



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Ширмовский С.Э.
(Ф.И.О. рук.ОП)

«18» сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой теоретической и
ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.
(Ф.И.О. зав. каф.)

«18» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Направление подготовки - 03.03.02 Физика

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 72 час.

в числе с использованием МАО лек. 0 /пр.18/лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 144 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 72 час.

курсовая работа / курсовой проект нет семестр

зачет 6 семестр

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 1 от «18» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой: Ширмовский С.Э., к.ф.-м. н., доцент

Составитель (ли): Кучма А.С., к.ф.-м. н., доцент

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 ____ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 ____ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Specialist's/Master's degree in 03.03.02 Physics

Course title: Physics of the atomic nucleus and elementary particles

Variable part of block, 6 credits.

Instructor: Kuchma A.S.

At the beginning of the course a student should be able to:

To successfully study the discipline "Experimental Methods of Nuclear Physics", students should have the following preliminary competencies: readiness for self-development, improvement of their qualifications and skills

Learning outcomes:

PC-10 ability to understand and apply in practice methods of management in the field of environmental management

PC-6 the ability to put into practice the professional knowledge and skills gained in the development of specialized physical disciplines

Course description:

The course of nuclear physics is the final course of general physics. For its successful development, students must have knowledge of the main sections of the general physics of mechanics, electricity, optics and, especially, atomic physics. The specificity of the subject is such that nuclear physics is an intensively developing science and, therefore, contains not completely established ideas and terminology, some of its important sections are far from completion. Therefore, the main goal of the course is not only to learn the basic concepts that have emerged so far in nuclear physics and elementary particles, but also the prospects for testing them in the future.

Students who have studied this course should confidently navigate the terminology, know the basic characteristics of atomic nuclei and elementary particles, the most important conservation laws and the degree of their confirmation by experience, and also have an idea of the internal structure of nuclei and elementary particles and unresolved problems.

Goals:

- providing vocational education that promotes social and academic mobility of students, their relevance in the labor market, a successful career;
formation of a holistic view of physical phenomena and processes;

Tasks:

- report the basic principles and laws of physics and their mathematical expression applied to the main models of the discipline "Physics of the atomic nucleus and elementary particles";

Familiarize yourself with the main physical phenomena, their methods observation and experimental research;

- form certain skills of working with educational and scientific literature, teach how to express physical ideas correctly, quantify and solve physical problems in nuclear physics, estimate the orders of physical quantities;

To give the student a clear idea of the limits of applicability of physical models and hypotheses.

Main course literature:

The main

1. Captains I.M. Introduction to the physics of nucleus and particles: a textbook. Exit-FIZMALIT, 2010
2. Sivukhin D.V. Atomic and nuclear physics. Collection of tasks: Tutorial. 8th edition., Corr. St. Petersburg: Due Lan, 2002
3. O. A. Barsukov, Fundamentals of Physics of the Atomic Nucleus. Nuclear Technologies / Moscow: Fizmatlit, 2011
4. Mukhin K.M. Experimental Nuclear Physics, v.1. Physics of the atomic nucleus. M: Energoatomizdat, 2003.
5. Mukhin K.M. Experimental Nuclear Physics, v.2. Elementary particle physics. M: Energoatomizdat, 2004.

Additional

1. Yudin N.P. Shirokov Yu.M. Nuclear physics. M: Nauka, 1980. D. Blanc Nucleus, particles, nuclear reactors. M: Mir, 1989.
2. Valaten L. Subatomic physics: nuclei and particles. v.1 Elementary approach. M: Mir, 1986.
3. Valaten L. Subatomic physics: nuclei and particles. v.2 Further development. M: Mir, 1986.
4. Weinberg S. The first three minutes. M: Energoatomizdat, 1981.
5. Gottfried, K., Weisskopf, V., Concepts of Elementary Particle Physics. M: Mir, 1988.
6. Klapdor-Klinggrothhouse GV, Staudt A. Non-accelerator physics of elementary particles. M: Science, 1997.
7. Perkins D. Introduction to high energy physics. M: Energoatomizdat, 1991.

Form of final knowledge control: exam

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» разработана для студентов 3 курса направления 03.03.02 «Физика», в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к разделу Б1.В.ОД.1.6 базовой части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.), лабораторные (72 час.) и практические занятия (36 час), самостоятельная работа (72 час. в том числе на подготовку к экзамену 27 час.). Дисциплина реализуется в 6 семестре 3 курса.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных общими характеристиками атомных ядер и элементарных частиц, радиоактивностью, законами распада, основной классификацией элементарных частиц и их взаимодействием.

Курс ядерной физики является завершающим курсом общей физики. Для успешного его освоения студенты должны владеть знаниями по основным разделам общей физики механики, электричества, оптики и, особенно, атомной физики. Специфика предмета такова, что ядерная физика является интенсивно развивающейся наукой, а следовательно, содержит и не вполне устоявшиеся идеи и терминологию, некоторые ее важные разделы далеки до своего завершения. Поэтому основная цель курса заключается не только в обучении основным концепциям, сложившимся к настоящему времени в физике ядра и элементарных частиц, но и перспективам их проверки в будущем.

Студенты, изучившие этот курс, должны уверенно ориентироваться в терминологии, знать основные характеристики атомных ядер и элементарных частиц, наиболее важные законы сохранения и степень их подтверждения на опыте, а также иметь представление о внутренней структуре ядер и элементарных частиц и нерешенных проблемах.

Цели:

– обеспечение профессионального образования, способствующего социальной, академической мобильности обучающихся, востребованности их на рынке труда, успешной карьере;
формирование целостного представления о физических явлениях и процессах;

– подготовка бакалавра к освоению основных методов наблюдения и измерения, а также к использованию теоретических знаний для дальнейшего из учения дисциплин специализации и в практических целях.

Задачи:

–сообщить основные принципы и законы физики и их математическое выражение в применении к основным моделям дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных 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 студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез.

Для успешного изучения дисциплины «Экспериментальные методы ядерной физики» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-10 способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	Знает	методы управления в сфере природопользования
	Умеет	применять на практике методы управления в сфере природопользования.
	Владеет	способностью понимать методы управления в сфере природопользования
ПК-6 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знает	теоретические основы метода исследования.
	Умеет	применять на практике знания естественнонаучных законов.
	Владеет	навыками организации и планирования физических исследований.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА.

МОДУЛЬ 1. Основные концепции физики элементарных частиц. (36 час.)

Раздел 1. Введение в физику ядра (30 час)

Тема 1. Общие характеристики атомных ядер (6 час.)

Общие характеристики атомных ядер и элементарных частиц, способы их измерения. Основные законы сохранения. Классификация элементарных частиц и их взаимодействий.

Лептоны. Лептонный заряд. Нейтрино. Осцилляции нейтрино.

Адроны. Мезоны и барионы. Барионный заряд. Изотопический спин, странность, очарование. Мультиплеты адронов. Идея кварков.

Кварковая структура адронов. Цвет. Глюоны. Асимптотическая свобода. Конфайнмент.

C-, P-, T- инвариантность. Нарушение P- и CP- четности.

Тема 2. Радиоактивность. (6 час.)

Закон радиоактивного распада.

Альфа-радиоактивность. Общие закономерности. Механизм. Формула Гейгера-Нетолла.

Бета-распад атомных ядер. Форма бета-спектра. График Кюри.

Гамма-переходы. Изомерные состояния. Эффект Мессбауэра.

Деление ядер. Искусственная радиоактивность.

Тема 3 . Взаимодействие излучения с веществом. (6 час.)

Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом.

Дозиметрия. Способы представления дозиметрической информации.

Тема 4. Ядерная энергетика. (6 час.)

Цепная реакция деления. Ядерные реакторы.

Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

Тема 5. Основные представления о структуре ядра. (6 час.)

Нуклон-нуклонное взаимодействие. Структура легчайших ядер.

Капельная модель. Магические числа. Модель оболочек. Одночастичные и коллективные состояния. Обобщенная модель.

Раздел 2. Физика элементарных частиц. (6 час.)

Тема 6. Астрофизика и физика элементарных частиц. (6 час.)

Концепция большого взрыва. Сценарий происхождения Вселенной.
Барионная асимметрия.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические работы (36 час.)

1. Основные концепции физики элементарных частиц. (6 час.)
2. Радиоактивность. (6 час.)
3. Взаимодействие излучения с веществом. (6 час.)
4. Ядерная энергетика. (6 часа)
5. Основные представления о структуре ядра. (6 часа)
6. Астрофизика и физика элементарных частиц. (6 часа)

Лабораторные работы

Студенты самостоятельно готовятся к проведению лабораторных работ и их защите с использованием методических пособий по выполнению лабораторных работ. Примерные вопросы к защите лабораторных работ даны в соответствующих методических пособиях.

Наименование лабораторных работ.

- 1) Оценка периода полураспада долгоживущего изотопа
- 2) Измерение длины пробега альфа частиц
- 3) Изучение космических лучей.
- 4) Устройство, принцип действия и основные характеристики NaI(Tl) детекторов.
- 5) Исследование калибровочной кривой NaI(Tl) детектора
- 6) Определение характеристик радиоактивного источника по измеренным спектрам излучения.

- 7) Измерение кривой поглощения гамма-излучения
- 8) Оценка времени жизни мюона.
- 9) Исследование ядерного магнитного резонанса

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экспериментальные методы ядерной физики» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I, Раздел II	ПК-6 ПК-10	Общие характеристики атомных ядер и элементарных частиц, способы их измерения. Основные законы сохранения. Классификация элементарных частиц и их взаимодействий.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Закон радиоактивного распада. Альфа-радиоактивность. Общие закономерности. Механизм. Формула Гейгера-Нетолла.	устный опрос	выполнение практических заданий

			Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Дозиметрия. Способы представления дозиметрической информации.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ
2	Раздел III, Раздел IV	ПК-6 ПК-10	Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Дозиметрия. Способы представления дозиметрической информации.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ
			Цепная реакция деления. Ядерные реакторы.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза.	устный опрос	контрольная работа
3	Раздел V, Раздел VI	ПК-6 ПК-10	Нуклон-нуклонное взаимодействие. Структура легчайших ядер. Капельная модель. Магические числа. Модель оболочек. Одночастичные и коллективные состояния. Обобщенная модель.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ
			Одночастичные и коллективные состояния. Обобщенная модель.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Концепция большого взрыва. Сценарий происхождения Вселенной. Барийонная асимметрия.	устный опрос	Контрольная работа

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная

1. Капитанов И.М. Введение в физику ядра и частиц: учебник.Изд-во ФИЗМАЛИТ,2010

2. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика. Сборник задач: Учебное пособие. 8-е издание., испр. СПб: Из-во Лань, 2002
3. О. А. Барсуков Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии / Москва : Физматлит , 2011
4. Мухин К.М. Экспериментальная ядерная физика, т.1. Физика атомного ядра. М: Энергоатомиздат, 2003.
5. Мухин К.М. Экспериментальная ядерная физика, т.2. Физика элементарных частиц. М: Энергоатомиздат, 2004.

Дополнительная

1. Юдин Н.П. Широков Ю.М. Ядерная физика. М: Наука, 1980. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы. М: Мир, 1989.
2. Валатэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы. т.1 Элементарный подход. М: Мир, 1986.
3. Валатэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы. т.2 Дальнейшее развитие. М: Мир, 1986.
4. Вейнберг С. Первые три минуты. М: Энергоатомиздат, 1981.
5. Готфрид К., Вайскопф В. Концепции физики элементарных частиц. М: Мир, 1988.
6. Клапдор-Клайнротхаус Г.В., Штаудт А. Неускорительная физика элементарных частиц. М: Наука, 1997.
7. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий. М: Энергоатомиздат, 1991.

Электронные ресурсы:

1. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц [Электронный ресурс] / И. М. Капитонов. - 4-е изд., - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. Введение в физику ядра и частиц <http://znanium.com/bookread.php?book=416384>

Бугрова А.И., Горбаренко В.А., Мишина Е.Д., Туснов Ю.И. Излучение, атомная и ядерная физика: Учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2005. - 104 с. Излучение, атомная и ядерная физика: Учебное пособие.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

- Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;
- Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а так же посещение консультаций с преподавателем;
- Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;
- Подготовка к зачёту и экзамену должна проходить регулярно в течении семестров отведённых для занятий.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Направление подготовки - 03.03.02 Физика

профиль «Теоретическая физика»

Форма подготовки очная

Владивосток

2017

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).

Самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя в аудитории или вне аудитории. Обучающемуся необходимо: – выполнять все задания, выносимые преподавателем для самостоятельной работы; – активно работать с учебной литературой; – выносить на текущие консультации все неясные вопросы; – подготовку к экзамену проводить по экзаменационным теоретическим вопросам, предоставленным лектором; – при подготовке к экзамену все неясные моменты необходимо фиксировать и выносить на предэкзаменационную консультацию.

Примерная тематика рефератов (докладов, сообщений)

1. Биологическое действие излучения
2. Принцип автофазировки
3. Ускорители тяжелых заряженных частиц
4. Ускорители легких заряженных частиц
5. Коллайдеры
6. Детектирование заряженных частиц
7. Детектирование нейтронов и γ -квантов.
8. Трековые детекторы
9. Многократное рассеяние заряженных частиц
10. Взаимодействие фотонов с веществом
11. Ионизационные потери заряженных частиц
12. Радиационные потери легких заряженных частиц
13. Компьютерная томография
14. Коллективные эффекты во взаимодействии быстрых частиц с упорядоченными структурами.
15. Использование рентгеновского излучения и быстрых заряженных частиц для диагностики структуры твердых тел.
16. Использование методов компьютерного моделирования в радиационной физике.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Студенту необходимо научиться четко конспектировать излагаемый на лекции материал – выделять темы разделов, подзаголовки, рисовать графики в хорошем масштабе, так как это позволит лучше подготовиться к экзамену.

Изучение курса надо начинать с первой же недели занятий, так как из-за большого объема изучаемый материал преподается очень сжато. Материал, излагаемый в начале курса, постоянно используется в течение всего курса и последующего изучения специальных дисциплин.

Рекомендации по освоению дисциплины на лекционных занятиях:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту и рекомендованной учебной литературе материал предыдущей лекции;
- бегло ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины;
- при затруднениях необходимо обратиться к лектору по графику его консультаций или на практических занятиях. Рекомендации по освоению дисциплины на практических занятиях:
- на занятия носить конспект лекций и рекомендованный сборник задач;
- до очередного практического занятия по конспекту и рекомендованной учебной литературе проработать теоретический материал, соответствующий темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения. **Рекомендации по освоению дисциплины на лабораторных занятиях:**

- руководствоваться графиком лабораторных работ;
- накануне перед очередной работой необходимо по конспекту или в методических указаниях к работе просмотреть теоретический материал работы;
- на лабораторном занятии, выполнив все опыты и расчеты, необходимо проанализировать окончательные результаты и убедиться в их достоверности;
- обратить внимание на оформление отчета, в котором должны присутствовать: цель работы, схема установки, методика измерений, результаты опытных и расчетных данных, необходимые графические зависимости и их анализ, выводы;
- при подготовке к защите отчета руководствоваться вопросами, приведенными в методических указаниях к данной работе. Для успешной сдачи экзамена студенты должны регулярно работать в соответствии с графиком организации аудиторной и самостоятельной работы:
- а) отработать пропущенные по уважительной причине работы в течение семестра;
- б) вовремя сдавать индивидуальные задания и отчеты по проделанным лабораторным работам, помнить, что неотработанные темы лекций и практических занятий выносятся на экзамен.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Направление подготовки - 03.03.02 Физика

профиль «Теоретическая физика»

Форма подготовки очная

Владивосток

2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-10 способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	Знает	методы управления в сфере природопользования
	Умеет	применять на практике методы управления в сфере природопользования.
	Владеет	способностью понимать методы управления в сфере природопользования
ПК-6 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знает	теоретические основы метода исследования.
	Умеет	применять на практике знания естественнонаучных законов.
	Владеет	навыками организации и планирования физических исследований.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I, Раздел II	ПК-6 ПК-10	Общие характеристики атомных ядер и элементарных частиц, способы их измерения. Основные законы сохранения. Классификация элементарных частиц и их взаимодействий.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Закон радиоактивного распада. Альфа-радиоактивность. Общие закономерности. Механизм. Формула Гейгера-Нетолла.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Дозиметрия. Способы представления дозиметрической информации.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ
2	Раздел III, Раздел IV	ПК-6 ПК-10	Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ

			Взаимодействие нейтронов с веществом. Дозиметрия. Способы представления дозиметрической информации.		работ
			Цепная реакция деления. Ядерные реакторы.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза.	устный опрос	контрольная работа
3	Раздел V, Раздел VI	ПК-6 ПК-10	Нуклон-нуклонное взаимодействие. Структура легчайших ядер. Капельная модель. Магические числа. Модель оболочек. Одночастичные и коллективные состояния. Обобщенная модель.	устный опрос	выполнение практических заданий, лабораторных работ
			Одночастичные и коллективные состояния. Обобщенная модель.	устный опрос	выполнение практических заданий
			Концепция большого взрыва. Сценарий происхождения Вселенной. Барионная асимметрия.	устный опрос	Контрольная работа

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-6 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знает (пороговый уровень)	основные задачи и законы физики атомного ядра и элементарных частиц	теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике; определение, смысл, способы и единицы измерения основных физических величин.	Знает основные задачи и законы физики атомного ядра и элементарных частиц
	умеет (продвинутый)	поставить и решать новые задачи физики атомного ядра и элементарных частиц.	излагать, анализировать, и критически оценивать результаты экспериментальных исследований, используя основные понятия, законы и модели физики.	Умеет поставить и решать новые задачи физики атомного ядра и элементарных частиц.
	владеет (высокий)	основными законами и методами решения задач физики атомного ядра и элементарных частиц.	навыками применения полученных теоретических знаний для проведения физического эксперимента; – навыками применения полученных теоретических	владеет основными законами и методами решения задач физики атомного ядра и элементарных частиц.
ПК-10 способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	знает (пороговый уровень)	методы управления в сфере природопользования	Знание материал курса	Знает методы управления в сфере природопользования
	умеет (продвинутый)	применять на практике методы управления в сфере природопользования.	Умение доступно и фактически верно изложить изученный материал	Умеет применять на практике методы управления в сфере природопользования.
	владеет (высокий)	способностью понимать методы управления в сфере природопользования	Владеет необходимой терминологией, понятиями и применяемыми методами	Владеет способностью понимать методы управления в сфере природопользования

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех коллоквиумов и контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

В экзаменационном билете содержится:

- 1) тема собеседования (студент отвечает без предварительной подготовки);
- 2) два вопроса из нижеперечисленных;
- 3) задача.

Материал для проведения текущего контроля знаний.

Примерный перечень вопросов на экзамене:

1. Классификация элементарных частиц и взаимодействий.
2. Лептоны. Лептонный заряд.
3. Барионы. Барионный заряд.
4. Адроны. Изоспин, странность.
5. Кварки. Кварковая структура адронов.
6. Нейтрино.
7. Массы ядер и элементарных частиц.
8. Время жизни в физике ядра и элементарных частиц.
9. Магнитный момент и спин.
10. Способы определения масс ядер и элементарных частиц.
11. Основные законы сохранения в физике ядра и элементарных частиц.
12. Общие закономерности альфа - распада.
13. Механизм альфа-распада. Закон Гейгера-Неттола.

14. Основные закономерности бета-распада.
15. Форма бета-спектра.
16. Гамма-излучение атомных ядер. Внутренняя конверсия.
17. Изомерные состояния в атомных ядрах.
18. Эффект Мессбауэра.
19. Основные свойства нуклон-нуклонных сил.
20. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.
21. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.
22. Нейтроны, классификация по энергиям.
23. Взаимодействие нейтронов с веществом.
24. Дозиметрия.
25. Капельная модель ядра.
26. Ядерные оболочки.
27. Магические числа и модель оболочек.
28. Сценарий Большого Взрыва.
29. Барионная асимметрия во Вселенной.

Темы собеседования для экзамена

1. Энергия связи ядер.
2. Необходимость использования коллайдеров в современной физике частиц.
3. Необходимость использования ядерных моделей.
4. Магические ядра
5. Условия возможности радиоактивного распада.
6. Законы сохранения при радиоактивном распаде.
7. Лептоны.
8. Мезоны и барионы.
9. Виртуальные частицы и кванты.
10. Симметрии и законы сохранения.
11. Модель Ферми-газа.
12. Дифференциальные и полные сечения.
13. Состав и размеры ядер.
14. Долина стабильности.
15. Цепная ядерная реакция.

Типовые задачи к экзамену

1. Зная постоянную Авогадро N_A , определить массу m_a нейтрального атома углерода ^{12}C и массу m , соответствующую углеродной единице.
2. Определить атомные номера, массовые числа и химические символы ядер, которые получатся, если в ядрах ^2_3He , ^7_4Be , $^{15}_8\text{O}$ протоны заменить нейтронами, а нейтроны – протонами.
3. Какую часть массы нейтрального атома плутония составляет масса его электронной оболочки?
4. Полагая, что атомные ядра имеют форму сферы, радиус которой определяется формулой $r = r_0 \sqrt[3]{A}$, где $r_0 = 1,4 \cdot 10^{-13}$ см и A – массовое число, показать, что средняя плотность $\langle \rho \rangle$ ядерного вещества одинакова для всех ядер. Определить (по порядку величины) ее значение.
5. Покоившееся ядро радона $^{220}_{86}\text{Rn}$ выбросило α -частицу со скоростью $v = 16$ Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость v_1 получило оно вследствие отдачи?
6. Ядро изотопа кобальта $^{60}_{27}\text{Co}$ выбросило отрицательно заряженную β -частицу. В какое ядро превратилось ядро кобальта?
7. Определить зарядовое Z и массовое A числа изотопа, который получится из тория $^{232}_{90}\text{Th}$ после трех α - и β -превращений.
8. Какова вероятность W того, что данный атом в изотопе радиоактивного йода ^{131}I распадается в течение ближайшей секунды?
9. Определить постоянные распада λ изотопов радия $^{219}_{88}\text{Ra}$ и $^{226}_{88}\text{Ra}$.
10. Какая часть начального количества атомов распадается за один год в радиоактивном изотопе тория ^{229}Th ?
11. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?
12. На сколько снизится активность A изотопа иридия ^{192}Ir за время $t = 30$ сут.?
13. Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ^{90}Sr уменьшится в $k_1 = 10$ раз? В $k_2 = 100$ раз?
14. Определить массу m_2 радона ^{222}Ra , находящегося в радиоактивном равновесии с радием ^{226}Ra массой $m_1 = 1$ г.
15. Точечный изотопный радиоактивный источник создает на расстоянии $r = 1$ м интенсивность I гамма-излучения, равную $1,6$ мВт/м². Принимая, что при каждом акте распада ядра излучается один γ -квант с энергией $\varepsilon = 1,33$ МэВ, определить активность A источника.
16. Определить число N слоев половинного ослабления, уменьшающих интенсивность I узкого пучка γ -излучения в $k = 100$ раз.
17. Определить для бетона толщину слоя половинного ослабления $x_{1/2}$ узкого пучка γ -излучения с энергией фотонов $\varepsilon = 0,6$ МэВ.
18. На какую глубину нужно погрузить в воду источник узкого пучка γ -излучения (энергия ε гамма квантов равна $1,6$ МэВ), чтобы интенсивность I пучка, выходящего из воды, была уменьшена в $k = 1000$ раз?

Критерии оценки на экзамене

Оценка **отлично** выставляется за ответ, в ходе которого студент: 1) полностью ответил на вопросы билета (на основе первых принципов правильно вывел требуемые формулы и объяснил их физический смысл, обосновал причину необходимости введения новых понятий исходя из результатов известных ему экспериментов); 2) правильно решил задачу и объяснил физический смысл формул, использованных им при её решении. Ответ должен быть четким и логичным. Независимо от того, на какой билет отвечает студент, надо быть готовым объяснить основные положения курса.

Оценка **хорошо** выставляется за ответ, в ходе которого студент самостоятельно решил задачу и в основном раскрыл содержание вопросов билета, хорошо знает основные определения и формулы и может проследить ход вывода этих закономерностей из основных положений курса, но допускал ошибки в доказательстве, или ответ не был четким, допускались логические неточности.

Оценка **удовлетворительно** выставляется за ответ, в ходе которого студент показал, что он знает основные положения пройденного материала, но не до конца раскрыл его физический смысл и не может вывести приведённые им формулы из общих положений изучаемого курса. Для решения задачи пришлось задавать наводящие вопросы.

Оценка **неудовлетворительно** выставляется в том случае, когда студент не раскрыл содержание вопросов билета, не понимает физического смысла основных положений, как данного курса, так и изученных им ранее, и не может применить их для решения задач.

Тестовый контроль:

1. Эффект Зеемана в сильном магнитном поле будет:

- 1.1. Сильным
- 1.2. Аномальным
- 1.3. Простым
- 1.4. Сложным

2. На сколько компонент расщепится в слабом магнитном поле мультиплет с заданным полным моментом J :

- 2.1. Не расщепится

- 2.2. $J+1$
- 2.3. $2J+1$
- 2.4. J

3. Эффект Комптона описывает рассеяние

- 3.1. Фотонов на свободных электронах
- 3.2. Электронов на атомах
- 3.3. Фотонов на ядрах
- 3.4. Фотонов на электронах внутренних оболочек

4. Фотоэффект состоит в

- 4.1 Упругом рассеянии фотонов свободными электронами
- 4.2 Поглощении фотона атомом с испусканием электрона
- 4.3. Поглощении фотона атомным ядром
- 4.4. Поглощении фотонов свободными электронами

5. Какие из перечисленных ниже эффектов могут быть объяснены как с волновой,

так и с корпускулярной точки зрения:

- 5.1. Фотоэффект
- 5.2. Эффект Комптона
- 5.3. Давление света
- 5.4. Интерференция и дифракция света

6. В опыте Штерна-Герлаха можно использовать пучок

- 6.1. Электронов
- 6.2. Альфа-частиц

6.3. Нейтронов

6.4. Фотонов

7. На сколько подуровней расщепится 3P-уровень Na в сильном магнитном поле:

7.1. На 2 подуровня

7.2. На 3 подуровня

7.3. На 4 подуровня

7.4. На 5 подуровней

8. Тонкая структура спектральных линий (например дублет Na) объясняется:

8.1. Массой ядра

8.2. Спин-орбитальным взаимодействием

8.3. Взаимодействием магнитного момента электрона со слабым полем ядра

8.4. Взаимодействием электрона с флуктуациями электромагнитного поля.

9. На сколько компонент расщепится при проведении опыта Штерна-Герлаха пучок атомов водорода:

9.1. Не расщепится

9.2. На 2 компоненты

9.3. На 3 компоненты

9.4. На 5 компонент

10. Абсолютно чёрная пластинка освещается светом круговой поляризации и испытывает некоторый вращающий момент. Какую пластинку нужно взять, чтобы вращающий момент удвоился:

10.1. Пластинку $\lambda/4$

- 10.2. Пластинку $\lambda/2$
- 10.3. Поляризационную пластинку
- 10.4. Прозрачную пластинку

11. Сколько линий будет наблюдаться в эксперименте Зеемана

при расщеплении спектральной линии ${}^1D_2 \rightarrow {}^1P_1$ в слабом магнитном поле:

- 11.1. Не будет расщепления
- 11.2. 3 линии
- 11.3. 9 линий
- 11.4. 15 линий

12. "В любом квантовом состоянии может находиться только один электрон" согласно

- 12.1. Правилу отбора
- 12.2. Теореме Ферма
- 12.3. Соотношению неопределённостей Гейзенберга
- 12.4. Принципу Паули

13. В каких из приведенных ниже состояний мультиплетность атома равна 3:

- 13.1. 1^3P_1
- 13.2. 3^1S_0
- 13.3. 2^1D_3
- 13.4. $4^2F_{5/2}$

14. На сколько подуровней расщепится $3P_{3/2}$ -уровень Na в слабом магнитном поле:

- 14.1. На 2 подуровня
- 14.2. На 3 подуровня

- 14.3. На 4 подуровня
- 14.4. На 5 подуровней

15. Уравнение Шредингера для стационарных состояний:

- 15.1. $i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi$
- 15.2. $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U\Psi = E_0 \Psi$
- 15.3. $\hat{E}\Psi = \hat{H}\Psi$
- 15.4. $i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \Psi = \hat{H}\Psi$

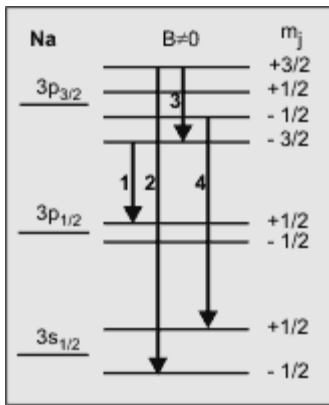
16. Эффект Зеемана может наблюдаться если:

- 16.1. Источник света помещён в однородное магнитное поле
- 16.2. Спектральные линии имеют тонкую структуру
- 16.3. Пучок света пропускают через однородное магнитное поле
- 16.4. Пучок атомов пропускают через однородное магнитное поле

17. Какой переход запрещён правилами отбора:

- 17.1. $2p_{3/2} \rightarrow 1s_{1/2}$
- 17.2. $4d_{5/2} \rightarrow 3p_{3/2}$
- 17.3. $3d_{3/2} \rightarrow 1p_{1/2}$
- 17.4. $4d_{5/2} \rightarrow 3p_{1/2}$

18. Какой переход в зеемановском расщеплении дублета натрия является разрешённым:



- 18.1. Переход 1
- 18.2. Переход 2
- 18.3. Переход 3
- 18.4. Переход 4

19. Какая из перечисленных ниже реакций распада невозможна по закону сохранения лептонного заряда

- 19.1. $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
- 19.2. $\pi^+ \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
- 19.3. $\mu^- \rightarrow e^- + e^+ + e^-$
- 19.4. $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$

20. Какая из перечисленных ниже элементарных частиц является бозоном:

- 20.1. Барион
- 20.2. Лептон
- 20.3. Кварк
- 20.4. Мезон