

Министерство образования и науки российской федерации  
ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет»



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ

для направления 01.04.07 – физика конденсированного состояния  
факультет ФТФ  
кафедра общей физики

Программа обсуждена на заседании кафедры  
« 28 » апреля 2014 г.      Протокол № 6      Цыдыпов Ш.Б.

Рабочая программа утверждена  
учебно-методической комиссией факультета  
« 28 » апреля 2014 г.      Скокова Л.В.

Рабочая программа утверждена на Ученом совете ФТФ  
« 28 » апреля 2014 г.      Халтанова В.М.

Программа разработана: д.т.н., доц. Цыдыповым Ш.Б.

Улан-Удэ  
2014 г

## **1. Пояснительная записка**

Программа вступительных испытаний предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет» по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Билеты к вступительному экзамену включают два теоретических вопроса. Первый вопрос составляется по материалам университетского курса общей и теоретической физики, связанных с физикой конденсированного состояния: по строению, физико-химическим свойствам веществ в твердом, жидком, нанокристаллическом и газообразном состояниях. Второй вопрос составляется по материалам спецкурсов по физике конденсированного состояния, физике нанокристаллических структур и по оптической спектроскопии.

### **Вопросы курса общей и теоретической физики**

Термодинамика. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Строение твердых, жидких, газообразных тел в МКТ. Масса, размеры, скорости движения, силы взаимодействия молекул. Распределения молекул газов по Больцману, Максвеллу-Больцману. Опыт Штерна. Температура и давление газа в МКТ. Уравнения МКТ. Методы и приборы измерения температуры и давления. Температурные шкалы Цельсия, Кельвина, Реомюра, Фаренгейта.

Закон равномерного распределения энергии молекул газа по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости газов и твердых тел. Основные положения и уравнения квантовой теории теплоемкости твердых тел.

Теплота, внутренняя энергия, работа в термодинамике. Начала термодинамики (первое, второе, третье) – термодинамические и статистические формулировки, анализ. Тепловая машина, цикл Карно, КПД.

Агрегатные состояния вещества и переходы между ними. Теплоты и условия переходов. Диаграммы состояния. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Крити-

ческое состояние вещества. Методы получения низких температур. Влажность: абсолютная, относительная, точка росы, методы измерения и расчета.

Электродинамика. Электризация тел. Электрический заряд и его свойства. Взаимодействие точечных и протяженных зарядов. Напряженность и потенциал электростатического поля, напряжение. Принцип суперпозиции полей. Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса и ее применение. Диэлектрики и их классификация. Теория поляризации диэлектриков, вектор поляризации, диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Электроемкость, конденсаторы и их соединения в цепи, заряд, напряжение, энергия конденсаторов и электростатического поля.

Проводники, полупроводники, диэлектрики. Классическая теория электропроводности проводников. Законы Ома, Джоуля-Ленца, Видемана-Франца в дифференциальной форме. Сверхпроводимость, высокотемпературная сверхпроводимость. Электролиз, законы Фарадея.

Электрический ток в газах, самостоятельный и несамостоятельный разряд. Ионизационные камеры, счетчики, электрические фильтры.

Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронный «р-п» переход, диод и транзистор. Термо- и фотосопротивления.

Магнитное поле, индукция и напряженность. Магнетики и их классификация. Теория Кюри-Ланжевена намагничивания и температурной зависимости магнитной проницаемости диа- и парамагнетиков. Электромагнитная индукция и самоиндукция. Закон Фарадея в интегральной и дифференциальной формах, правило Ленца. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного, электромагнитного поля. Плотность потока энергии электромагнитного поля, вектор Умова-Пойнтинга.

Колебательный контур, дифференциальное и интегральное уравнения свободных и вынужденных электромагнитных колебаний. Резонанс, добротность колебательного контура. Открытый колебательный контур, излучение и прием электромагнитных волн. Интегральное уравнение плоской электромагнитной волны. Параметры волны (период, частота, длина волны, фаза,

волновое число). Спектр электромагнитных волн, общая характеристика диапазонов.

Полная система уравнений Максвелла, как обобщение основных законов электромагнетизма, анализ уравнений. Ток смещения, векторный потенциал. Уравнение Пуассона для векторного потенциала.

Оптика и атомная физика. Геометрическая оптика. Принцип Ферма, его применение для вывода законов отражения и преломления света. Формула тонкой линзы для неоднородной среды и ее анализ. Формула сферического зеркала и ее следствия. Увеличение линзы и зеркала. Построение изображения в линзах, зеркалах и их системах. Формула Ньютона для толстых линз.

Поляризация света и ее виды. Поляризаторы для плоско поляризованного и циркулярно-поляризованного света. Закон Малюса. Степень поляризации. Вращение плоскости поляризации оптически активными средами.

Интерференция света, условия наблюдения интерференции для оптической разности хода и разности фаз. Получение когерентных волн (бизеркала, бипризма Френеля, метод Юнга, метод Ллойда). Интерференция в тонких пленках: виды, теория и применение.

Дифракция света и ее виды. Принцип Гюйгенса-Френеля и теория зон Френеля. Зонные пластинки. Дифракционная решетка и ее параметры. Дифракционная природа изображений.

Нормальная и аномальная дисперсия света. Электронная теория дисперсии, следствия. Связь диэлектрической проницаемости и показателя преломления среды.

Основные положения квантовой теории света. Фотоэффект и его виды. Законы Столетова и уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта, их анализ. Объяснение давления света в волновой и квантовой теории света, анализ формулы давления. Измерение давления света, опыты Столетова. АЧТ. Формула Планка для спектральной излучательной способности АЧТ и ее анализ. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина.

Модели атома. Опыт и формула Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Постулаты Бора и его теория водородоподобных атомов. Опыты Франка-Герца. Обобщенная формула Бальмера и ее анализ. Строение сложных атомов, электронные группы и подгруппы, периодическая система Менделеева.

Модели и основные характеристики атомных ядер (ядерные силы, заряд, масса, спин, магнитный момент). Дефект масс, энергия связи, удельная энергия связи. Ядерные реакции и их классификация. Альфа-, бета-, гамма-, нейтронный и протонный распады. Методы регистрации элементарных частиц. Элементарные частицы, их свойства и классификация. Реакции с элементарными частицами. Частицы и античастицы. Кварк-глюонное строение барионов

Физический вакуум. Уравнение Шредингера, волновая функция и ее свойства. Частица в потенциальной яме, туннельный эффект. Стандартные условия и квантование. Операторы в квантовой механике. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Формула Де Бройля. Законы сохранения в квантовой механике и их связь со свойствами пространства и времени.

### **Вопросы спецкурсов по физике конденсированного состояния**

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 клас-

сического дисперсионного анализа при изучении колебательного спектра КУ. Особенности расчета оптических характеристик КУ с помощью уравнений Френеля. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига 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  $\beta$ - и  $\alpha$ -процессов релаксации. Механические и тепловые свойства полимеров.

Строение неорганических стекол. Проблема о природе перехода жидкость-стекло. Релаксационная теория стеклования (Волькенштейна-Птицына). Термодинамическая теория стеклования (Ди-Марцио, Адама). Эффект пластичности стекол.

Вязкое течение стеклообразующих расплавов. Уравнения вязкости (Френкеля, Фогеля-Фульчера-Таммана).

### **Рекомендованная литература**

1. Иродов И.Е. Курс общей физики. М.: Высшая школа.- 2004
2. Савельев И.С. Курс общей физики.- Ч. 2-3.- М.: Высшая школа.- 1965.
3. Гаджаев Н.М. Оптика.

4. Дичберн Р. Физическая оптика.- М.: Наука,- 1965.
5. Воробьев Л.Е. и др. Оптические свойства наноструктур.- СПб: Наука.- 2001.
6. Банкер Ф., Иенсен П. Симметрия молекул и спектроскопия.- М.: Мир.- 2004.
7. Бехтерев А. Н. Колебательные состояния в конденсированном углероде и наноуглероде.- Магнитогорск: МаГУ.- 2007.
8. Шулепов С.В. Физика углеродных материалов.- Челябинск: Metallургия.- 1990.
9. Вяткин Г.П., Байтингер Е.М., Песин Л.А. Определение характера гибридизации валентных состояний углерода спектроскопическими методами.- Челябинск: ЧГТУ.- 1996.
10. Альперович Л.И. Метод дисперсионных соотношений и его применение для определения оптических характеристик.- Душанбе: Ирфон.- 1974.
11. Беленков Е.А. Ивановская В.В., Ивановский А.Л. Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы.- Екатеринбург: УРО РАН.- 2008.
12. Харрик Н. Спектроскопия внутреннего отражения.- М.: Мир.- 1970.
13. Свердлова О. В., Сайдов Г. В. Практическое руководство по молекулярной спектроскопии.- Л.: ЛГУ.- 1980.
14. Агемян Т.А. Основы теории ошибок для астрономов и физиков.- М.: Наука.- 1978.
15. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Курс физики полимеров. М.: Химия, 1991. 436 с.
16. Бартенев Г.М., Бартенева А.Г., Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992. 384 с.
17. Мазурин О.В. Стеклование. М.: Наука, 1986. 156 с.
18. Сандитов Д.С., Бартенев Г.М. Физические свойства неупорядоченных структур. Новосибирск: Наука, 1982. 259 с.
19. Бартенев Г.М., Сандитов Д.С. Релаксационные процессы в стеклообразных системах. Новосибирск: Наука, 1986. 276 с.
20. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. М.: ИИЛ, 1963. 135 с.

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