

Нейтронная ядерная спектроскопия

(магистерская программа, IV семестр)

Тема 1. НЕЙТРОН

Свойства нейтрона. Нейтрон как объект изучения. Нейтрон как инструмент исследований. Электрический заряд нейтрона. Поляризуемость нейтрона. Аномальный магнитный момент нейтрона. Особенности взаимодействия нейтронов с ядрами. Нейтронная ядерная физика. Ядерные силы. Дейтрон. Альфа-распад.

Тема 2. ИСТОЧНИКИ НЕЙТРОНОВ

Лабораторные источники. Ядерный реактор как источник нейтронов. Импульсные реакторы. ИБР-2. Аperiodические импульсные реакторы. Нейтроны из мишеней электронных ускорителей. Протонные источники нейтронов. Источники моноэнергетических нейтронов. Нейтронный генератор. Метод меченных нейтронов. Генератор Ван-де-Граафа.

Тема 3. УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ

Упругое рассеяние нейтрона. Замедление нейтронов. Холодные нейтроны. Холодный замедлитель комплекса ИБР-2. Макроскопическое сечение. Средняя длина пробега нейтрона в произвольном объеме. Биологическая защита и защита детекторов.

Тема 4. ДЕТЕКТОРЫ НЕЙТРОНОВ

Детекторы медленных нейтронов. Реакция захвата медленных нейтронов на ^{157}Gd . Конструкция пропорционального нейтронного счетчика на основе $^{10}\text{BF}_3$ и ^3He . Сцинтилляционные детекторы нейтронов. Детекторы нейтронов, основанные на реакциях деления. Позиционно-чувствительные детекторы. Прикладные методики, основанные на захвате нейтронов легкими ядрами.

Тема 5. β -РАСПАД НЕЙТРОНА

Связь времени жизни нейтрона с параметрами Стандартной Модели. Проверка временной инвариантности в β -распаде поляризованных нейтронов. Связь β -распада нейтрона с процессами нуклеосинтеза в ранней Вселенной. Эксперименты по измерению времени жизни нейтрона. Двойной β -распад нейтрона.

Тема 6. МЕТОД ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА

Метод времени пролета. Основные соотношения методики времени пролета. Скорость счета нейтронов в установке, работающей по времени пролета. Измерение трансмиссии. Оптимальная толщина образца. Доплеровское уширение резонансных линий. Модулирование нейтронного источника с помощью механического селектора.

Тема 7. ПОЛЯРИЗОВАННЫЕ НЕЙТРОНЫ

Поляризация. Основные методы получения поляризованных нейтронов. Отражение медленных нейтронов от магнитных зеркал. Отражение медленных нейтронов от магнитных монокристаллов. Поляризация нейтронов методом пропускания через поляризованные мишени. Методы поляризации ядер. Динамическая поляризация ядер. Оптическая поляризация ядер ^3He .

Тема 8. ЯДЕРНЫЕ МОДЕЛИ

Ядерные модели. Капельная модель ядра. Уровни ядра. Прямые ядерные реакции. Реакции с образованием составного ядра. Формула Брейта - Вигера. Энергетическая зависимость нейтронной ширины. Оптическая теорема. Модель составного ядра при высоких энергиях. Оптическая модель ядерных реакций.

Тема 9. ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР

Энергетические уровни ядра. Деление тяжелых ядер. Энерговыделение в реакции деления. Барьер деления. Тройное деление.

Тема 10. ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ

Цепная реакция деления. Отражение и замедление нейтронов в активной зоне реактора. Простейший ядерный реактор. Формула четырех сомножителей. Замедлители. Гетерогенный реактор. Гомогенные реакторы. Водо-водяной энергетический реактор. Водографитовый реактор. Воспроизводство ядерного топлива. Реакторы на быстрых нейтронах. Природный реактор Окло.

Литература

1. Ю.А. Александров. Фундаментальные свойства нейтрона. М. Энергоатомиздат, 1992.
2. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов, Физика нейтронов низших энергий, М. Наука, 1965.
3. Ю.М. Широков, Н.П. Юдин. Ядерная физика. М. Наука, 1980.
4. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика. М. Энергоатомиздат, 1993.
5. Ю.Г.Абов, А.Д. Гулько, П.А. Крупчицкий, Поляризованные медленные нейтроны. М. Атомиздат, 1966.
6. А.И. Абрамов, Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М. Энергоатомиздат, 1985.
7. В.И. Гольдманский, А.В. Куценко, М.И. Подгорецкий. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. М. ГИ Физ-Мат. Лит. 1959.