

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова»



«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель приемной комиссии

А.В. Дамдинов

« 24 » 03 2022 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
1.3.8. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

Улан-Удэ

2022

## Оглавление

|  |   |
|--|---|
| Аннотация                                      | 2 |
| Цели и задачи вступительных испытаний.         | 2 |
| Форма проведения вступительных испытаний.      | 3 |
| Оценка результатов вступительных испытаний.    | 3 |
| Перечень вопросов для вступительных испытаний. | 4 |
| 5.1. Механика.....                             | 4 |
| 5.2. Молекулярная физика.....                  | 4 |
| 5.3. Электродинамика и оптика .....            | 5 |
| 5.4. Атомная физика и квантовая теория.....    | 6 |
| 5.5. Физика атомного ядра и частиц.....        | 7 |
| 5.6. Вопросы по специальным дисциплинам .....  | 8 |
| 6. Рекомендуемая литература                    | 9 |

### **Аннотация.**

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

В программе определены цели и задачи вступительных испытаний, формы проведения вступительных испытаний и их оценка; в программе перечислены разделы и темы по физике, знание которых является обязательным для поступления в аспирантуру, представлены перечень основной и дополнительной литературы, вопросы к вступительным испытаниям и критерии оценки.

Поступающий в аспирантуру должен иметь высшее образование - диплом об окончании магистратуры или специалитета. Объем требований к поступающим в аспирантуру определяется содержанием программ вступительных испытаний. Поступающие в аспирантуру должны продемонстрировать достаточный уровень знаний в области физики, а также навыки работы с основной и дополнительной литературой по дисциплине, дать оценку актуальности проблематики разных научных школ, владение методами и приемами анализа свойств материалов.

### **Цели и задачи вступительных испытаний.**

Целью вступительных испытаний является оценка уровня знаний, умений и навыков теоретических и методологических основ специальности «Физика» на базе знаний и умений по общей и теоретической физике, приобретенных в процессе обучения по программам бакалавриата, магистратуры.

Задачи вступительных испытаний:

- определить объем знаний по курсу общей и теоретической физике;

- оценить сформированные умения по применению теоретических знаний при решении задач;
- определить умения и навыки самостоятельной научно-исследовательской поступающего.

### **Форма проведения вступительных испытаний.**

Для поступающих на места в рамках контрольных цифр приема, а также по договорам об оказании платных образовательных услуг на определенное направление подготовки устанавливаются одинаковые вступительные испытания по физике на русском языке. Вступительные испытания проводятся в устной форме по билетам.

### **Оценка результатов вступительных испытаний.**

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по стобалльной шкале, минимальный балл для зачисления составляет 60 баллов.

Оценка определяется как средний балл, выставленный экзаменаторами во время экзамена.

Критерии оценки результатов экзамена в аспирантуру:

100-85 - полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.

84-65 - правильные и достаточно полные, не содержащие ошибок и упущений ответы. Оценка может быть снижена в случае затруднений студента при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.

64-30 - недостаточно полный объем ответов, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

29-20 - неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях.

19-1 - отсутствие необходимых знаний.

Решение экзаменационной комиссии размещается на официальном сайте ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет» и на информационном стенде приемной комиссии не позднее трех дней с момента проведения вступительного испытания. Пересдача вступительных испытаний не допускается. Сданные вступительные испытания действительны в течение календарного года.

### **Перечень вопросов для вступительных испытаний.**

#### **5.1. Механика**

Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Интегралы движения. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера. Движение относительно неинерциальных систем отсчета. Силы инерции. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Формула Пуазеля. Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

#### **5.2. Молекулярная физика.**

Термодинамика и статистическая физика Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение абсолютно черного тела. Спектральная плотность излучения. Формула Планка. Теплоемкость твердых тел. Теории Эйнштейна и Дебая. Теория флуктуации. Флуктуация плотности. Броуновское движение. Формулы Эйнштейна для дисперсии импульса и смещения броуновской частицы. Жидкости. Поверхностные энергии и натяжения. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия. Адсорбция компонентов, формула Гиббса. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз. Явления переноса. Диффузия, закон Фика; внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

### 5.3. Электродинамика и оптика

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал электрического поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции

вектора напряженности магнитного поля. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Уравнения Максвелла в среде. Диэлектрическая проницаемость. Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства. Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера. Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева по измерению светового давления. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений. Дисперсия и поглощение света. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэлея. Спектральный состав рассеянного света. Излучение осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и границы его применимости. Скинэффект. Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

#### 5.4. Атомная физика и квантовая теория

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка. Атомные спектры излучения. Атом водорода. Постулаты Бора. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства материи. Гипотеза де-Бройля. Основные постулаты квантовой механики. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Чистые и смешанные

состояния квантовомеханической системы. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности и матрица плотности. Принцип неопределенности. Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии. Орбитальный механический и магнитный моменты. Сложение моментов. Спектры атомов щелочных металлов. Влияние магнитного поля на излучение. Эффекты Зеемана и ПашенаБака. Эффект Штарка. Уравнение Дирака. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода. Системы тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация атома. Терм. Тонкая структура терма. Приближение LS и JJ-связей. Правила Хунда. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Периоды и группы. Переходные элементы. Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора. Спектры излучений. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры. Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

### 5.5. Физика атомного ядра и частиц

Основные характеристики атомных ядер. Протоны и нейтроны. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра. Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада,  $\alpha$ -

распад,  $\alpha$  - распад и  $\gamma$ -излучение ядер. Эффект Мессбауэра. Деление и синтез ядер. Цепная реакция деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы. и обобщенная модель ядра. Механизмы ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций. Ядерные силы и их свойства. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы. Сильное и слабое взаимодействия. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом. Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Принципы и методы ускорения заряженных частиц. Методы детектирования частиц.

#### 5.6. Вопросы по специальным дисциплинам

Строение и основные физические свойства аллотропных соединений конденсированного углерода (КУ) - алмаз, графит, карбин. Строение и основные свойства нанокристаллических углеродных структур: нанотрубки, фуллерены, наноалмазы. Нанокристаллические формы углерода со смешанными электронными конфигурациями. Структурные превращения в углероде при воздействии температуры и давления. Основные представления о дисперсии электронов в зоне Бриллюэна КУ. Теоретико-групповой анализ структуры и симметрия аллотропных и нанокристаллических форм углерода. Структура колебательного спектра алмаза, графита, карбина, нанокристаллического углерода, интерпретация колебательных мод в спектрах. Влияние дефектов и примесей на колебательный спектр КУ. Уравнения классического дисперсионного анализа при изучении колебательного спектра КУ. Особенности расчета оптических характеристик КУ с помощью уравнений Френеля.

Дисперсионные соотношения КрамерсаКронига в исследовании оптических характеристик КУ. Общая характеристика приборов и методов спектроскопии: режимы пропускания, отражения (зеркального, диффузного, полного внутреннего отражения), комбинационного рассеяния. Основы качественного и количественного спектрофотометрического анализа. Формула Бугера-Бера. Источники оптического излучения, лазеры. Основы теории ошибок в обработке экспериментальных данных. Абсолютная и относительная погрешность эксперимента. Погрешность прямого и косвенного измерения. Цена деления, класс точности приборов. Статистическая ошибка и способы ее расчета. Распределение случайных событий (распределение Пуассона, распределение Лоренца). Распределение Стьюдента, метод малых выборок. Полимеры. Особенности строения высокомолекулярных соединений. Сегменты и звенья макромолекул. Упругое, высокопластичное и высокотекучее состояния аморфных полимеров. Релаксационные процессы в полимерах. Механизмы в- и а-процессов релаксации. Механические и тепловые свойства полимеров. Строение неорганических стекол. Проблема о природе перехода жидкость-стекло. Релаксационная теория стеклования (ВолькенштейнаПтицына). Термодинамическая теория стеклования (Ди-Марцио, Адама). Эффект пластичности стекол. Вязкое течение стеклообразующих расплавов. Уравнения вязкости (Френкеля, Фогеля-Фульчера-Таммана).

#### 6. Рекомендуемая литература

1. Иродов И.Е. Курс общей физики. М.: Высшая школа - 2004
2. Воробьев Л.Е. и др. Оптические свойства наноструктур.- СПб: Наука.- 2001.
3. Банкер Ф., Иенсен П. Симметрия молекул и спектроскопия.- М.: Мир.- 2004.
4. Бехтерев А. Н. Колебательные состояния в конденсированном углероде и наноуглероде.- Магнитогорск: МаГУ.- 2007.

5. Шулепов С.В. Физика углеродных материалов.- Челябинск: Металлургия.- 1990.

6. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Курс физики полимеров. М.: Химия, 1991. 436 с.

7. Бартенев Г.М., Бартенева А.Г., Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992. 384 с.

8. Мазурин О.В. Стеклование. М.: Наука, 1986. 156 с.

9. Сандитов Д.С., Бартенев Г.М. Физические свойства неупорядоченных структур. Новосибирск: Наука, 1982. 259 с.

10. Бартенев Г.М., Сандитов Д.С. Релаксационные процессы в стеклообразных системах. Новосибирск: Наука, 1986. 276 с.

11. Козлов Г.В., Сандитов Д.С. Ангармонические эффекты и физико-механические свойства полимеров. Новосибирск: Наука, 1994. 261 с.

Руководитель вступительных испытаний – В.Е. Архинчев, профессор кафедры общей физики, докт. физ.-мат. наук, доцент.