

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Экспериментальная ядерная физика

Код модуля
1163586(1)

Модуль
Ионизирующие излучения в биомедицинской
инженерии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|---|------------------|--------------------------|
| 1 | Рябухин Олег Владимирович | кандидат физико-математических наук, доцент | Доцент | экспериментальной физики |

Согласовано:

Управление образовательных программ

В.В. Топорищева

Авторы:

- **Рябухин Олег Владимирович, Доцент, экспериментальной физики**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Экспериментальная ядерная физика

| | | | |
|-----------|---|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Домашняя работа | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Экспериментальная ядерная физика

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ПК-6 -Способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем | З-3 - Описывать основные физико-технические характеристики ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков П-2 - Решать сформулированные практические задачи, относящиеся к применению ядерно-энергетических, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и медицинских проблем У-1 - Анализировать совокупность и последовательность процессов, протекающих при | Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| | взаимодействии излучения с веществом | |
|--|--------------------------------------|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>домашняя работа</i> | 6,8 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа</i> | 6,4 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, | Максимальная оценка в баллах |

| | | |
|--|---------------------------|--|
| | учебная неделя | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|---|--|-------------------------------------|
| | | |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|----------------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|---|--|---|------------|---|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Свойства атомных ядер
2. Радиоактивность, законы радиоактивного распада
3. Взаимодействие излучения с веществом
4. Ядерные реакции

Примерные задания

Узкий пучок α -частиц с кинетической энергией $T = 600$ кэВ падает нормально на золотую фольгу, содержащую $n = 1,1 \cdot 10^{19}$ ядер/см². Найти относительное число α -частиц, рассеивающихся под углами $\vartheta < \vartheta_0 = 20^\circ$.

Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадется за месяц?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Характеристики ядер
2. Радиоактивность, законы радиоактивного распада, формирование полей излучений
3. Прохождение излучения через вещество
4. Ядерные превращения

Примерные задания

Определите потери энергии (соотношение потерь, пробег, соотношение пробегов) той или иной частицы в том или ином веществе. Определите коэффициент ослабления при движении гамма-квантов с той или иной энергией в веществе.

Определите энергию той или иной частицы, рождающейся в той или иной ядерной реакции. Определите сечение (вероятность) той или иной ядерной реакции при взаимодействии с той или иной частицей.

Определите накопленную активность того или иного изотопа в той или иной ядерной реакции под действием нейтронов с той или иной энергией.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Характеристики ядер, радиус ядер.
2. Характеристики ядер, устойчивость ядер.
3. Радиоактивный распад ядер.
4. Прохождение излучения через вещество.
5. Активационные процессы, производство р/а вещества.
6. Ядерные реакции под действием нейтронов.

Примерные задания

Посчитайте сечение (вероятность) взаимодействия той или иной заряженной частицы с тем или иным веществом.

Определите энергию связи (удельную энергию связи той или иной частицы относительно того или иного ядра).

Определите спин того или иного ядра по существующим правилам или в модели ядерных оболочек.

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Опишите общую структуру ядра. Как обозначаются ядра по числу и типу нуклонов. Как вводится понятие - атомная единицы массы. Что такое энергия покоя и энергия возбуждения ядра. Чему равна масса ядра в возбужденном состоянии.

2. Укажите релятивистские соотношения для полной и кинетической энергии, а также импульса частицы. Запишите закон сохранения энергии в ядерных реакциях. Составьте уравнение баланса ядерной реакции.

3. Какие энергетические эффекты возможны при протекании реакций. Типы реакций. Обоснуйте введение электронвольта как единицы измерения энергии. Дайте определение энергии и удельной энергии связи ядер.

4. Сформулируйте основные выводы о свойствах ядерных сил, исходя из зависимости $\Delta(A,Z)$. Запишите уравнение для энергии связи ядер с различным числом нуклонов. Что такое магические и зеркальные ядра.

5. Обоснуйте возможность α -распада тяжёлых ядер. Обоснуйте возможности деления ядра на осколки. Какова энергия реакции деления. Дайте понятие энергия связи ядра относительно составных частей. Запишите уравнение для энергия связи ядра относительно составных частей.

6. Какие ядра являются нуклоностабильными. Приведите границы стабильности ядер. Что понимается под радиусом ядра. Оцените радиус ядра исходя из Формулы Вейцзеккера. Определение радиуса ядра по рассеянию быстрых нейтронов на ядрах. Определение радиуса ядра в мезоатомах. Определение радиуса ядра по рассеянию быстрых электронов.

7. Установите связь механического и магнитного момента. Чему равна энергия частицы с магнитным моментом в магнитном поле. Получите выражения для магнитного момента частицы через магнетон Бора. Как задается спин частицы. Что характеризует гиромагнитное отношение. Чему равен спин электрона.

8. Опишите способы получения суммарного момента количества движения ядра, магнитного момента. Какой эффект возникает при взаимодействии магнитного момента ядра с магнитным полем электронов. Перечислите способы определения спина ядра по характеристикам сверхтонкого расщепления. Определение спина ядра при использовании эффекта Пашена-Бака. Определение спина ядра при использовании эффекта Зеемана. Определение спина ядра методом молекулярных пучков. Определение спина ядра методом Раби. Идея определения спина ядер методом Раби.

9. Сформулируйте выводы по результатам теоретических расчетов и измерения спинов нуклонов и ядер. Определите понятие четности волновой функции. Сформулируйте закон сохранения чётности. Приведите примеры. Определите понятие изотопического спина. Сформулируйте закон сохранения изотопического спина. Сформулируйте предпосылки для создания ядерных моделей. Как строится капельная модель ядра. Какие слагаемые, описывающие энергии входят в формулу Вейцзеккера. Какова точность определения

энергии связи ядер в капельной модели ядра. Укажите недостатки КМЯ. Дайте предпосылки создания модели ядерных оболочек.

10. Постройте классификацию энергетических уровней. Какие квантовые числа используются для описания энергетических уровней в МЯО. Сформулируйте правила заполнения одночастичных энергетических уровней. Какими являются спины четно-четных и нечетно-четных ядер. Как задается магнитный момент ядра в модели ядерных оболочек.

11. Дайте понятие ядерной изомерии. Изобразите схему заполнения ядерных оболочек в ядре кислорода. Определите спин и четность ядра фтора. Укажите недостатки МЯО. Укажите характеристики, изменяющиеся при переходе от МЯО к обобщенная модель ядра.

12. Какова энергия вращательного состояния ядра. Какова энергия колебательных энергетических уровней ядер. Охарактеризуйте энергетический спектр состояний ядра. Укажите общие закономерности радиоактивного распада ядер.

13. Какими радиоактивными семействами представлены естественные изотопы. Определите характеристики р/а семейств. Что такое α -распад. Укажите эмпирические закономерности α -распада. Получите выражения для энергии альфа – частиц из законов сохранения в α -распаде. Запишите уравнение для энергия связи α -частиц. Приведите теорию α -распада.

14. Определите коэффициент прозрачности кулоновского барьера. Укажите особенности связи периода полураспада альфа-радиоактивных ядер и энергии испущенных ча-стиц. Каково влияние центробежного барьера при альфа - распаде. Каким является спектр альфа распада.

15. Запишите основные энергетический условия β -распада. Укажите эмпирические закономерности β -распада Почему спектр β -частиц является непрерывным. Что такое нейтрино. Приведите оценочное значение сечения взаимодействия и массы нейтрино. Приведите теорию β -распада. Общая формула для вероятности процесса.

16. Укажите особенности энергетического спектра бета-частиц при малых энергиях. Укажите классификация β -переходов по величине $F_{\beta\beta}$ и по величине уносимого орбитального момента. Определите переходы Ферми и Гамова-Теллера. Особенности закона сохранения четности при бета-распаде.

17. Определите понятие гамма – излучения ядер. Укажите свойства гамма – квантов. Сформулируйте правила отбора для гамма - переходов. Что такое внутренняя конверсия электронов. Как изменяется коэффициент внутренней конверсии с изменением характеристик атома.

18. Какие процессы протекают при взаимодействии заряженных частиц с веществом. Укажите основные выводы формулы Бете-Блоха. Исходя из ионизационных потерь определите пробег частиц в среде. При каких энергиях преобладают ионизационные потери. Как изменяются ионизационные потери при переходе от среды к среде. Как изменяются ионизационные потери при переходе от одной частицы к другой.

19. Укажите связь пробега и энергии заряженной частицы. Что такое массовая тормозная способность. Какова единица измерения массовой тормозной способности.

20. Дайте определение Излучения Вавилова-Черенкова. Перечислите основные свойства ИВЧ. Укажите закономерности для углов и энергий частиц, при которых возникает ИВЧ.

21. Дайте определение тормозного излучения. Чему пропорциональны потери энергии частицы на тормозное излучение. При каких энергиях частицы преобладают тормозные потери энергии. Что такое критическая энергия налетающей заряженной частицы. При каких условиях возникает синхротронное излучение. При каких условиях возникает переходное излучение.

22. Охарактеризуйте процесс упругого рассеяния заряженной частицы. Чем определяется вероятность упругого рассеяния. Исходя из анализа формулы Резерфорда укажите особенности упругого рассеяния. В результате чего возникает многократное рассеяние. Для каких частиц влияние многократного рассеяния на ослабление в веществе наиболее существенно. Чему пропорционален суммарный угол многократного рассеяния. Что такое \square -электроны. Какова энергия \square -электронов.

23. Определите понятия первичной и полной ионизации среды. Каковы особенности ослабления электронов в среде для сплошного и моноэнергетического спектров. Определите эффективный и максимальный пробег электронов в среде. Как получают эмпирические формулы для энергии частиц через пробег. Как классифицируют и обозначают ядерные реакции. Какие законы сохранения выполняются в ядерных реакциях. Получите уравнение для порога эндонергетических ядерных реакций

24. Опишите механизмы протекания ядерных реакций. Опишите характер протекания прямых ядерных реакций. Опишите характер протекания ядерных реакций через составное ядро. Постройте зависимость и укажите выражение для сечения образования составного ядра в резонансной области энергии возбуждения. Укажите выражение для сечения образования составного ядра в нерезонансной области энергии возбуждения.

25. В чем заключается Принцип детального равновесия. Выведите формулы Брейта – Вигнера для сечения образования промежуточного ядра. Каким образом учитывается кулоновский барьер при протекании ядерных реакций на заряженных частицах. Каким образом учитываются ионизационные потери энергии при протекании ядерных реакций на заряженных частицах.

26. Роль центробежного барьера при протекании ядерных реакций. Какие типы ядерных реакций возможны под действием заряженных частиц. Какие ядерные реакции протекают под действием гамма – квантов. Приведите классификацию нейтронов по энергии. Какие типы ядерных реакций протекают под действием нейтронов. Укажите характерные сечения ядерных реакций нейтронов с ядрами. Укажите особенности реакции деления ядер. На каких ядрах возможно протекание реакции деления. За счет каких сил происходит деление ядер. Какое уравнение используется в элементарной теории деления ядер.

27. Определите параметр деления. При каких значениях параметра деления происходит деление ядер. Почему деление ядер невозможно без привнесения дополнительной энергии. Укажите диапазоны значений параметра деления, для которых существует вероятность деления ядра без дополнительной энергии.

28. За счет какой реакции происходит замедление нейтронов. Каков энергетический порог при котором эффективно происходит замедление нейтронов. Какие среды являются наиболее оптимальными для замедления нейтронов. Изобразите спектр замедленных нейтронов после n столкновений. Что такое диффузия тепловых нейтронов. От чего зависит длина диффузии тепловых нейтронов. Что такое возраст тепловых нейтронов. На каких ядрах возможно протекание термоядерных реакций. Каков энергетический эффект термоядерных реакций.

29. Приведите классификации элементарных частиц. Опишите основные параметры ускорительной техники для получения элементарных частиц. Опишите методы исследования свойств элементарных частиц. К какому классу частиц относятся кварки. Опишите свойства кварков. В чем заключается закон сохранения цвета. Каковы следствия закона сохранения цвета элементарных частиц. Почему кварки не могут существовать отдельно друг от друга.

30. Какие частицы относятся к лептонам. Опишите свойства лептонов. В чем заключается закон сохранения лептонного заряда. Какие частицы являются квантами полей фундаментальных взаимодействий. Как происходит взаимодействие между элементарными частицами. Приведите диаграмму Фейнмана для взаимодействия двух электронов. Какова интенсивность сильного взаимодействия в одном узле диаграммы Фейнмана. Чему пропорциональна интенсивность взаимодействия в четырех узловой диаграмме Фейнмана.

31. Что происходит с фундаментальными взаимодействиями при увеличении энергии взаимодействия. Каковы следствия явления симметрии в мире элементарных частиц. Назовите несколько пар элементарных частиц и их суперсимметричных партнеров. Какие компоненты входят в установку для реализации ядерно-физических методов анализа свойств твердых тел с использованием заряженных частиц. Укажите основные величины, формирующие спектр рассеянных частиц на ядрах вещества. В чем заключается метод Резерфордского обратного рассеяния.

32. Какая характеристика задает связь между начальной энергией падающей частицы и энергией рассеянной частицы. Из каких составляющих складывается полное сечение взаимодействия заряженных частиц с ядром. Чем определяется предел по энергии для кулоновского рассеяния заряженной частицы на ядре. При каких условиях для подсчета дифференциального сечения рассеяния возможно использовать формулу Резерфорда. Какие факторы вносят погрешность в величину энергетического разрешения установки ядерно-физического метода.

33. В чем заключается метод Резерфордского обратного рассеяния. Как изменяется кинематический фактор в методе ROP в зависимости от масс взаимодействующих частиц и углов рассеяния. Чем определяется разрешение метода ROP по энергии и массе. При каких углах рассеяния разрешение по массе становится наилучшим. Каким образом осуществляется переход от разрешения по энергии к разрешению по глубине. Укажите наиболее оптимальные геометрические параметры для получения наилучшего разрешения по глубине в методе ROP. Какие частицы лучше всего использовать в методе ROP.

34. В чем заключается метод ядер отдачи. Каковы экспериментальные особенности метода ядер отдачи. Как задается кинематический фактор в методе ядер отдачи. Изобразите угловое распределение взаимодействующих частиц в методе ядер отдачи. Каков диапазон углов вылета ядер отдачи. Какая геометрия может быть использована в методе ЯО.

35. Изобразите форму энергетического спектра для различных геометрий в методе ЯО. Чем определяется разрешение по энергии, массе и глубине в методе ROP. Что такое эффект каналирования. Укажите основные характеристики, описывающие процесс каналирования. Что такое критический угол каналирования, чему он равен. В зависимости от различных углов влета частицы дайте понятия режимов движения заряженной частицы в кристаллах.

36. Изобразите энергетические спектры в различных режимах движения. Определите понятие нормированного выхода частиц. Изобразите кривую зависимости нормированного выхода частиц от угла между направлением пучка и нормали исследуемой мишени. В чем заключается метод резонансного обратного рассеяния. Как отличаются сечения кулоновского и резонансного рассеяния.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|--|---|-------------|---------------------|--|
| Профессиональное воспитание | целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности | ПК-6 | У-1 | Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |