

Программа курса «Экспериментальные методы физики высоких энергий»

- Введение.
 1. Виды излучения, фундаментальные взаимодействия и детектирование частиц в ФВЭ.
- Взаимодействие излучения с веществом
 1. Ионизационные потери.

Модель Ферми для кулоновского взаимодействия заряженной частицы с атомными электронами. Спектр электронов отдачи.
Формула Бете-Блоха. Понятие МПР. Границы применимости.
Эффект плотности. Плато Ферми. Ограниченные потери.
Флуктуации потерь. Распределение Ландау.
Ионизационные потери как основной механизм детектирования частиц.
 2. Черенковское излучение.

ЧИ как интерференционный эффект. Пороговый характер ЧИ.
Спектр, угловое распределение и поляризация ЧИ.
ЧИ как часть ионизационных потерь.
Идентификация частиц посредством регистрации ЧИ.
 3. Переходное излучение.

ПИ от границы раздела сред. ПИ от фольги и щели. ПИ от регулярной структуры.
Насыщение ПИ как функции Лоренц-фактора частицы.
ПИ в направлении вперед и назад. Оптическое и рентгеновское ПИ.
Идентификация частиц посредством регистрации ПИ.
 4. Кулоновское рассеяние заряженной частицы в поле ядра.

Формула Резерфорда.
Многократное рассеяние.
Радиационная длина - 1.
 5. Тормозное излучение в поле ядра.

Формула Бете-Гайтлера. Длина экранировки.
Критическая энергия.
Радиационная длина – 2.
ТИ в кристалле.
 6. Рождение электрон-позитронных пар γ -квантом в поле ядра.

Связь рождения пар с ТИ. Ф.-ла Бете-Гайтлера.
Образование электронных «троек».
 7. Электромагнитный каскад.

Модель каскада. Продольная форма каскада.
Радиус Мольера.
 8. Поглощение низкоэнергичных γ -квантов веществом.

Комптоновское рассеяние.
Фотоэффект.
Рэлеевское рассеяние.
 9. Взаимодействие мюонов очень высоких энергий с веществом.
 10. Взаимодействие адронов с веществом
Общие характеристики адронного взаимодействия : сечение, множественность, средний поперечный импульс, распады продуктов.

Ядерный каскад.

11. Каналирование заряженных частиц.

12. Синхротронное излучение.

СИ как периодический процесс.

Сходство и различия с ТИ.

СИ как источник фона в ФВЭ.

- Детекторы частиц

1. Газовые детекторы.

Физические процессы в газе детектора : первичная и полная ионизация ; δ -электроны; дрейф и диффузия заряженных частиц ; газовое усиление; пробой; фотоионизация и фотопоглощение.

Ионизационная камера. Форма сигнала. Индукционный эффект.

Цилиндрический пропорциональный счетчик. Эффект загрузки. Рабочие смеси.

Трековые детекторы : МПК, ДК, ДТ, GEM. Время-проекционная камера.

dE/dx – идентификация частиц.

Усиление сигналов с детекторов частиц.

2. Полупроводниковые детекторы (ППД).

Зонная структура полупроводника и физические процессы : собственная и примесная проводимость; ионизация; термализация; дрейф; рекомбинация.

Шумы в п/проводнике. Необходимость обеднения. Емкость перехода.

PIN-детектор.

Формирование сигнала в ППД. Разрешение.

Спектрометрические и трековые ППД . Вершинный детектор.

3. Сцинтилляционные детекторы (СД).

Виды сцинтилляторов и механизмы сцинтилляции.

Свойства сцинтилляторов : временные, световой выход, стойкость, практическая применимость. Эффект Биркса.

Вакуумные фотоприемники: фотодиод, ФЭУ.

Процессы в ФЭУ и его характеристики . Фото- и термо- эмиссия из полупроводникового фотокатода; вторичная эмиссия ; оптическая и ионная обратная связь, объемный заряд. Шумы ФЭУ.

Виды ФЭУ. Амплитудное разрешение и временные характеристики.

Полупроводниковые фотоприемники : фотодиод; гибридный фотодиод; ПЗС.

Амплитудное разрешение СД.

4. Черенковские счетчики

Пороговый и дифференциальный счетчики. Дисперсия . Разрешение по скорости.

Многоканальный счетчик. Детектор колец черенковского излучения. Фотодетекторы RICH.

5. Детекторы переходного излучения (ДПИ).

Основные элементы детектора : радиатор и «регистратор».

6. Электромагнитные калориметры.

Виды калориметров: однородные и разнородные; сплошные и ячеистые; газовые, жидкостные, сцинтилляционные, полупроводниковые, черенковские.

Факторы разрешения: флуктуации сбора «заряда» и выборки, утечки, шумы.

Линейность.

Радиационная стойкость калориметра.

7. Адронные калориметры.

Сравнение с ЭМ-калориметрией : дополнительные факторы энергетического (и пространственного) разрешения.

Адронный калориметр как один из основных детекторов в установках нового поколения.

8. Магнитный спектрометр.

9. Заключение. Типовые компоновки установок в ФВЭ.