

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

ПРОГРАММА
вступительных испытаний
для поступающих в аспирантуру

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Специальность
01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Нальчик, 2017 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1.1. 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.

Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. 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.

1.2. 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.

1.3. 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.

1.4. 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.

Многочастичный 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.

1.5. 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.

1.6 Специальные дисциплины. Вопросы

Основные сведения о твердых телах. Кристаллические и аморфные тела.

Элементы кристаллографии. Элементарные ячейки. Индексы Миллера. Ячейки Вигнера-Зейтца.

Дефекты структуры в твердых телах. Точечные дефекты -вакансии, междуузельные атомы и атомы замещения. Дислокации. Границы зерен.

Типы связей в твердых телах. Молекулярная связь. Ионная связь.

Физика тонких пленок и наноматериалы. Методы получения тонких пленок: термическое напыление, катодное напыление, электрополировка и шлифование.

Фазы и агрегатные состояния. Образование новой фазы. Гомогенное образование фазы. Гетерогенное образование фазы.

Работа выхода электрона и методы ее изучения. Фотоэлектрический метод и метод задерживающих материалов.

Условия равновесия фаз жидкость-пар, кристалл-пар. Формула Клапейрона-Клаузиуса.

Солнечная система. Кометы, метеориты, метеоры. Новейшие данные о природе солнечной системы.

Литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Наука, 1989.
3. Матвеев А.Н. Общефизический Практикум. М.: ВШ, 1991.
4. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Упражнения и задачи: Учеб. Пособие для вузов.- М.: Дрофа, 2004.
5. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.
7. Трофимова Т.И. Курс физики.- М.: ВШ, 2007.

8. Бондарев Б.В. и др. Курс общей физики: В 3-х кн: Кн.3: Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. Учебное пособие. - М.:ВШ. 2003.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
10. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа. 1985.
11. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: 1976.
12. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1985.
13. Шпольский Э.В. Атомная физика, т. 1,2. М.: Просвещение, 1984.
14. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа. 1989.
15. Савельев И.В. Курс общей физики т.3. М.: Наука, 2006.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, М., Наука, 1989.
17. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1, 2. М.: Энергоатом-издат, 1993.
18. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Мокеев В.И. Ядерная физика, ч.1,2. М., Изд-во МГУ, 1999.
19. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. Учебное пособие. Под ред. Ишханова Б.С. М.: МГУ, 1994.
20. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Ч.2. М.: Наука, 1989.
21. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М.: ВШ, 1985.
22. Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б. Эмиссионные свойства металлов и сплавов. Нальчик, 1984.
23. Шкловский И.С. Звёзды, их рождение, жизнь и смерть. М.: Наука, 1975, 1984.

Интернет ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru>
2. www.e.lanbook.com
3. www.knigafund.ru
4. www.studentlibrary.ru
5. <http://www.elibrary.ru>
6. <http://www.lib.vsu.ru>
7. <http://www.mathedu.ru/e-journal>

ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ В АСПИРАНТУРУ

1. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.
2. Нормальный эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака.
3. Динамика материальной точки. Поступательное и вращательное движения.
4. Законы сохранения в механике. Свойства симметрии пространства и времени.
5. Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.
6. Дефекты структуры в твердых телах. Точечные дефекты. Дислокации.
7. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.
8. Частицы и их взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.
9. Теплоемкость твердых тел. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.
10. Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения.
11. Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева по измерению светового давления.
12. Элементы кристаллографии. Индексы Миллера. Ячейка Вигнера-Зейтца.
13. Равновесное излучение абсолютно черного тела. Спектральная плотность излучения.
14. Формула Планка.

15. Периодическая система элементов Д.М.Менделеева. Физические основы. Электронная структура атомов.
16. Теплоемкость твердых тел. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.
17. Теплоемкость твердых тел. Модели Эйнштейна.
18. Энергетические уровни переходы в атомах. Спектры. Правила отбора.
19. Колебания решетки. Акустические и оптические волны в твердых телах.
20. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения энергии и момента импульса в механике.
21. Дифракция и интерференция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
22. Физические основы испарения и конденсации водяного пара. Формула Клапейрона-Клаузиуса.
23. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах.
24. Деление и синтез ядер. Цепная реакция деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.
25. Типы связи в твердых телах. Молекулярная связь.
26. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
27. Спектры двухатомных молекул. Вращательные спектры
28. Типы связи в твердых телах. Ионная связь.
29. Жидкости. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью.
30. Спектры двухатомных молекул. Вращательные спектры.
31. Космологические проблемы. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение.
32. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Формула Больцмана.
33. Движение частиц в периодическом потенциале и зонная структура энергетических спектров. Металлы, диэлектрики и полупроводники.
34. Фазы и агрегатные состояния. Гомогенное образование фазы.
35. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения.
36. Сложение световых волн, когерентность. Интерференция света. Интерферометры.
37. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.
38. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания.
39. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. α -распад, β -распад, γ -излучение ядер.
40. Пространственный ротатор. Орбитальный, механический и магнитный моменты. Угловая волновая функция.
41. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона.
42. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства частиц. Гипотеза де-Бройля.
43. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.
44. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса.
45. Пространственный ротатор. Орбитальный, механический и магнитный моменты. Угловая волновая функция.
46. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Цикл Карно и его КПД.
47. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах.
48. Деление и синтез ядер. Цепная реакция деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.
49. Типы связи в твердых телах. Молекулярная связь.
50. Спектры двухатомных молекул. Вращательные спектры.
51. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения.

- 52. Пространственный ротатор. Орбитальный, механический и магнитный моменты.
Угловая волновая функция.
- 53. Первое и второе начала термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа.
Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД.
- 54. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
- 55. Строение Солнца. Циклы солнечной активности.