

Вопросы коллоквиума по разделу «Минимум»:
разделы «Основные свойства ядерных излучений» и «Статистика в ядерной физике»

Альфа-частицы

1. Что такое альфа-частицы? Каковы их масса и заряд?
2. В каких процессах образуются альфа-частицы?
3. Какова энергия альфа-частиц и каков их спектр?
4. Каковы пробеги альфа-частиц в воздухе и веществе?
5. Какова плотность ионизации, создаваемой альфа-частицей в воздухе?

Бета-частицы

1. Что такое бета-частицы?
2. Что такое граничная энергия бета-спектров? Каков вид бета-спектров?
3. Какова плотность ионизации, создаваемой бета-частицей в воздухе?
4. Пробеги бета-частиц в воздухе и веществе, фактический пробег бета-частиц.

Гамма-лучи

1. Что такое гамма-излучение?
2. В каких процессах возникают гамма-кванты?
3. Какова энергия гамма-лучей?
4. Какие процессы происходят при прохождении гамма-лучей через вещество?
5. Какова плотность ионизации, создаваемой гамма-лучами в воздухе?
5. Каковы пробеги гамма-лучей в воздухе и веществе?
6. Как защититься от гамма-излучения?

Нейтроны

1. Что такое нейтроны? Каковы их масса, заряд?
2. В каких процессах возникают нейтроны?
3. Какие процессы происходят при прохождении нейтронов через вещество?
4. Как происходит поглощение нейтронов?
5. Как защититься от нейтронного излучения?

Статистика в ядерной физике

1. Что такое абсолютная и относительная ошибки? Как вычислить эти величины?
2. Приведите выражение для дисперсии в случае распределения Пуассона.
3. Что такое статистическая ошибка?
4. Какое количество импульсов надо зарегистрировать (поток пуассоновский), чтобы относительная ошибка не превышала 5%, 3% и 1%?
5. Что такое распределение Гаусса и как оно связано с распределением Пуассона?
6. Объясните, что означают числа 68,2%, 95,4% и 99,7% применительно к распределению Гаусса?

Вопросы к коллоквиуму по работе «Счетчик Гейгера-Мюллера»

1. Что такое газонаполненные детекторы? Каково их устройство?
2. Принцип работы газонаполненных детекторов. Поясните процесс регистрации ядерных частиц газонаполненным детектором.
3. Какова зависимость величины собираемого заряда от величины приложенного напряжения? Объясните причины такого поведения.
4. Что такое счетчик Гейгера-Мюллера (счетчик ГМ)? Каковы его особенности?
5. Нарисуйте схему включения счетчика ГМ и поясните назначение электрических элементов. Какова амплитуда импульса на выходе счетчика ГМ?
6. Что такое счетная характеристика счетчика ГМ? Что такое плато? Как выбрать рабочую точку счетчика ГМ?
7. Объясните процесс возникновения разряда в счетчике ГМ. Почему следует принимать меры для его гашения?
8. Перечислите и кратко объясните способы гашения разряда.
9. Каково устройство самогасящихся счетчиков ГМ?
10. Что такое мертвое время счетчика ГМ и время восстановления? Что такое разрешающее время счетной установки?
11. Как опытным путем определить разрешающее время счетной установки?
12. Какова эффективность регистрации счетчиком ГМ различных ядерных излучений?

Вопросы для допуска к работе «Счетчик Гейгера-Мюллера»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
 1. Цель опыта.
 2. Схема опыта для определения мертвого времени счетчика.
 3. Возможная схема включения счетчика.
 4. Что такое счетная характеристика счетчика?
 5. Где выбирается рабочая точка счетчика и почему?
 6. Связь между истинной и наблюдаемой скоростями счета.
 7. Окончательное выражение для вычисления мертвого времени τ .
 8. Априорный анализ погрешностей и окончательное выражение для вычисления погрешности результата $\Delta\tau$.

Вопросы к коллоквиуму по работе
«Гамма-лучи. Определение энергии гамма-лучей методом поглощения»

1. Что такое гамма-лучи? В каких процессах они возникают?
2. Какова энергия гамма-излучения, испускаемого ядрами? Каков энергетический спектр гамма-излучения?
3. Перечислите и кратко объясните суть основных процессов, происходящих при взаимодействии гамма-лучей с веществом.
4. Что такое явление фотоэффекта? Зависимость вероятности фотоэффекта от энергии гамма-квантов и заряда ядра.
5. Рассеяние гамма-лучей: томпсоновское и комптоновское рассеяние. Зависимость вероятности комптоновского рассеяния от энергии гамма-квантов и от заряда и массы ядра.
6. Явление образования пар. Вероятность образования пар «электрон-позитрон» в зависимости от энергии гамма-кванта и от заряда ядра.
7. Что такое полный линейный коэффициент ослабления? Что такое длина свободного пробега гамма-кванта в веществе? Зависимость полного линейного коэффициента ослабления от энергии гамма-квантов.
8. Экспоненциальный закон поглощения гамма-лучей веществом. Многократное рассеяние гамма-квантов.

Вопросы для допуска к работе
«Гамма-лучи. Определение энергии гамма-лучей методом поглощения»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
 - Ответить на вопросы к коллоквиуму;
 - В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
1. Цель опыта.
 2. Схема опыта для определения энергии гамма-лучей.
 3. Какие величины и как измеряются, какая зависимость ожидается?
 4. Как из полученной зависимости определить полный линейный коэффициент ослабления?
 5. Априорный анализ погрешностей и выражение для вычисления погрешности результата в п.4.
 6. Как по результату в п. 4 определить энергию гамма-квантов E_γ ?
 7. Каково выражение для погрешности окончательного результата ΔE_γ ?

**Вопросы к коллоквиуму по работе
«Гамма-лучи. Сцинтилляционный гамма-спектрометр»**

1. Что такое сцинтиллятор? Принцип действия сцинтиллятора.
2. Перечислите основные достоинства и недостатки сцинтилляционных детекторов.
3. Радиотехническая аппаратура, используемая для работы со сцинтилляционным детектором: назначение и принцип работы отдельных блоков (ФЭУ, формирователь, спектрометрический усилитель, многоканальный анализатор).
4. Поясните процесс регистрации сцинтиллятором ядерных излучений на примере электронов, альфа-частиц, гамма-квантов и нейтронов (от проникновения частицы в вещество сцинтиллятора до получения спектра).
5. Объясните форму гамма-спектра, полученного с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра (на примере ^{60}Co).
6. Что такое световой выход и эффективность регистрации кристалла?
7. Что такое разрешающая способность, фоточасть, светосила, форма линии, цена канала спектрометра?
8. Какими параметрами характеризуется форма линии?
9. Что такое градуировочная кривая и как она строится для данного спектрометра?

**Вопросы для допуска к работе
«Гамма-лучи. Сцинтилляционный гамма-спектрометр»**

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
 - Ответить на вопросы к коллоквиуму;
 - В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
1. Цель опыта.
 2. Схема опыта по определению энергии гамма-лучей исследуемого нуклида.
 3. Как из измеренных спектров определить погрешности положения линий?
 4. Как построить градуировочную кривую по калибровочным нуклидам, какие линии следует использовать для калибровки?
 5. Как вычислить погрешности коэффициентов уравнения градуировочной кривой?
 6. Окончательное выражение для вычисления энергии гамма-лучей исследуемого нуклида.
 7. Априорный анализ погрешностей и окончательное выражение для вычисления погрешности результата.

Вопросы к коллоквиуму по работе «Бета-частицы»

1. Что такое бета-частицы? Откуда они возникают?
2. Три вида бета-распада. Каким взаимодействием обусловлен бета-распад?
3. Каковы спектры испускаемых бета-частиц? Почему они непрерывны в отличие от спектров альфа-частиц? Что такое граничная энергия бета-спектра?
4. Что такое внутренняя конверсия гамма-излучения и как это явление влияет на бета-спектр (электроны внутренней конверсии)?
5. Взаимодействие бета-частиц с веществом: перечислите и объясните основные виды взаимодействия.
6. Ионизационные потери энергии: зависимость от энергии бета-частиц и от заряда и массы ядра.
7. Взаимодействие бета-частиц с ядрами вещества: тормозное излучение. Зависимость потерь на тормозное излучение от энергии бета-частиц и от заряда ядра.
8. Соотношение для потерь энергии на излучение и на ионизацию в зависимости от энергии бета-частиц.
9. Перечислите методы детектирования бета-частиц.
10. Поглощение бета-частиц: кривые поглощения для моноэнергетических бета-частиц и для случая непрерывного бета-спектра.
11. Формулы, связывающие пробег бета-частиц с граничной энергией бета-спектра.
12. Что такое обратное рассеяние бета-частиц? Коэффициент обратного рассеяния.
13. Зависимость коэффициента обратного рассеяния от атомного номера отражателя, от толщины отражателя, от максимальной энергии бета-спектра.

Вопросы для допуска к работе «Бета-частицы»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:

По части 1

1. Цель опыта.
2. Связь между пробегом бета-частиц и граничной энергией бета-спектра.
3. Схема опыта по определению граничной энергии бета-частиц.
4. Какие величины и как измеряются, какая ожидается зависимость?
5. Как из полученной зависимости определить максимальный пробег электронов?
6. Как из полученной зависимости определить слой половинного поглощения?
7. Априорный анализ погрешностей и выражения для вычисления погрешностей результатов, полученных в п.5 и 6.
8. Априорный анализ ошибок для вычисления погрешности граничной энергии бета-спектра по результатам п.7.
9. Окончательное выражение для вычисления погрешности результата.

По части 2

1. Цель опыта.
2. Связь между коэффициентом обратного рассеяния и атомным номером вещества.
3. Схема опыта. Какие величины и как измеряются, какая ожидается зависимость?
4. Как определить атомный номер неизвестного образца?
5. Как определить процентное содержание металлов в сплаве?
6. Априорный анализ погрешностей и выражения для вычисления погрешностей результатов, полученных в п.5 и 6.

Вопросы к коллоквиуму по работе «Статистические законы в ядерной физике»

1. Флуктуации измеряемых величин в макро- и микромире.
2. Что такое дисперсия, абсолютная и относительная флуктуации?
3. Распределение Пуассона. Условия применимости. Дисперсия, абсолютная и относительная флуктуации в случае распределения Пуассона.
4. Распределение Гаусса. Физический смысл параметров. Связь распределения Гаусса с распределением Пуассона.
5. Дисперсия и абсолютная флуктуация в случае распределения Гаусса.
6. Распределение χ^2 . Проверка гипотез о законе распределения с помощью критерия χ^2 .

Вопросы для допуска к работе «Статистические законы в ядерной физике»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум» в части ядерных излучений;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
 1. Цель опыта.
 2. Схема опыта.
 3. Порядок обработки результатов опыта.

**Вопросы к коллоквиуму по работе
«Искусственная радиоактивность. Определение периода полураспада»**

1. В чём заключается явление радиоактивности? Естественная и искусственная радиоактивность. Что такое активность образца?
2. Законы радиоактивного распада: дифференциальная и интегральная формы. Среднее время жизни радиоактивного ядра, период полураспада.
3. В чём заключается явление активации? Законы радиоактивного накопления, активность насыщения.
4. Кривые распада и активации. Кривая распада в случае наличия в веществе ядер с разными периодами полураспада.
5. Что такое ядра-изомеры? Чем они отличаются от обычных ядер?
6. Перечислите и опишите способы определения периода полураспада.
7. Нейтроны: основные свойства. Способы получения нейтронов.
8. Замедление нейтронов. Защита от нейтронов.

**Вопросы для допуска к работе
«Искусственная радиоактивность. Определение периода полураспада»**

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:

По части 1

1. Цель опыта.
2. Схема опыта для определения периода полураспада образцов.
3. Какие величины и как измеряются, какая зависимость ожидается?
4. Для каждого образца дать ответы на следующие вопросы:
 - а. Сколько времени следует активировать образец и почему?
 - б. Сколько времени следует проводить измерение наведенной активности и почему?
 - в. Каков порядок проведения измерений?
 - г. Как из полученной зависимости определить постоянные распада (периоды полураспада)?
5. Априорный анализ погрешностей и выражения для вычисления погрешностей результатов в п. 3г.

По части 2

1. Какая зависимость должна получиться?
2. Какой должен быть порядок проведения измерений для того, чтобы построить зависимость в п. 1, а именно:
 - а. Какое количество времени следует облучать образец и почему?
 - б. Какое время после облучения следует выдерживать образец и почему?
 - в. Сколько времени измеряется интегральная активность?
 - г. Через какое время возможна повторная активация и почему?
3. Как по полученной кривой определить период полураспада?

Вопросы к коллоквиуму по работе «Космические лучи»

1. Что такое космические лучи? Каков состав первичного космического излучения? Какова энергия космических частиц?
2. Взаимодействие первичных космических лучей с атмосферой. Вторичные космические лучи. Состав «мягкой» и «жесткой» компонент.
3. Особенности распада мюонов.
4. Каково угловое распределение жесткой компоненты космических лучей на уровне моря?
5. Как из опыта можно оценить время жизни покоящегося мюона?

Вопросы для допуска к работе «Космические лучи»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
 1. Цель опыта.
 2. Схема опыта для определения времени жизни мюона τ_0 .
 3. Какие величины и как измеряются, какая зависимость ожидается?
 4. Как учесть разрешающее время блока совпадений?
 5. Как из полученной зависимости определить время жизни τ_0 , окончательная формула или порядок действий.

**Вопросы к коллоквиуму по работе
«Альфа-частицы. Определение энергии альфа-частиц по пробегу»**

1. Что такое альфа-частицы: их состав, масса, заряд.
2. В каких процессах возникают альфа-частицы?
3. Какова энергия альфа-частиц?
4. Каковы основные процессы, возникающие при взаимодействии альфа-частиц с веществом?
5. Что такое упругое рассеяние? Формула Резерфорда.
6. Что такое ионизационное торможение? Зависимость потерь энергии на единицу пути от энергии альфа-частицы. Нарисовать график.
7. Что такое пробег альфа-частицы в веществе? Зависимость пробега от энергии: законы Виддингтона и Гейгера.
8. Полная и удельная ионизация. Кривая Брэгга. Объясните вид кривой Брэгга.
9. Разброс пробегов. Каковы причины разброса пробегов?
10. Перечислите известные Вам методы определения энергии альфа-частиц. Поясните принципы этих методов.

**Вопросы для допуска к работе
«Альфа-частицы. Определение энергии альфа-частиц по пробегу»**

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
 1. Цель опыта.
 2. Схема опыта по определению пробега альфа-частиц.
 3. Какая ожидается зависимость и как из неё определить пробег альфа-частиц.
 4. Окончательное выражение для вычисления энергии альфа-частиц.
 5. Априорный анализ погрешностей и окончательное выражение для вычисления погрешности результата.

**Вопросы к коллоквиуму по работе
«Альфа-частицы. Полупроводниковый спектрометр»**

1. Что такое полупроводниковый детектор (ППД)? Каковы его преимущества перед другими видами детекторов?
2. Перечислите известные Вам типы ППД и кратко объясните различия между ними.
3. Характеристики ППД: энергетическое разрешение, шумы и толщина входного окна. Что такое фактор Фано?
4. Перечислите требования к радиотехнической аппаратуре, применяемой для работы с ППД.
5. Объясните назначение отдельных блоков спектрометрического тракта, требования к ним.
6. Поясните принцип действия многоканального анализатора импульсов.
7. Поясните процесс регистрации ядерных излучений с помощью ППД на примере электронов, альфа-частиц, гамма-квантов и нейтронов (от проникновения частицы в вещество сцинтиллятора до получения спектра).
8. Что такое градуировочная кривая и как она строится для данного спектрометра?
9. Характеристики спектрометра с ППД: разрешающая способность, эффективность, форма линии, цена канала.
10. Какими параметрами характеризуется форма линии?

**Вопросы для допуска к работе
«Альфа-частицы. Полупроводниковый спектрометр»**

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:
 1. Цель опыта.
 2. Схема опыта по определению энергии альфа-частиц исследуемого нуклида.
 3. Как из измеренных спектров определить погрешности положения линий?
 4. Как построить градуировочную кривую по калибровочному нуклиду, как она должна выглядеть?
 5. Как вычислить погрешности коэффициентов уравнения градуировочной кривой?
 6. Окончательное выражение для вычисления энергии альфа-частиц исследуемого нуклида.
 7. Априорный анализ погрешностей и окончательное выражение для вычисления погрешности результата.

Вопросы к коллоквиуму по работе «Дозы ионизирующих излучений»

1. Перечислите и приведите основные свойства известных Вам видов излучения (состав, энергия). Какие процессы происходят при воздействии этих излучений на вещество?
2. Что такое доза? Единицы измерения — Грэй, Рентген (экспозиционная доза).
3. Плотность ионизации. Влияние величины плотности ионизации на биологические объекты.
4. Линейная плотность ионизации и линейная передача энергии. Взвешивающие коэффициенты. Эквивалентная доза. Единица измерения — Зиверт, бэр.
5. Что такое эффективная доза? Основные дозовые пределы.
6. Что такое активность радиоактивного источника? Единицы измерения активности — Беккерель и Кюри.
7. Дозиметрия заряженных частиц — протонов, альфа-частиц и электронов. Особенности при воздействии на биологические объекты.
8. Дозиметрия гамма-излучения. Отличия от дозиметрии заряженных частиц. Что такое толщина половинного поглощения?
9. Мощность дозы источника гамма-излучения. Что такое ионизационная постоянная, с какой целью она вводится?
10. Дозиметрия нейтронного излучения, защита от нейтронов.
11. Способы защиты от ядерных излучений.
12. Каков уровень фона в большинстве регионов земного шара?
13. Способы измерения активности радиоактивных препаратов.

Вопросы для допуска к работе «Дозы ионизирующих излучений»

Для допуска к работе необходимо:

- Ответить на вопросы из раздела «Минимум»;
- Ответить на вопросы к коллоквиуму;
- В листе самоподготовки привести ответы на следующие вопросы:

По части 1

1. Цель опыта.
2. Схема опыта.
3. Какие величины и как измеряются в случаях:
 - а. определения кратности снижения дозы за счет установки защиты;
 - б. определения активности радиоактивного источника;
 - в. определения мощности дозы в зоне действия пучка гамма-излучения.
4. Окончательные формулы для расчетов и априорный анализ погрешностей в п.3.

По части 2

1. Цель опыта.
2. Схема опыта.
3. Какие величины и как измеряются?
4. Как учесть разрешающее время блока совпадений?
5. Окончательные формулы для расчетов и априорный анализ погрешностей.