном анализе.

Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоэффект. Эффект Комптона. Фотоны.

Дифракция электронов. Волновая функция как амплитуда вероятности. Принцип суперпозиции.

Принципы Фурье-оптики. Волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное Фурье-разложение). Соотношение неопределённостей. Дифракция на синусоидальных решётках. Поле в фокальной плоскости линзы.

Методы наблюдения фазовых структур: метод тёмного поля и метод фазового контраста. Представление о Фурье-спектроскопии.

Дискретный и непрерывный спектры энергий. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп.

Ядерные реакции. Эффект Мэссбауэра и резонансные  $\gamma$ -кванты.

#### **Раздел 4. Физическая химия и спектроскопические методы исследования материалов**

Молекулярные термы и их симметрия. Гомеоплярная или ковалентная связь. Ионная связь. Условие образования химической связи и принцип Паули. Потенциальная энергия двухатомной молекулы. Энергия диссоциации и методы ее определения.

Гибридизация атомных орбиталей. Гибридизация s- и p- орбиталей в атоме углерода. Гибридизация с участием d- орбиталей. Пространственное строение молекул. Донорно-акцепторная связь.

Идеальное твердое тело. Понятие об элементарной ячейке. Ближний и дальний порядок. Координационные числа. Типы кристаллических решеток (сингония).

Типы связей в кристаллах. Молекулярная решетка. Понятие о Ван-дер-Ваальсовых радиусах. Ионные решетки. Энергия ионной решетки. Постоянная Маделунга. Понятие об энергетических зонах. Атомарные и ковалентные решетки. Основные типы дефектов кристаллической решетки. Понятие о стеклообразном состоянии.

Методы исследования электрических и магнитных свойств молекул. Экспериментальные пути определения дипольных моментов, диэлектрической поляризации, молекулярной рефракции и восприимчивости. Оптическая спектроскопия в видимой, ИК- и УФ-областях. Основные типы спектров. Вращательные, колебательные и электронные спектры, комбинационное рассеяние.

Физические основы радиоспектроскопии - методы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР). Гамма - резонансная (Мессбауэровская) спектроскопия (ГРС). Масс-спектроскопия и фотоэлектронная спектроскопия. Основы рентгеноструктурного анализа.

### **Оценка результатов вступительного экзамена**

При проведении экзаменов уровень знаний, поступающих определяется оценками: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно".

- **"Отлично"** заслуживает поступающий, ответы которого на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы полные, обстоятельные, аргументированные. Высказываемые положения подтверждены конкретными примерами.

- **"Хорошо"** заслуживает поступающий, который ответил на все вопросы задания и дополнительные вопросы, точно дал определения и понятия. Затрудняется подтвердить теоретические положения практическими примерами.

- **"Удовлетворительно"** заслуживает поступающий, который ответил фрагментарно, не всегда последовательно; определение понятий недостаточно четкие; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий.

- **"Неудовлетворительно"** заслуживает поступающий, который дал ответ неправильный, не раскрыто основное содержание экзаменационных вопросов; не даны ответы на вспомогательные вопросы экзаменаторов; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии. Экзаменуемый не смог ответить более чем на 50% вопросов задания.

**Рекомендуемая основная литература для подготовки к экзамену:**

1. Кингсеп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Том 1. Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика. – М.: Физматлит, 2001.
2. Сивухин Д.В, Общий курс физики. Т. I-IV. – М.: Наука, 1985.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976.
5. Киттель Ч. Элементарная физика твёрдого тела. – М.: Наука, 1965.
6. Я.И.Герасимов и др. Курс физической химии, М. : «Химия». Т. 1 (1969г.), т. 2, 1973 г.
7. Э.А. Мельвин-Хьюз «Физическая химия», М. : ИЛ, т.т. 1-2, 1962 г.

**Примерный образец контрольно-измерительного материала**

Минобрнауки России  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

**Экзаменационный билет № 1**

1. Предмет физики. Физика – наиболее фундаментальная наука о природе. Физика как часть общечеловеческой культуры. Методы физических исследований. Физика как культура моделирования. Место физики среди других дисциплин. Физика и математика. Физика и естествознание.

2. Основные понятия молекулярной физики: предмет исследования, его характерные особенности. Задачи молекулярной физики. Макроскопические параметры. Агрегатные состояния вещества. Уравнение состояния. Идеальный и неидеальный газы.

3. Принцип суперпозиции и интерференции волн. Интерференция монохроматических волн, ширина интерференционных полос. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные схемы. Лазеры как источники когерентного излучения.