

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
01.04.16 Физика атомного ядра и элементарных частиц

Нальчик, 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Взаимодействие потоков частиц и излучения с веществом: классическое резерфордское рассеяние; малоугловое (импульсное) приближение; многократное рассеяние ионов в аморфных материалах; классическая теория торможения Бора; излучение Вавилова-Черепкова; тормозное излучение; прохождение гамма излучения через вещество. Фотоэффект, эффект Комптона, рождение электрон-позитронных пар.

2. Принципы детектирования излучений: ионизационный метод; газонаполненная ионизационная камера; пропорциональный детектор с газовым усилением; принципы работы сцинтилляционных детекторов; фотоэлектронные умножители; детекторы излучения Вавилова-Черепкова; принципы работы полупроводниковых детекторов.

3. Методы детектирования ультранизких активностей и электрослабых процессов: солнечного нейтрино, нейтрино высоких энергий, двойного бета распада и К-захвата, промежуточных векторных бозонов. Основные фоновые процессы и методы их подавления.

4. Статистические методы обработки ядерно-физического эксперимента: распределение во времени случайных событий; закон Пуассона; нормальный и биномиальные законы распределения вероятностей; флуктуации; дисперсия; метод наибольшего правдоподобия.

5. Физика атомного ядра. Основные характеристики ядер: радиус, энергия связи, спин, изоспин, магнитный момент, четность. Модели атомных ядер: капельная модель, модель ферми-газа, модель ядерных оболочек, обобщенная модель ядра. Радиоактивность: законы радиоактивного распада; альфа и бета распады; гамма излучение, эффект Мессбауэра. Деление и синтез ядер.

6. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетическая схема. Пороговая кинетическая энергия. Векторная диаграмма импульсов. Принцип детального равновесия. Уровни ядер. Сечения и выходы ядерных реакций. Формула Брейта-Вигнера. Взаимодействие нейтронов с ядрами.

7. Элементарные частицы. Основные положения специальной теории относительности: преобразования Лоренца, 4-х вектор энергии - импульса, Лоренц инварианты, эффект Доплера, сложение скоростей, собственное время жизни, кинематика взаимодействия релятивистских частиц. Применение принципов симметрии в физике элементарных частиц. Элементы теории непрерывных групп. Алгебра углового момента, группа вращений, сложение угловых моментов и классификация мезонов и барионов на основе кварковой модели SU(3).

8. Космические лучи. Химический состав и энергетический спектр потока первичных КЛ. Ядерно-каскадный процесс в атмосфере. Широкие атмосферные ливни. Механизмы ускорения космических лучей. Вариации космического излучения и их типы.

9. Основы астрофизики. Элементы общей теории относительности. Релятивистская космология. Открытая и закрытая изотропные модели. Центральное симметричное гравитационное поле. Гравитационный коллапс. Черная дыра. Дозвездная стадия эволюции Вселенной. Образование легчайших ядер. Ядерные реакции: горение водорода, протон-протонная цепочка, CNO – цепочка, солнечное нейтрино и его регистрация. Горение гелия, углерода, кислорода, кремния, реакции под действием нейтронов, s – процесс. Конечные стадии эволюции звезд. Сверхновые. Белый карлик. Нейтронная звезда.

10. Элементы классической теории поля. Вариационный принцип для скалярного, векторного и спинорных полей. Теорема Нетер и законы сохранения. Уравнение Фока-Клейна-Гордона, Уравнение Дирака. Разложение полей на положительно и отрицательно частотные части. Тензор энергии импульса. Алгебра гамма матриц Дирака. Преобразование зарядового сопряжения. СРТ - теорема.

11. Стандартная модель электро-слабых взаимодействий. Локальные фазовые преобразования и калибровочные поля. Поле Янга-Миллса. Спонтанное нарушение симметрии. Бозонный сектор стандартной модели. Диаграммы Фейнмана. Правила Фейнмана в импульсном представлении.

12. Элементы квантовой теории поля. Релятивистский принцип квантования волновых полей. Вывод перестановочного соотношения и доказательство теоремы Паули о связи спина со статистикой.

13. Матрица рассеяния: представление взаимодействия, хронологическая экспонента, аксиоматическое построение S-матрицы на основе условий причинности, унитарности, релятивистской ковариантности и принципа соответствия. Теорем Вика: приведение к нормальной форме, хронологические спаривания, T – произведение линейных операторов. Причинные функции Грина свободных полей. Диаграммы Фейнмана. Правило Фейнмана в импульсном представлении.

14. Вычисление древесных амплитуд в спинорной электродинамике и электрослабой теории (комптоновское рассеяние, тормозное излучение в поле ядра, распад мюона, бета распад нейтрона, рассеяние нейтрино на электронах).

Литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика. М.: Физматгиз. 1974.
2. Д.И. Блохинцев. Основы квантовой механики. М.: Наука. 1983.
3. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика. Кн. 1,2. М.: Энергоатомиздат. 1993.
4. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Мокеев. Ядерная физика (конспект лекций). МГУ. 1980.
5. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Мокеев. Ядерная физика. Ч.2. МГУ. 1981.
6. Д. Блан. Ядра, частицы, ядерные реакторы. М.: Мир. 1989.

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. Физика атомного ядра. Основные характеристики ядер.
2. Классическое резерфордское рассеяние заряженных частиц в центральном поле.
3. Алгебра угловых моментов, сложение угловых моментов.
4. Рассеяние рентгеновских лучей электронами. Эффект Комптона. Электронная отдача.
5. Модели атомных ядер (капельная модель ферми-газа, модель ядерных оболочек, обобщенная модель ядра).
6. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Альфа- и бета- распады.
7. Радиоактивность. Гамма-излучение, внутренняя конверсия. Эффект Мессбауера.
8. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.
9. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Цепная реакция.
10. Деление и синтез ядер. Термоядерные реакции.
11. Излучение Вавилова-Черенкова. Детекторы излучения Вавилова-Черенкова.
12. Тормозное излучение в поле ядра. Бета-распад нейтрона.
13. Принципы детектирования излучений. Ионизационный метод. Газонаполненная ионизационная камера.
14. Пропорциональный детектор с газовым усилителем. Принцип работы сцинтилляционных детекторов.
15. Элементарные частицы. Принцип симметрии в физике элементарных частиц.
16. Классификация мезонов и барионов на основе кварковой модели SU(3).
17. Преобразование зарядового сопряжения. CPT-теорема.

18. Вычисление древесных амплитуд в спинорной электродинамике и электрослабая теория (комptonовское рассеяние, двухфотонная аннигиляция электрон-позитронной пары).
19. Стандартная модель электрослабых взаимодействий. Локальные фазовые преобразования и калибровочные поля.
20. Спонтанное нарушение симметрии при взаимодействии элементарных частиц. Бозонный сектор стандартной модели.