

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики



УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий и
инженерной механики
Могильная Е.П.
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА ЯДРА И ЧАСТИЦ»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика ядра и частиц» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика ядра и частиц» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики
Харченко Е.И.

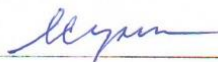
Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики
«18» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: «__» ____ 20__ г., протокол № ____

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Харченко Е.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – формирование основных понятий, положений и концепций в области ядерной физики и физики элементарных частиц; изучение основных явлений и процессов в микрофизике, а также их роль в эволюции Вселенной.

Задачи изучения дисциплины:

сообщить основные принципы и законы ядерной физики, их математическое выражение в применении к основным моделям дисциплины «Физика ядра и частиц»;

ознакомить с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования;

сформировать определенные навыки работы с учебной и научной литературой;

научить правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать физические задачи по ядерной физике, оценивать порядки физических величин;

дать представление о возможностях прикладного использования этих явлений и процессов;

дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физика ядра и частиц» входит в модуль естественных дисциплин обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Для овладения дисциплиной требуется знание таких дисциплин: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических и (или) естественных наук ОПК-1.2. Применяет базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основы теории, принципы и методы физики ядра и элементарных частиц; методы теоретических и экспериментальных исследований в физике.
		Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями ядерной физики; решать типовые задачи.
		Владеть: навыками обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	-
Лекции	34	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия (в том числе интерактив)	34	-
Лабораторные работы	-	-
Контрольные работы (модули)	-	-
КСР	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	36 / 72	-
Форма аттестации	экзамен	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 6

Тема 1. Введение. Структура атома.

Краткий исторический очерк развития представлений о ядре. Порядки величин расстояний и энергий в ядерных процессах. Специфика законов микромира. Опыты Резерфорда. Эффективное сечение. Размеры и структура ядер. Радиус ядра, найденный посредством нейтронов. Упругое рассеяние. Амплитуда рассеяния. Формулы Резерфорда и Мотта. Учет конечных размеров ядра. Формфакторы.

Тема 2. Характеристики ядер.

Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Энергия связи ядра. Дефект массы ядра. Удельная энергия связи. Формула Вейцеккера для внутренней энергии и энергии связи ядра. Элементарная теория дейтрона.

Тема 3. Ядерные силы.

Свойства ядерных сил как результат изучения связанного состояния, нуклон-нуклонного рассеяния. Радиус действия ядерных сил, зарядовая независимость, зависимость от спина, обменный характер ядерных сил. Мезонная теория ядерных сил. Полевая теория ядерных сил.

Тема 4. Модели атомных ядер.

Капельная модель ядра. Формула Вейцеккера для энергии связи ядра. Недостатки капельной модели. Ядерный ферми-газ. Модель ядерных оболочек. Экспериментальные основания модели ядерных оболочек. Схема построения модели ядерных оболочек. Недостатки модели оболочек. Недостатки модели оболочек. Общие положения обобщенной модели. Одночастичные состояния в несферической яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни.

Тема 5. Радиоактивные превращения ядер.

История открытия и основные закономерности. Статистические характеристики распадов. Определение времени жизни короткоживущих частиц. Элементы дозиметрии ионизирующих излучений. Общие характеристики альфа-распада. Теория альфа-распада. Тонкая структура альфа-спектров. Бета-распад. Виды бета-распада. Энергетический баланс. Распределение электронов по энергиям. Распад нейтрона. Бета-распад ядер. Оценка константы слабого взаимодействия. Гамма-излучение ядер. Механизм Гамма -излучения. Вероятность гамма-перехода и правила отбора.

Тема 6. Ядерные реакции.

Общие закономерности ядерных реакций. Характеристики и классификация ядерных реакций. Эффективное сечение и выход ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетический выход ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Механизм прямых ядерных реакций. Механизм составного ядра. Механизм деления тяжелых ядер.

Тема 7. Цепная реакция деления.

Деление под действием нейтронов. Нейтроны в урановой среде. Условия осуществления цепной реакции. Коэффициент размножения нейтронов. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Реакции деления на быстрых нейтронах. Бридеры. Критический размер активной зоны реактора.

Тема 8. Управляемый термоядерный синтез.

Реакции синтеза. Основные реакции термоядерного синтеза. Реакции синтеза в природных условиях. Управляемый термоядерный синтез.

Тема 9. Структура элементарных частиц и фундаментальные взаимодействия.

Уровни микромира. Виды фундаментальных взаимодействий. Классификация элементарных частиц по типу взаимодействия. Свойства элементарных частиц. Лептоны. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Странные частицы. Кварки и глюоны.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Структура атома. Размеры и структура ядер	2	-
2	Характеристики ядер	2	-
3	Энергия связи ядра. Дефект массы ядра	2	-
4	Элементарная теория дейтрона	2	-
5	Ядерные силы	2	-
6	Модели атомных ядер. Капельная модель	2	-
7	Модели независимых частиц.	2	-
8	Обобщенная модель ядра	2	-
9	Радиоактивные превращения ядер.	2	-
10	Альфа-распад.	2	-
11	Бета-распад.	2	-
12	Гамма-излучение ядер.	2	-
13	Ядерные реакции	2	-
14	Механизмы ядерных реакций	2	-
15	Цепная реакция деления	2	-
16	Управляемый термоядерный синтез	2	-
17	Элементарные частицы	2	-
Итого:		34	-

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Масса ядра. Состав ядра. Размеры ядра	2	-
2	Спин и магнитный момент ядра	2	-
3	Дефект массы и энергия связи атомных ядер	3	-
4	Модели ядра	2	-
5	Ядерные силы	3	-
6	Превращения ядер	2	-
7	Закон радиоактивного распада	2	-
8	Активность. Радиоактивное равновесие	2	-
9	Элементы дозиметрии ионизирующих излучений	2	-
10	Законы сохранения в ядерных реакциях	2	-
11	Реакции деления и синтеза	2	-
12	Энергия радиоактивного распада ядер	2	-
13	Пороговая энергия реакции. Эффективное сечение рассеяния	2	-
14	Элементарные частицы	2	-
Итого:		34	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Физика ядра и частиц» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение	Выполнение домашнего задания	6	-
2	Экспериментальная техника исследований по физике ядра	Выполнение домашнего задания	6	-
3	Основные свойства ядер и элементарных частиц	Выполнение домашнего задания	6	-
4	Радиоактивность	Выполнение домашнего задания	6	-
5	Ядерные реакции	Выполнение домашнего задания	6	-
6	Ядерные силы	Выполнение домашнего задания	6	-
7	Структура элементарных частиц и фундаментальные взаимодействия	Выполнение домашнего задания	4	-
Итого:			40	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Физика ядра и частиц» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Савельев И. В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3 тт. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и частиц / И. В. Савельев. – 7-е, стер. – СПб.: Издательство – «Лань», 2019 – 308 с.
2. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Ларионова. – 4-е изд. – СПб.: Издательство – «Лань», 2015 – 336 с.
3. Проскурякова Е.А. Физика элементарных частиц: Учебное пособие / Е.А. Проскурякова. – 2-е изд. – СПб.: Издательство – «Лань», 2016 – 104 с.
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – 13-е изд., стер. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 416 с.

б) дополнительная литература:

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. V. Атомная и ядерная физика / Д. В Сивухин. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2006. – 784 с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Учебник. 4-у изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. 1983. 2 т., 1993г. в 3-х томах.
3. Широков Ю.М., Юдин К.П. Ядерная физика. Учеб. пособие. – М.: Наука, 1980.
4. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц, М., МГУ, 2000.
5. Сборник задач по общему курсу физики: Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / Под ред. Д. В. Сивухина. – М., 1981.
6. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений / Т. И. Трофимова. – 21-е изд., стер. – Москва: Академия, 2015. – 549 с.
7. Иродов И. Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике / И. Е. Иродов. – М., 1973.
8. Чертов А.Г. Задачник по физике / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009 г. – 640 с.
9. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 тт. Кн. 5. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Рабинович М.С., Сивухин Д.В. и др.; Под ред. Сивухина Д.В. – 5-е изд., перераб. – СПб: Издательство «Лань», 2006. – 184 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям и контрольные задания по дисциплине «Физика ядра и частиц» для студентов, обучающихся

по направлению подготовки «Физика» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 34 с.

2. Конспект лекций по дисциплине «Физика ядра и частиц» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Физика» (в 2-х частях). Часть 1 «Физика ядра» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2021. – 102 с.

3. Конспект лекций по дисциплине «Физика ядра и частиц» (в 2-х частях), часть 2 «Ядерные реакции. Элементарные частицы» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика) / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2021. – 55 с.

4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физика ядра и частиц» (в 2-х частях), часть 1 «Физика ядра» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2021. – 44 с.

5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физика ядра и частиц» (в 2-х частях), часть 2 «Ядерные реакции. Элементарные частицы» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2021. – 32 с.

6. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Физика ядра и частиц» для студентов, обучающихся направления подготовки «Физика» (в 3-х частях), Часть 1. «Физика ядра». / Харченко Е.И., Лыштван Е.Ю. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2022. – 29 с.

7. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Физика ядра и частиц» для студентов, обучающихся направления подготовки «Физика» (в 3-х частях), Часть 2. «Ядерные реакции». / Харченко Е.И., Каменев С.А. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2022. – 20 с.

8. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Физика ядра и частиц» для студентов, обучающихся направления подготовки «Физика» (в 3-х частях), Часть 3. «Элементарные частицы». / Харченко Е.И. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2022. – 19 с.

г) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

- Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

- Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

• Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

• Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

• Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

• Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

• Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>

• Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>

• Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

• Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Физика ядра и частиц»

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Физика ядра и частиц»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции и (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Введение. Структура атома.	6
				Тема 2. Характеристики ядер.	6
				Тема 3. Ядерные силы	6
				Тема 4. Модели атомных ядер	6
				Тема 5. Радиоактивные превращения ядер	6
				Тема 6. Поляризация света.	6
				Тема 7. Цепная реакция деления	6
				Тема 8. Управляемый термоядерный синтез	6
				Тема 9. Структура элементарных частиц и фундаментальные взаимодействия	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1 ОПК-1.1 ОПК-1.2	Знать: основы теории, принципы и методы физики ядра и элементарных частиц; методы теоретических и экспериментальных исследований в физике. Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями ядерной физики; решать типовые задачи Владеть навыками обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.	Темы 1–9	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

Вопросы к контрольным работам:

Тесты (первый уровень)

1. Естественной радиоактивностью называется...

- А. Распад ядер под влиянием γ -лучей.
Б. Превращение ядер атомов под воздействием нейтронов.
В. Самопроизвольный (спонтанный) распад ядер, в результате которого образуется новое ядро и испускается частица.
Г. Превращение ядер атомов при бомбардировке α -частицами.
Д. Превращение ядер атомов при бомбардировке β -частицами.

2. Укажите, какие из названных превращений встречаются при естественной радиоактивности.

- А. Альфа-распад. Б. Бета-электронный распад.
В. Бета-позитронный распад. Г. К-захват.
Д. Выбрасывание нейтрона ядром.

3. Укажите формулу, выражающую закон радиоактивного распада.

- $$\text{A. } N_{1/2} = \frac{N_0}{2} \quad \text{Б. } N_e = \frac{N}{e}; \quad \text{В. } N = N_0 e^{-\lambda t}; \quad \text{Г. } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad \text{Д. } dN = -\lambda N dt$$

4. Постоянная распада радиоактивного вещества измеряется в...

- A. с; Б. с⁻¹; В. Дж/с; Г. Дж/(кг·с); Д. Дж/кг

5. Периодом полураспада радиоактивного элемента называется...

- А. Время, в течение которого распадается 100% атомов.
Б. Время, в течение которого количество радиоактивных атомов уменьшается в e раз.
В. Время, в течение которого распадается 50% атомов.
Г. Время, в течение которого распадается $1/e$ атомов.
Д. Среднее время распада одного атома.

6. Как зависит активность заданного количества радиоактивного вещества от периода полураспада T ?

- А. Прямо пропорционально T^2 . Б. Прямо пропорционально T .
В. Обратно пропорционально T . Г. Прямо пропорционально $\ln T$.
Д. Обратно пропорционально $\ln T$.

7. Активность радиоактивного вещества измеряется в ...

- А. с Б. с⁻¹ В. Дж/кг Г. Вт/кг Д. Бк

8. Доза излучения измеряется в ...

А. Гр Б. с^{-1} В. Дж/кг Г. Вт/кг Д. Бк

9. В состав ядра входят...

А. Электроны Б. Протоны В. Гипероны Г. Мезоны Д. Нейтроны

10. Массовым числом называется...

A. Macca атома.

Б. Масса ядра.

В. Количество нуклонов в ядре. Г. Количество нейтронов в ядре.

Д. Округленное до целых значение массы ядра в атомных единицах массы.

11. Зарядовым числом ядра называется...

А. Электрический заряд в кулонах. Б. Число протонов в ядре.

В. Число нейтронов в ядре. Г. Число нуклонов в ядре.

12. Взаимодействие нуклонов в ядре обеспечивает обмен:

А. μ -мезонами

Б. π -мезонами

В. Электронами.

Г. Нейтрино

Д. Гиперонами

13. Какие силы преобладают при взаимодействии нуклонов в атомном ядре?

А. Ядерные.

Б. Гравитационные.

В. Электростатические. Г. Магнитные.

14. Укажите свойства ядерного взаимодействия.

А. Короткодействие. Б. Зарядовая независимость.

В. Нецентральность. Г. Уменьшение пропорционально квадрату расстояния

Д. Взаимодействие за счет обмена π -мезонами

15. При α -распаде массовое число ядра ...

А. Уменьшается на 4 Б. Уменьшается на 1

В. Уменьшается на 2 Г. Уменьшается на 3

16. Порядковый номер ядра при β -электронном распаде ...

А. Уменьшается на 2 Б. Уменьшается на 1 В. Увеличится на 2

Г. Увеличится на 1 Д. Не изменится

17. Ядро испытало один α -распад, затем один β -электронный распад. Как изменился заряд ядра?

А. Увеличился на 4

Б. Увеличился на 1

В. Уменьшился на 1

Г. Уменьшился на 2

Д. Увеличился на 2

18. Какие из названных эффектов связаны с поглощением γ -лучей?

А. Эффект Комптона Б. Рождение пары частиц В. Фотоэффект

Г. Деление тяжелых ядер Д. Синтез легких ядер

19. Каков заряд ядра, образовавшегося в результате реакции ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_{\text{X}} + {}^0_{-1}\text{e} + \tilde{\nu}$?

А.1 Б. -1. В. 2. Г. -2 Д. 0

20. Какова масса ядра, образовавшегося в результате реакции ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^x_2\text{X} + {}^1_0\text{n} + \gamma$?

А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4

21. Укажите, какие из названных величин сохраняются при ядерных реакциях.

А. Масса частиц. Б. Энергия частиц.
В. Электрический заряд. Г. Барионный заряд.

22. У каких ядер энергия связи в расчете на один нуклон наибольшая?

А. У очень легких. Б. У средних.
В. У тяжелых. Г. У ядер трансурановых элементов.

Тесты (второй уровень)

1. Ядро изотопа урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ после нескольких радиоактивных распадов превращается в ядро изотопа ${}^{234}_{92}\text{U}$. Какие это были радиоактивные превращения?

А. два α -распада и один β -распад; Б. один α -распад и один β -распад;
В. деление ядра; Г. один α -распад и два β -распада;
Д. такое превращение невозможно.

2. Какие радиоактивные превращения должно испытать ядро, чтобы его зарядовое число увеличилось на 2, а массовое число не изменилось?

А. один α -распад и два β -распада; Б. два β -распада;
В. один α -распад и один β -распад; Г. два β -распада;
Д. два β^+ -распада.

3. Какие радиоактивные превращения должно испытать ядро, чтобы его зарядовое число не изменилось, а массовое число увеличилось на 4?

А. один α -распад и два β -распада; Б. один α -распад и один β -распад;
В. два β -распада; Г. два β^+ -распада;
Д. такое превращение невозможно

4. За какое время распадется 75 % первоначального количества ядер некоторого радиоактивного элемента, если период полураспада равен 100 дней.

А. 50 дней; Б. 75 дней; В. 100 дней; Г. 200 дней;
Д. правильного ответа нет.

5. В 1932 году английский физик Дж. Чедвик обнаружил, что при захвате альфа-частицы ядром бериллия ${}^9_4\text{Be}$ образуется изотоп углерода ${}^{12}_6\text{C}$ и вылетают частицы

А. протон и нейтрон; Б. нейтрон; В. альфа-частицы и два электрона;
Г. протон; Д. правильного ответа нет

6. Ядро урана ${}^{235}_{92}\text{U}$, захватив один нейтрон, разделилось на два осколка, вследствие чего высвободился один нейтрон. Оказалось, что один из осколков-ядро ксенона ${}^{140}_{54}\text{Xe}$. Какое число нуклонов в ядре второго осколка?

А. 93; Б. 94; В. 95; Г. 96; Д. правильного ответа нет

7. Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное двум периодам полураспада
 А. 25%; Б. 50%; В. 75%; Г. 80%; Д. правильного ответа нет
8. Подсчитайте энергию α -частицы и дочернего ядра, возникающих в реакции распада ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{88}\text{Rn} + \alpha$, если известны массы всех ядер: 226,02536; 222,01753 и 4,0026 а.е.м.
 А. 4,1 МэВ; Б. 3,45 МэВ; В. 4,87 МэВ; Г. 3,85 МэВ;
 Д. правильного ответа нет
9. Радиоактивный ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превращается в ${}^{216}_{84}\text{Po}$. Сколько при этом совершилось α и β -превращений?
 А. 2α и 2β ; Б. 2α и 4β ; В. 4α и 4β ; Г. 4α и 2β ;
 Д. правильного ответа нет
10. Ядра натрия ${}^{23}_{11}\text{Na}$ состоят из:
 А. 12 протонов и 11 нейтронов; Б. 11 протонов и 23 нейтронов;
 В. 11 протонов и 10 нейтронов; Г. 11 протонов и 12 нейтронов
 Д. правильного ответа нет
11. Какими спектрами энергий обладают α , β и γ излучения при радиоактивном распаде атомных ядер?
 А. α , β и γ - сплошными;
 Б. α , β и γ – дискретными;
 В. α и γ – дискретным, β – сплошным;
 Г. α и β – сплошными, γ -дискретным;
 Д. α и β – дискретным, γ – сплошным
12. Какая энергия выделяется при термоядерной реакции ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$?
 Дефект масс реакции $\Delta m = 0,01851$ а.е.м. ($1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$):
 А. $0,14 \cdot 10^{-11}$ Дж; Б. $0,28 \cdot 10^{-11}$ Дж; В. $0,56 \cdot 10^{-11}$ Дж; Г. $0,07 \cdot 10^{-11}$ Дж;
 Д. $5,021 \cdot 10^{-11}$ Дж
13. При испускании радиоактивным ядром трех β -частиц количество нейтронов в ядре:
 А. увеличилось на 6; Б. увеличилось на 3; В. уменьшилось на 6;
 Г. уменьшилось на 3; Д. не изменилось
14. Резерфорд в первой осуществленной ядерной реакции, в которой ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$ захватывали α -частицу и испускали протон, обнаружил как продукт реакции ядро элемента:
 А. ${}^{16}_9\text{F}$; Б. ${}^{17}_7\text{N}$; В. ${}^{17}_8\text{O}$; Г. ${}^{17}_9\text{F}$; Д. ${}^{16}_8\text{O}$
15. Сколько должно произойти α -распадов и β -распадов при радиоактивном распаде ядра урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ и конечном превращении его в ядро свинца ${}^{198}_{82}\text{Pb}$?
 А. 8 и 10; Б. 10 и 10; В. 10 и 8; Г. 10 и 9; Д. 9 и 10
16. Вторым продуктом ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + \text{X}$ представляет собой:
 А. протон; Б. α -частицу; В. нейтрон; Г. электрон; Д. γ -квант
17. В результате захвата ядром нептуния ${}^{234}_{93}\text{Np}$ электрона из электронной оболочки атома с последующим испусканием α -частицы образовалось ядро:
 А. ${}^{231}_{91}\text{Pa}$; Б. ${}^{230}_{91}\text{Pa}$; В. ${}^{230}_{90}\text{Th}$; Г. ${}^{231}_{92}\text{U}$; Д. ${}^{234}_{94}\text{Pu}$

18. Два ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ слились в одно и при этом был выброшен протон. Ядро какого элемента образовалось?
 А. ${}^8_3\text{Li}$; Б. ${}^7_4\text{Be}$; В. ${}^6_3\text{Li}$; Г. ${}^7_3\text{Li}$; Д. ${}^6_4\text{Be}$
19. Ядро бериллия ${}^9_4\text{Be}$, поглотив дейтрон ${}^2_1\text{H}$, превращается в ядро бора ${}^{10}_5\text{B}$. Какая частица при этом выбрасывается?
 А. p ; Б. α ; В. n ; Г. e^- ; Д. γ испускается γ -квант
20. Ядро урана ${}^{236}_{92}\text{U}$, захватив нейтрон, делится на два осколка: ${}^{140}_{55}\text{Cs}$ и ${}^{94}_{37}\text{Rb}$. Сколько нейтронов выделяется в такой ядерной реакции деления?
 А. 0; Б. 1; В. 2; Г. 3; Д. 4
21. При бомбардировке ядер изотопа азота ${}^{14}_7\text{N}$ нейтронами образуется изотоп бора ${}^{11}_5\text{B}$. Какие еще частицы образуются в этой реакции?
 А. протон; Б. 2 нейтрона; В. 2 протона; Г. α -частица; Д. нейтрон
22. Ядро тория ${}^{230}_{90}\text{Th}$ превратилось в ядро радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$. Какую частицу испустило при этом ядро тория?
 А. электрон; Б. протон; В. нейтрон; Г. два протона; Д. α -частицу
23. При захвате нейтрона ядром ${}^{27}_{13}\text{Al}$ образуется радиоактивный изотоп ${}^{24}_{11}\text{Na}$. При этом ядерном превращении испускается:
 А. нейтрон; Б. α -частица; В. электрон; Г. протон; Д. позитрон
24. В реакции термоядерного синтеза два ядра изотопов водорода ${}^2_1\text{H}$ и ${}^3_1\text{H}$ соединяются в одно ядро ${}^4_2\text{He}$. Какая частица при этом испускается?
 А. протон; Б. α -частица; В. электрон; Г. нейтрон; Д. γ -квант
25. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада?
 А. 1/16; Б. 1/8; В. 1/4; Г. 3/4; Д. 1/2
26. Как изменяются массовое число A и зарядовое число Z ядра при испускании ядром γ – кванта?
 А. A увеличивается на 1, Z не изменяется;
 Б. A уменьшается на 1, Z не изменяется;
 В. не изменяются;
 Г. Z увеличивается на 1, A не изменяется;
 Д. Z уменьшается на 1, A не изменяется
27. Как изменяются массовое число A и зарядовое число Z ядра при испускании ядром протона?
 А. A и Z увеличиваются на 1;
 Б. A и Z уменьшаются на 1;
 В. A уменьшается на 1, Z не изменяется;
 Г. Z уменьшается на 1, A не изменяется;
 Д. правильного ответа нет
28. Альфа-излучение представляет собой поток:
 А. электронов; Б. протонов; В. нейтронов;
 Г. квантов электромагнитного поля; Д. ядер атомов гелия
29. Какое из трех типов излучений α , β или γ обладает наибольшей проникающей способностью?

А. проникающие способности одинаковы; Б. γ ; В. α ; Г. β ;

Д. правильного ответа нет

30. Какая доля радиоактивных ядер остается нераспавшейся через два периода полураспада?

А. 0,75; Б. 0,5; В. 0,25; Г. 0,1; Д. правильного ответа нет

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы:

1. Опыты Резерфорда. Эффективное сечение Размеры и структура ядер.
2. Состав ядра. Характеристики атомного ядра.
3. Энергия связи ядра. Дефект массы ядра. Удельная энергия связи. Формула Вейцеккера для внутренней энергии и энергии связи ядра.
4. Элементарная теория дейтона.
5. Свойства ядерных сил. Мезонная теория ядерных сил.
6. Полевая теория ядерных сил.
7. Капельная модель ядра. Формула Вейцеккера для энергии связи ядра
8. Ядерный ферми-газ.
9. Модель ядерных оболочек.
10. Обобщенная модель ядра.
11. Радиоактивные превращения ядер.
12. Статистические характеристики распадов. Законы радиоактивного распада. Правила смещения
13. Элементы дозиметрии ионизирующих излучений.
14. Альфа-распад. Теория α -распада.
15. Бета-распад. Виды бета-распада. Энергетический баланс.
16. Гамма-излучение ядер. Механизм γ -излучения.
17. Ядерные реакции. Характеристики и классификация ядерных реакций. Эффективное сечение и выход ядерных реакций
18. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетический выход ядерных реакций.
19. Механизм прямых ядерных реакций. Механизм составного ядра.
20. Механизм деления тяжелых ядер.

21. Цепная реакция деления. Деление под действием нейтронов. Нейтроны в урановой среде.
22. Условия осуществления цепной реакции. Коэффициент размножения нейтронов.
23. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах.
24. Реакции деления на быстрых нейтронах. Бридеры.
25. Термоядерные реакции. Основные реакции термоядерного синтеза.
26. Управляемый термоядерный синтез.
27. Виды фундаментальных взаимодействий. Классификация элементарных частиц.
28. Свойства элементарных частиц.
29. Странные частицы.
30. Кварки и глюоны

Практические задания

1. Зная постоянную распада λ ядра, определить: а) вероятность того, что оно распадется за промежуток времени от 0 до t ; б) его среднее время жизни τ .
2. Активность некоторого препарата уменьшается в 2,5 раза за 7,0 суток. Найти его период полураспада.
3. Покоившееся ядро ^{200}Po испустило α -частицу с кинетической энергией $T_\alpha = 5,77$ МэВ. Найти скорость отдачи дочернего ядра. Какую долю полной энергии, освобождаемой в этом процессе, составляет энергия отдачи дочернего ядра?
4. Определить количество тепла, которое выделяет 1,00 мг препарата ^{210}Po за период, равный среднему времени жизни этих ядер, если известно, что все испускаемые α -частицы имеют кинетическую энергию 5,3 МэВ и практически все дочерние ядра образуются непосредственно в основном состоянии.
5. Оценить количество тепла, выделенного за сутки в калориметре β^- -активным препаратом ^{24}Na , масса которого $m = 1,0$ мг. Считать, что β^- -частицы в среднем имеют кинетическую энергию, равную $\frac{1}{3}$ максимально возможной при данном распаде. Период полураспада ^{24}Na $T = 15$ ч.
6. Свободно покоившееся ядро ^{191}Ir с энергией возбуждения $E = 129$ кэВ перешло в основное состояние, испустив γ -квант. Вычислить относительное изменение энергии γ -кванта, возникающее в результате отдачи ядра.
7. Альфа-частица с кинетической энергией $T_\alpha = 7,0$ МэВ упруго рассеялась на первоначально покоящемся ядре ^6Li . Определить кинетическую энергию ядра отдачи, если угол между направлениями разлета обеих частиц $\theta = 60^\circ$.
8. . Вычислить энергию, необходимую для разделения ядра ^{20}Ne на две α -частицы и ядро ^{12}C , если известно, что энергии связи на один нуклон в ядрах ^{20}Ne , ^4He и ^{12}C равны соответственно 8,03 7,07 и 7,68 МэВ.

9. Считая, что при одном акте деления ядра ^{235}U освобождается энергия 200 МэВ. Определить энергию, выделяющуюся при сгорании одного килограмма изотопа ^{235}U , и массу каменного угля с теплотворной способностью 30 кДж/г, эквивалентную в тепловом соотношении одному килограмму ^{235}U .

10. Сколько тепла выделяется при образовании одного грамма ^4He из дейтерия ^2H ? Какая масса каменного угля с теплотворной способностью 30 кДж/г эквивалентна в тепловом отношении полученной величине?

11. Определить энергию реакции $^7\text{Li} + p \rightarrow 2^4\text{He}$, если известно, что энергии связи на один нуклон в ядрах ^7Li и ^4He равны соответственно 5,60 и 7,06 МэВ.

12. Найти энергию реакции $^{14}\text{N}(\alpha, p)^{17}\text{O}$, если кинетическая энергия налетающей α -частицы $T_\alpha = 4,0$ МэВ и протон, вылетевший под углом $\theta = 60^\circ$ к направлению движения α -частицы, имеет кинетическую энергию $T_p = 2,09$ МэВ.

13. Какую кинетическую энергию необходимо сообщить протону, чтобы он смог расщепить покоящееся ядро тяжелого водорода ^2H , энергия связи которого $E_{\text{св}} = 2,2$ МэВ.

14. Узкий пучок тепловых нейтронов ослабляется в $\eta = 360$ раз после прохождения кадмиевой пластинки, толщина которой $d = 0,50$ мм. Определить эффективное сечение взаимодействия этих нейтронов с ядрами кадмия.

15. Сколько нейтронов будет в сотом поколении, если процесс деления начинается с $N_0 = 1000$ нейтронов и происходит с коэффициентом размножения $k = 1,05$?

16. Найти средний путь, проходимый π -мезонами с кинетической энергией, которая в $\eta = 1,2$ раза превышает их энергию покоя. Среднее время жизни очень медленных π -мезонов $\tau_0 = 25,5$ нс.

17. Остановившийся π^+ -мезон распался на мюон и нейтрино. Найти кинетическую энергию мюона и энергию нейтрино.

18. Отрицательный π -мезон с кинетической энергией $T = 50$ МэВ распался на левую мюон и нейтрино. Найти энергию нейтрино, вылетевшего под прямым углом к направлению движения π -мезона.

19. Нейтральный π -мезон распался на левую мюон и два γ -кванта с одинаковой энергией. Угол между направлениями разлета γ -квантов $\theta = 60^\circ$. Найти кинетическую энергию π -мезона и энергию каждого γ -кванта.

20. Остановившийся положительный мюон распался на позитрон и два нейтрино. Найти максимально возможную кинетическую энергию позитрона.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)