

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель приемной комиссии

Н.И. Мошкин

2019 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ**

Направление

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность (профиль) программы:

Физика конденсированного состояния

Улан-Удэ

2019

Аннотация.

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», направление 03.06.01 Физика и астрономия, профиль Физика конденсированного состояния и подготовлена с учетом требований Государственного образовательного стандарта высшего образования. По окончании обучения выпускнику присваивается квалификация «Исследователь», «Преподаватель-исследователь».

В программе определены цели и задачи вступительных испытаний, формы проведения вступительных испытаний и их оценка. Также 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 (магистр, специалист). Объем требований к поступающим в аспирантуру определяется содержанием программ вступительных испытаний.

Поступающие в аспирантуру должны продемонстрировать высокий 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.

Программа вступительных испытаний при приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования или самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов высшего образования ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет» по программам специалитета.

1. 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 и научно-педагогической деятельности поступающего.

3. 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.

4. 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.

5. 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. Скин-эффект.

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 Пашена-Бака. 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, α - распад, β - распад и γ -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 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 β - и α -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).

6. Рекомендуемая 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.
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: Металлургия.- 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. Агекян 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.
22. Булер П. Нанотермодинамика/П. Булер. —СПб.: Янус, 2004. —171 с.
23. Введение в термодинамику. Статистическая физика/М. А. Леонтович. —Москва: Лань, 2008. —419 с.
24. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа/К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. —Москва: Физматлит, 2012. —468 с.

25. Ландау Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : в 10 т./Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. — М.: Физматлит, Т. 9: Статистическая физика. —2002. —493 с.

26. Ландау Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : в 10 т./Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц ; под ред. Л. П. Питаевского. — М.: Физматлит, 2003 Т. II: Теория поля. —2003. —533 с.

27. Леонтович М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика: [учеб. пособие для студентов и аспирантов физ., физико-техн. и инженерно-физ. специальностей вузов]/М. А. Леонтович. —СПб. [и др.]: Лань, 2008. —419 с.

28. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости/Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. — Москва: Лань", 2014. —64 с.

29. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: монография/И. В. Кудинов, В. А. Кудинов, А. В. Еремин, С. В. Колесников ; под ред. Э. М. Карташова. —Москва: Лань", 2015. —208 с.

30. Материаловедение: учебное пособие [для студентов всех форм обучения, аспирантов, молодых преподавателей в качестве опорного конспекта по материаловедению и может быть рекомендовано для освоения смежных технических дисциплин]/С. В. Сапунов. —Москва: Лань, 2015. —208 с.

31. Молекулярная физика в жизни, технике и природе/Сытин В.Г.. — Москва: Лань", 2015

32. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах/Г. А. Миронова, Н. Н. Брандт, А. М. Салецкий. —Москва: Лань, 2012. —480 с.

33. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности ВПО 010701 — «Физика» и по направлению подготовки ВПО

010700 — «Физика/Г. А. Миронова, Н. Н. Брандт, А. М. Салецкий. —Москва: Лань, 2012. —480 с.

34. Основы физики конденсированного вещества/Н. Б. Делоне. — Москва: Физматлит, 2011. —233 с.

35. Основы физики конденсированного вещества/Н. Б. Делоне. — Москва: Физматлит, 2011. —233 с.

36. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От наноуровня к глобальному масштабу: [учебник]/П. Морис ; под ред. В. И. Свитова ; пер. с англ.: С. А. Бусев, В. А. Сорокин, Н. И. Харитонов. — Москва: Лаборатория знаний, 2015. —540 с.

37. Стохастические уравнения глазами физика. (Основные положения, точные результаты и асимптотические приближения)/В. И. Кляцкин. — Москва: Физматлит, 2001. —528 с.

38. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем: учебное пособие/А. Ю. Захаров. —Москва: Лань, 2016. —256 с.

39. Физика твердого тела: учеб. пособие/В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. —Москва: Лань, 2010. —218 с.

40. Физика твердого тела: учеб. пособие/Г. И. Епифанов. —Москва: Лань, 2011. —288 с.

41. Физика твердого тела: учебное пособие для студентов технических специальностей/В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. —Москва: Лань, 2010. —218 с.

42. Физика: оптика. элементы атомной и ядерной физики. элементарные частицы: Учебное пособие/Кузнецов С.И.. —М.: Издательство Юрайт, 2016. —301 с.

Руководитель вступительных испытаний – Д.С. Сандитов, профессор кафедры общей физики, докт. физ.-мат. наук, проф.