



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ

_____ Долматов О.Ю.

« ____ » _____ 2015 г.

Рабочая программа дисциплины
Физика атомного ядра и частиц

Направление ООП: 011200 «Физика»

Профиль подготовки: «Физика конденсированного состояния»

Квалификация (степень): бакалавр

Базовый учебный план приема: 2013 г.

Курс: III, семестр VI

Количество кредитов: 4

Код дисциплины: Б2.В6

Виды учебной деятельности и временной ресурс

Лекционные занятия: 32 час.

Лабораторные занятия: 16 час.

Практические занятия: 16 час.

Аудиторные занятия (всего): 64 час.

Самостоятельная работа: 62 час.

Итого: 126 час.

Форма обучения: очная

Вид промежуточной аттестации: экзамен

Обеспечивающее подразделение: кафедра ЭФ ФТИ

Заведующий кафедрой ЭФ _____ Кривобоков В.П.

Руководитель ООП _____ Кривобоков В.П.

Преподаватель _____ Янин С.Н.

2013 г.



1. Цели освоения дисциплины

1. Формирование знаний и умения ориентироваться в вопросах физики атомного ядра и частиц, понимания глубокой связи между микро- и макромиром;
2. Формирование навыков практической работы с детекторами частиц, постановки экспериментов, обработки и представления полученных данных;
3. Проводить элементарные расчеты прохождения частиц через вещество, ускорения и детектирования частиц, по физике атомного ядра.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика атомного ядра и частиц» относится к циклу профессиональных дисциплин основной образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины необходимо владеть знаниями в области высшей математики, механики, термодинамики, атомной физики, знать основы квантовой механики.

Пререквизиты: курс предназначен для студентов, прослушавших курсы высшей математики, общей и атомной физики, компьютерной графики, освоивших общий физический практикум.

Кореквизиты: параллельно с данной дисциплиной могут изучаться курсы физики плазмы, теоретической физики.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения).

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины.

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Способностью использовать базовые теоретические и практические знания для решения профессиональных задач.	31.1	Самые общие основы физики атомного ядра и элементарных частиц.	У1.1	Пользоваться формулами специальной теории относительности. Рассчитывать	В1.1 В1.2	Проектирование элементарных систем детектирования частиц. Элементарная обработ-



Способностью применять на практике базовые профессиональные навыки.			У1.2	общие параметры ядер и элементарную кинематику реакций. Применять справочный материал.	ка результатов выполнения лабораторных работ.
---	--	--	------	---	---

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты.

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Студент должен знать: - единицы измерения, принятые в ядерной физике; - основы взаимодействия излучения с веществом, ускорения и детектирования частиц; - иметь представление о квантовомеханическом характере процессов в ядрах, их распаде, делении и ядерных реакциях, основных характеристиках и моделях ядер, методах изучения ядер, астрофизических аспектах происхождения и распространенности элементов, возможностях и достижениях ядерной физики в других областях.
РД2	Студент должен уметь: - пользоваться формулами специальной теории относительности; - рассчитывать массы ядер и элементарную кинематику реакций; - применять справочный материал для изучения возможности использования радиоактивного излучения ядер и частиц из ускорителей для прикладных и научных целей;
РД3	Студент должен владеть элементарными навыками проектирования и расчета элементарных систем детектирования частиц.

4. Структура и содержание дисциплины

Содержание теоретического раздела дисциплины:

Вводная лекция. (2 часа)



Содержание курса. Роль и место ядерной физики. Исторический обзор.

Часть 1. (6 часов)

Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Общие понятия.

Ускорители частиц, реакторы. Бетатроны, циклотроны, микротроны, линейные ускорителя, ускорители прямого действия, синхротроны, коллайдеры. Ядерные и термоядерные реакторы.

Детектирование частиц. Сцинтилляционные, газовые, черенковские, полупроводниковые. Методы регистрации частиц.

Часть 2. (4 часа)

Введение в физику элементарных частиц. Типы взаимодействий. Массы и квантовые числа элементарных частиц. Систематика элементарных частиц. Законы сохранения. Модель кварков.

Часть 3. (12 часов)

Общие свойства ядер. Основные характеристики ядер: плотность, заряд, энергия связи, квантовые характеристики (спин, изоспин, четность, ...). Свойства ядерных сил, нуклон-нуклонное взаимодействие.

Модели ядер. Ядерные оболочки. Капельная модель ядра, оболочечная модель и другие модели.

Радиоактивные распады ядер. Бета-распад. Элементарная теория бета-распада. Нарушение четности в слабых взаимодействиях. Альфа-распад, Испускание ядрами протонов, деление, кластерные распады ядер

Основы теории ядерных реакций. Законы сохранения. Принцип детального равновесия. Каналы реакции. Оптическая модель взаимодействия нуклонов с ядрами. Прямые ядерные реакции. Реакции через составное ядро. Исследование структуры ядер частицами высокой энергии.

Часть 4. (8 часов)

Физика элементарных частиц и космология. Ранняя Вселенная. Происхождение легчайших элементов. Основные ядерные реакции — источники энергии Солнца. Ядерные реакции в звездах в процессе эволюции. Сверхновые, черные дыры. Темная материя во Вселенной. Темная энергия. Стандартная модель. Основные модели элементарных частиц.



Лабораторная работа: Угловое распределение заряженной компоненты космического излучения.

Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела/темы	Аудиторная работа (час.)			СРС (час)	Контр. работа	Итого
	Лекции	Практика	Лабор. занятия			
Вводная лекция.	2	2				4
Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Ускорители частиц, реакторы. Детекторы частиц.	6	2	6	18	Конф.	41
Введение в физику элементарных частиц.	4	4	2	8		28
Общие свойства ядерного вещества. Модели ядра. Типы распада и деления ядер. Основы теории ядерных реакций. Типы реакции. Исследование ядра в реакциях с быстрыми частицами.	12	6	4	20		42
Ядерная физика и космология. Эволюция Вселенной. Сверхновые. Черные дыры. Темная энергия темная материя.	8	2	4	16		20
Итого	32	16	16	62		126

5. Образовательные технологии

Лекционный материал данного курса представлен в виде презентаций Microsoft PowerPoint. Презентации лекций содержат цветные иллюстрации и анимации для лучшего усвоения теоретического материала.

При выполнении лабораторной работы студенты изучают методическое пособие и только после этого получают допуск к выполнению лабораторной работы. Во время выполнения задания студенты путем совместного обсуждения вырабатывают условия проведения эксперимента (лабораторной работы), включая настройку аппаратуры, число измерений и необходимую статистику.



6. Организация и учебно-вспомогательное обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущая самостоятельная работа студентов включает в себя:

- проработку лекционного материала, обзор литературы по курсу;
- самостоятельную проработку части теоретического материала с презентацией результатов на семинаре;
- подготовка к лабораторным работам, литературный поиск, анализ полученных при выполнении лабораторной работы данных и представление отчета каждый студент проводит самостоятельно;
- подготовка к контрольным работам и экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа:

- выполнение расчетно-графических работ при анализе данных, полученных при выполнении лабораторных работ;
- принципы работы и типы ядерных реакторов, проблемы и установки для термоядерного синтеза (контроль проводится в виде конференции).

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка текущей успеваемости происходит по результатам выполнения контрольных работ и лабораторных заданий. Ниже приведены вопросы и примеры задач для текущего контроля.

1. Какие материалы больше подходят для поглощения γ -квантов, а какие для протонов и более тяжелых частиц?
2. Используя формулу Де-Бройля определить пороговые значения энергий пучков ускорителей электронов и протонов для изучения внутренней структуры ядер радиусом около 4 Ферми.
3. Почему у тяжелых стабильных ядер в конце периодической системы элементов число нейтронов значительно превышает число протонов?
4. Разность энергии связи ядер ${}^7\text{Li}$ и ${}^7\text{Be}$ равна $\Delta W = 1.7$ МэВ. Определите радиус этих ядер на основе формулы Вайцзеккера.



5. Определите верхнюю границу возраста Земли, считая, что весь ^{40}Ar на Земле образовался из ^{40}K в результате электронного захвата. В настоящее время на каждые 300 атомов ^{40}Ar приходится один атом ^{40}K .

Примечание: Период полураспада ^{40}K равен $1.277 \cdot 10^9$ лет. При захвате электрона ядром ^{40}K затем распадается только 10.67% ядер.

6. Определите плотность ядерной материи.

7. Назовите основной источник первичного космического излучения высокой энергии.

После выполнения лабораторных работ проходит их защита с разбором типичных ошибок и выставлением оценок.

На самостоятельную работу выносятся тема: «Принципы работы и типы ядерных реакторов, проблемы и установки для термоядерного синтеза». Контроль проводится в виде презентации на конференции.

Оценка итоговой аттестации происходит по результатам сдачи экзамена. Экзаменационные билеты содержат вопросы по теоретическому материалу курса, задачи и дополнительные вопросы из практической части курса.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 баллов – текущая оценка в семестре, 40 баллов – аттестация (экзамен) в конце семестра).

Примечание: К экзамену допускаются студенты, набравшие не менее 33 баллов.

Оценку «удовлетворительно» (С) получают студенты, набравшие 55-64 балла.

Оценку «удовлетворительно» (С⁺) получают студенты, набравшие 65-69 балла.

Оценку «хорошо» (В) получают студенты, набравшие 70-79 баллов.

Оценку «хорошо» (В⁺) получают студенты, набравшие 80-89 баллов.

Оценку «отлично» (А) получают студенты, набравшие 90-95 баллов.

Оценку «отлично» (А⁺) получают студенты, набравшие 96-100 баллов.

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы
Выполнение проверочных работ	2	10
Выполнение домашних заданий (творческая самостоятельная работа)	2	10



Ведение конспектов лекций (посещение занятий)	2	30
Контрольная работа	1	10
ИТОГО	7	60

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература.

1. Введение в ядерную физику [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Беденко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Электрон. дан.. — Томск: 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. — Системные требования: Производительность CPU: P-II, монитор с разрешением 800/600; Объем ОЗУ: 62 Мб; Программное обеспечение: Internet Explorer 5.0 и выше..

Схема доступа:

- <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2010/m2/main.html>
2. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. / Д. В. Сивухин. — М.: Физматлит, 2008-20013
Т. 5 : Атомная и ядерная физика. — 3-е изд., стер.. — 2008. — 783 с.: ил.. — Именной указатель: с. 769-772. — Предметный указатель: с. 773-782.. — ISBN 978-5-9221-0645-0.
 3. Экспериментальная ядерная физика: учебник в 3-х томах / К. Н. Мухин. — 6-е изд., испр. и доп.. — СПб.: Лань, 2008
Т. 1: Физика атомного ядра. — 2008. — 384 с.: ил.. — Список литературы: с. 394-395.. — ISBN 978-5-8114-0739-2.
 4. Экспериментальная ядерная физика: учебник в 3-х томах / К. Н. Мухин. — 6-е изд., испр. и доп.. — СПб.: Лань, 2008
Т. 2: Физика ядерных реакций. — 2008. — 336 с.: ил.. — Список литературы: с. 302-303. — Алфавитно-предметный указатель: с. 304-306.. — ISBN 978-5-8114-0740-8.



5. Экспериментальная ядерная физика: учебник в 3-х томах / К. Н. Мухин. — 6-е изд., испр. и доп.. — СПб.: Лань, 2008
Т. 3: Физика элементарных частиц. — 2008. — 432 с.: ил.. — Список литературы: с. 394-395. — Алфавитно-предметный указатель: с. 396-400.. — ISBN 978-5-8114-0741-5.

Дополнительная литература.

1. Абрамов, Александр Иванович История ядерной физики : учебное пособие для вузов / А. И. Абрамов; Обнинский государственный технический университет атомной энергетики (ИАТЭ), Факультет естественных наук. — 3-е изд.. — Москва: КомКнига, 2013. — 229 с.: ил.. — Библиогр.: с. 228-229.. — ISBN 978-5-484-01313-5.
2. [Тюрин, Юрий Иванович](#) Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика [Электронный ресурс] : учебник / Ю. И. Тюрин, И. П. Чернов, Ю. Ю. Крючков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа:

- <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m91.pdf>
- 3. [Беспалов, Валерий Иванович](#) Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Беспалов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 4-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 6,5 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа:

- <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m142.pdf>

Программное обеспечение и Internet-ресурсы:

<http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека

<http://www.sciencedirect.com/>



<http://www.springerlink.com/>

<http://www.physics-online.ru/>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Проведение лабораторных работ дисциплины обеспечивается следующим лабораторным оборудованием, расположенным в строении 17:

1. Стенд для изучения состава и интенсивности космического излучения на уровне моря.
2. Стенд для изучения углового распределения заряженной компоненты космического излучения

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки бакалавров 011200 «Физика».

Программа одобрена на заседании кафедры ЭФ
(протокол № _____ от «___» _____ 2015 г.).

Автор:

Профессор каф. ЭФ, д.ф.-м.н. Янин С.Н.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой ЭФ, профессор Кривобоков В.П.

Профессор каф. ЭФ, д.ф.-м.н. Блейхер Г.А.,