

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»
(РУДН)*

*Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория атомного ядра

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

03.04.02 "ФИЗИКА"

Направленность программы (профиль) "*Фундаментальная и прикладная физика*"

1. Цели и задачи дисциплины:

Дисциплина излагается для студентов-физиков на 1-ом курсе магистратуры. Целью дисциплины является закрепление студентами основных понятий и современных представлений о свойствах и структуре ядер, ядерных реакциях и их значении для астрофизики и ядерной энергетики; закрепление представлений об экспериментальных методах измерения различных характеристик состояний ядер и изучения ядерных реакций; закрепление представления о взаимодействии ядерных излучений с веществом.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Теория атомного ядра» относится к *элективной* части цикла Б1.В.ДВ.01 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	ПК-1: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	Физика нелинейных процессов Математические методы в физике	Специальный физический практикум, научно-исследовательская работа

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент **должен**:

Знать: основные законы и явления микромира; основные методы ядерно-физических исследований; типы ядерных реакций и их закономерности; законы прохождения излучения через вещество; источники и детекторы ядерных излучений.

Уметь: решать физические задачи о взаимодействии заряженных частиц с электромагнитными полями различного типа и проводить необходимые оценки, а также применять полученные знания для анализа и интерпретации результатов физических экспериментов.

Владеть: способностью оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук; способностью выдвигать новые идеи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3 зачетных единицы**.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					-
<i>Лекции</i>	18	18			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					-
<i>Семинары (С)</i>	18	18			-
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
Самостоятельная работа (всего)	72	72			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Типы взаимодействий частиц и ядер	Элементарные и фундаментальные частицы. Общая характеристика 4 типов взаимодействия элементарных частиц: сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного. Масштабы физических величин (энергий, расстояний) в ядерной физике и физике элементарных частиц. Стабильные нестабильные ядра. Магические ядра. Изотопы и изомеры. Энергия связи ядер. Размеры и форма ядер. Методы их определения.
Ядерные модели. Природа ядерных сил. Дейтрон	Классификация ядерных моделей. Капельная модель ядра. Формула Вайцеккера. Оболочечная модель ядра. Обобщенная модель ядра. Модель кварковых мешков для ядер. Короткодйствие. Квантовые обменные виртуальные процессы. Пионная теория Юкавы. Включение других скалярных и векторных мезонов. Современный подход к объяснению механизма ядерного (сильного) взаимодействия. Глюоны и кварки. Дейтрон в приближении центральных сил. Дейтрон в приближении трехмерной мерной сферической ямы. Проблема дейтрона с учетом нецентрального характера ядерных сил.
Ядерные реакции. Зарядовая симметрия сильных взаимодействий	Основные понятия и определения. Общие свойства ядерных реакций. Упругие и неупругие ядерные реакции. Процессы деления и синтеза ядер. Прямые, резонансные и нерезонансные реакции. Реакции срыва, подхвата, захвата и др. Фотоядерные, электроядерные реакции и др. Законы сохранения в ядерных реакциях. Альфа-распад. Особенности альфа-распада. Прохождение частиц через потенциальный барьер (туннельный эффект). Бета-распад. Энергетический спектр электронов в процессе бета-распада. Методы определения массы нейтрино. Фермиевские и Гамов–Теллеровские переходы. Гамма-распад. Ядерная изомерия. Эффект Мёссбауэра. Измерение красного смещения.
Уравнение Дирака. Поляризационная матрица плотности	Метрика Паули и метрика Бьёркена в пространстве Минковского. Уравнение Дирака для фермионов в релятивистской квантовой механике. Различные представления (формы записи) уравнения Дирака. Свойства α -матриц Дирака и γ -матриц фон Неймана. Спин как циркуляция потока энергии в поле волны электрона. Спиральность и киральность. Двухкомпонентная формулировка уравнения Дирака.
Релятивистская теория квантовых переходов. Методы вычисления матричных элементов	Релятивистская квантовая теория возмущений для частиц со спином. Общая формула для вероятности перехода поляризованного фермиона из начального состояния в конечное состояние в результате взаимодействия. S -матрица. Диаграммы Фейнмана. Общие формулы для вероятностей распада поляризованных фермионов и сечений рассеяния поляризованных и неполяризованных фермионов на других частицах и ядрах. Физические и нефизические расходимости.
Релятивистская теория рассеяния. Формула Мотта. Формула Розенблюта	Релятивистская кинематика процессов рассеяния. Методы учета энергии и импульса отдачи частиц и ядер мишени. Лабораторная система, система центра масс и произвольная система отсчета. Формула для дифференциального и полного сечений рассеяния релятивистских фермионов на произвольном потенциале.

	<p>Рассеяние неполяризованных релятивистских точечных электронов неподвижным кулоновским центром. Формула Мотта для сечения рассеяния. Предельный переход к нерелятивистскому случаю и получение формулы Резерфорда. Рассеяние релятивистских точечных электронов на протонах с учетом их структуры. Электрический и магнитный форм-факторы. Формула Розенблюта.</p>
<p>Групповой подход к классификации частиц. Мультиплеты частиц в группах $SU(2)$, $SU(3)$, $SU(4)$</p>	<p>Стабильные и нестабильные частицы. Резонансы. Первые попытки классификации элементарных частиц по их массам и спинам. Современный подход к классификации частиц, основанный на их взаимодействиях. Элементарные и фундаментальные частицы. Алгебра генераторов унитарных групп $SU(N)$. Фундаментальные, сопряженные, приводимые и неприводимые представления групп $SU(N)$. Схемы Юнга. Мультиплеты нуклонов, скалярных и векторных мезонов, барионов и барионных резонансов. Массовые соотношения. Модель Ферми - Янга и модель Сакаты.</p>
<p>Слабое взаимодействие. Теория Ферми. Правило отбора Ферми и Гамова-Теллера</p>	<p>Попытки объяснения непрерывного энергетического спектра электронов, испускаемых в процессах β^{\mp}-распада ядер. Различные интерпретации этого явления. Гипотеза Паули. Аналогия с электродинамикой. Гамильтониан слабого взаимодействия. Основы теории Ферми (V-вариант) β^{\mp}-распада ядер.</p>
<p>Несохранение P-четности. $V - \lambda A$ взаимодействие. Дискретные симметрии</p>	<p>Обобщение теории на случай суперпозиции S, V, A, T, P - вариантов при сохранении P-четности. Несохранение пространственной четности. Предсказания Ли и Янга и эксперимент Ву. Первые попытки объяснения несохранения P-четности двухкомпонентностью безмассового нейтрино.</p>
<p>Ток-токовая теория слабого взаимодействия. Физика нейтрино. Масса нейтрино и нейтринные осцилляции. Модель Вайнберга-Салама</p>	<p>Обобщение на все частицы. Диагональные и недиагональные процессы. Угол Кабиббо. Универсальность константы слабого взаимодействия G_F. Дираковские, Вейлевские и Майорановские нейтрино. Электронные, мюонные и тауонные нейтрино. Лептонные числа. Различные законы их сохранения. Проблема массы нейтрино. Способы ее экспериментального определения. Нейтринные осцилляции и их классификация. Теоретические следствия и сравнение с экспериментальными данными. Атмосферные, солнечные, галактические и космические нейтрино.</p>

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Семин.	СРС	Всего час.
1.	Типы взаимодействий частиц и ядер	1	1	2	8
2.	Ядерные модели. Природа ядерных сил. Дейтрон	1	1	2	8
3.	Ядерные реакции. Зарядовая симметрия сильных взаимодействий	2	2	4	8
4.	Уравнение Дирака. Поляризационная матрица плотности	2	2	4	8
5.	Релятивистская теория квантовых переходов. Методы вычисления матричных элементов	2	2	4	12

6.	Релятивистская теория рассеяния. Формула Мотта. Формула Розенблюта	2	2	4	12
7.	Групповой подход к классификации частиц. Мультиплеты частиц в группах $SU(2)$, $SU(3)$, $SU(4)$	2	2	4	12
8.	Слабое взаимодействие. Теория Ферми. Правило отбора Ферми и Гамова-Теллера	2	2	4	12
9.	Несохранение Р-четности. $V - \lambda A$ взаимодействие. Дискретные симметрии	2	2	4	12
10.	Ток-токовая теория слабого взаимодействия. Физика нейтрино. Масса нейтрино и нейтринные осцилляции. Модель Вайнберга–Салама	2	2	4	16
ИТОГО					108

6. Лабораторный практикум не предусмотрен учебным планом

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Типы взаимодействий частиц и ядер	2
2	2	Ядерные модели. Природа ядерных сил. Дейтрон	2
3	3	Ядерные реакции. Зарядовая симметрия сильных взаимодействий	2
4	4	Уравнение Дирака. Поляризационная матрица плотности	2
5	5	Релятивистская теория квантовых переходов. Методы вычисления матричных элементов	2
6	6	Релятивистская теория рассеяния. Формула Мотта. Формула Розенблюта	2
7	7	Групповой подход к классификации частиц. Мультиплеты частиц в группах $SU(2)$, $SU(3)$, $SU(4)$	2
8	8	Слабое взаимодействие. Теория Ферми. Правило отбора Ферми и Гамова-Теллера	2
9	9	Несохранение Р-четности. $V - \lambda A$ взаимодействие. Дискретные симметрии	2
10	10	Ток-токовая теория слабого взаимодействия. Физика нейтрино. Масса нейтрино и нейтринные осцилляции. Модель Вайнберга - Салама	2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционный компьютер, компьютерный проектор, электронная доска, аудитория для компьютерного тестирования.

9. Информационное обеспечение дисциплины

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС)

Учебный портал РУДН

Научная электронная библиотека РУДН

Российская государственная библиотека – www.rsl.ru, www.leninka.ru

<http://www.edu.ru/> – федеральный образовательный портал.

<http://genphys.phys.msu.ru/rus/demo/>- кабинет физических демонстраций МГУ.

<http://genphys.phys.msu.ru/rus/ofp/>

<http://www.alpud.ru/>- автоматизированные лабораторные практикумы удаленного доступа.

<http://prac-gw.sinp.msu.ru/atom.htm> - атомный и ядерный практикум МГУ.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Апсэ В.А., Шмелев А.Н. Ядерные технологии: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 128 с. – [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237951](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237951)

2. Широков С.В. Физика ядерных реакторов: учебное пособие – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 351 с. – [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=110106](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=110106)

3. Малышев Л.Г., Повзнер А.А. Физика атома и ядра. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 145 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276290&sr=1

б) дополнительная литература

1. Широков Ю.М. , Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980 – 728 с. – [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=450094&sr=1

2. Михайлов М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: учебное пособие. – М.: Прометей, 2013 – 25 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=437322&sr=1

3. Матышев, А.А. Атомная физика в 3 ч. Часть 1. Дискретность вещества и электрического заряда: учебное пособие для академического бакалавриата. – М.: Юрайт, 2017. – 282 с. – (Университеты России). – Электронный ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/0A75D5E1-33C3-4FB8-ADEA-77B44592CD2D>

4. Милантьев В.П. Атомная физика: учебник и практикум для академического бакалавриата. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 415 с. – Электронный ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/B8A5CD56-861F-4E07-8688-3E1530FF86E3>

5. Бекман И.Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 398 с. – Электронный ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/CC95A403-E772-48A7-AE64-B1FF80F23AEC>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
<http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html>

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы обучения и формы организации занятий: лекции; практические занятия; консультации преподавателей; самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям. Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия: – изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий; – самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

12. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализация дисциплины, текущий контроль и промежуточная аттестация для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляются с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации по личному заявлению обучающегося. В процессе обучения предусматриваются различные формы

предоставления необходимой учебной и учебно-методической информации (визуально, в том числе с укрупненным шрифтом, аудиально и т. п.), допускаются использование студентом технических средств фиксации информации (аудио-, фото- или видеотехника) и присутствие на аудиторных занятиях ассистента (помощника, сопровождающего, сурдо- или тифлосурдопереводчика и т. п.), осуществляющего техническое сопровождение учебного процесса для студента. Допускается частично дистанционное обучение с предоставлением необходимой учебной и учебно-методической информации средствами телекоммуникационной сети Интернет. Предусматриваются различные формы текущего контроля качества освоения дисциплины, достижения запланированных результатов обучения и уровня сформированности заявленных в ООП компетенций: устно, в том числе практические задания и контрольные работы с пояснением хода выполнения; письменно, в том числе конспекты ответов на вопросы практических занятий по разделам дисциплины; устно дистанционно; письменно дистанционно. Во всех формах текущего контроля используются общие критерии оценивания. Процедура промежуточной аттестации проводится с учетом психофизических особенностей и состояния здоровья студента: допускается присутствие ассистента, осуществляющего техническое сопровождение процедуры; используются адаптированные оценочные средства; допускаются различные формы ответа (устно, письменно, с использованием необходимых технических средств и т. п.); допускается дистанционная форма проведения зачета или экзамена (например, с использованием программы Skype в предварительно согласованное время); при необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки к ответу. Независимо от формы организации процедуры.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Шкала оценок

Соответствие систем оценок (согласно Приказу Ректора № 996 от 27.12.2006 г.)

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
51-68	3	61-68	3+	D
		51-60	3	E
0-50	2	31-50	2+	FX
		0-30	2	F
51-60	Зачет		Зачет	Passed

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине "Теория атомного ядра" (1-й сем. магистратуры)

Направление/Специальность: 03. 04.02 "Физика" специализация "Фундаментальная и прикладная физика"

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства			Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль		Промежуточная аттестация		
			Тест	Контрольная работа	Экзамен/Зачет		
ПК-1	Виды фундаментальных взаимодействий. Масштабы и единицы измерений физических дисциплин		4	4	2		10
ПК-1	Статические свойства атомных ядер		4	4	4		12
ПК-1	Радиоактивность		4	4	6		14
ПК-1	Деление и синтез ядер		4	4	4		12
ПК-1	Взаимодействие излучения с веществом		4	4	4		12
ПК-1	Ядерные реакции		4	4	6		14
ПК-1	Детекторы частиц ионизирующего излучения		4	4	6		14
ПК-1	Элементарные частицы		4	4	4		12
			32	32	36		100

Пример терминологического теста:

Напишите определения и суть следующих понятий:

- α -частица
- спектральные линии
- постулат Бора–Зоммерфельда
- соотношение неопределенностей
- электрон
- закон Мозли
- Зеемановское расщепление спектральных линий
- среднее время жизни возбужденных атомов
- уровень Ферми
- удельная активность
- энергия связи ядра.

Примерный перечень вопросов промежуточной аттестации

1. Виды фундаментальных взаимодействий. Масштабы и единицы измерений физических дисциплин. Особенности физических явлений в микромире.
2. Основные статические свойства ядер: массовое число, электрический заряд, состав, размеры, энергия связи, спин, момент количества движения, магнитный момент, квадрупольный момент. Свойства ядерных сил. Основы теории ядерных сил. Модели атомных ядер.
3. Виды радиоактивности, радиоактивные семейства. Законы простого и сложного радиоактивного распада. Закономерности альфа-, бета- и гамма-распада.
4. Понятие о ядерной энергетике. Проблемы и перспективы развития мировой и отечественной энергетике, роль атомной энергии. Элементарная теория деления. Энергия и продукты деления ядер. Основы цепного процесса. Ядерные реакции синтеза. Термоядерные реакции во Вселенной и в лабораторных условиях. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.
5. Ионизирующее излучение. Общие закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с атомами вещества. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом. Пробеги частиц ионизирующего излучения в веществе.
6. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы и параметры ядерных реакций. Особенности ядерных реакций, протекающих при воздействии частиц, имеющих различные параметры (энергетические, массовые, зарядовые, корпускулярно-волновые). Источники заряженных частиц и γ -квантов. Источники нейтронов и других нейтральных частиц.
7. Принципы обнаружения, радиометрии и спектрометрии. Регистрация заряженных и нейтральных частиц различных энергий. Газовые, полупроводниковые, сцинтилляционные и трековые детекторы.
8. Открытие и классификация элементарных частиц. Античастицы. Модели частиц и античастиц.

Примеры задач

1. Используя значения масс атомов, определить верхнюю границу спектра позитронов, испускаемых при β^+ -распаде ядра ^{27}Si . $M_{\text{ат}}(^{27}\text{Si}) = 25137.961$ МэВ, $M_{\text{ат}}(^{27}\text{Al}) = 25133.150$ МэВ (массы в энергетических единицах). Решение: Энергия β^+ -распада: $Q = M_{\text{ат}}(A, Z) - M_{\text{ат}}(A, Z-1) - 2m_e$, где $M_{\text{ат}}(A, Z)$ - масса атома исходного ядра и $M_{\text{ат}}(A, Z-1)$ - масса атома ядра продукта. Верхняя граница спектра позитронов равна энергии распада $T_{\text{max}} = Q = 25137.961$ МэВ - 25133.150 МэВ - 2×0.511 МэВ = 3.789 МэВ.
2. Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадется за месяц?

3. Препарат U^{238} массы 1,0 г излучает $1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата.
4. Остановившийся положительный мюон распался на позитрон и два нейтрино. Найти максимально возможную кинетическую энергию позитрона.

Примерная тематика докладов

1. Атом Резерфорда–Бора.
2. Волновые свойства частиц.
3. Свойства атомов.
4. Спектры атомов.
5. Ядерные реакции.
6. Элементарные частицы.
7. Формула Дебая.
8. Квантовые числа, приписываемые элементарным частицам.

Описание показателей, критериев и шкалы оценивания компетенций

Критериями оценки компетенций являются:

- Качество решения каждой задачи в контрольных работах и домашних заданиях;
- Общее оформление выполненных работ;
- Соблюдение графика представления выполненных работ;
- Ответы на вопросы по выполненным работам и по программе курса.

Руководитель направления 03.04.02

Директор института физических исследований
и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 1
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Ядра и частицы. Попытки их классификации.
2. Математический формализм изотопического спина.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 2
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Элементарные частицы и фундаментальные частицы. Семейства лептонов и кварков.
2. Зарядовые функции системы из двух нуклонов.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 3
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Общая характеристика 4-х типов взаимодействия элементарных частиц.
2. Изотопический спин в теории поля. Группы $SU(2)$ и $SU(3)$.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 4
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Основные свойства сильного (ядерного) взаимодействия.
2. Слабые взаимодействия. Основные свойства.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 5
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Методы изучения ядерных сил.
2. Теория Ферми слабого взаимодействия.

Лектор Н.В. Самсоненко
Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 6
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

- 1 Квантовая проблема 2-х тел.
- 2 Общее описание процессов β -распада. S, V, T, A, P - варианты взаимодействия.

Лектор Н.В. Самсоненко
Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 7
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Дейтрон в приближении центрального поля.
2. Разрешенные и запрещенные переходы.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 8
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Проблема дейтрона с учетом нецентрального характера ядерных сил.
2. Правила отбора Ферми и Гамова-Теллера.

Лектор Н.В. Самсоненко

Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 9
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Магнитный дипольный и электрический квадрупольный моменты дейтрона.
2. Теория β -распада с учетом несохранения четности.

Лектор Н.В. Самсоненко
Директор ИФИТ О.Т. Лоза

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)
Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий**

БИЛЕТ № 10
по дисциплине «**Теория атомного ядра**»
направление 03.04.02 «**Физика**»
специализация «**Фундаментальная и прикладная физика**»

1. Зарядовая симметрия и зарядовая независимость сильных взаимодействий.
2. γ_5 - инвариантность и масса нейтрино.

Лектор Н.В. Самсоненко
Директор ИФИТ О.Т. Лоза

Руководитель направления 03.04.02

**Директор института физических исследований
и технологий, д.ф.-м.н., профессор**

О.Т. Лоза