


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от «16» июня 2020 г. протокол №11

Председатель _____ А.Ш. Хусаинов/
(подпись)
«16» июня 2020г..



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Ядерная физика
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра Физического материаловедения
Курс	3

Специальность (направление) **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**
(бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Физическое материаловедение**

Форма обучения: **очная**

(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2020 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №1 от 31 августа 2020 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.

Сведения о разработчиках:


ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Калашников Е.Г.	ФМ	Доцент, к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ФМ

/В.Н. Голованов/

13 июня 2019 г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		


**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины «Ядерная физика»**

Направление (специальность): **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**
(бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Физическое материаловедение**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Добавление в раздел 13 абзаца следующего содержания: «В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.»	Голованов В.Н.		31.08.20

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: является формирование представлений о явлениях микромира и современной физической теории этих явлений:

Задачи освоения дисциплины:

- Формирование системы знаний о квантовой теории атома, понимание и прогнозирование поведения атомов во внешних полях, молекулах и твердых телах;
- Получение представлений о принципах определения спектра энергии атомов и одноэлектронных волновых функций стационарных состояний, определения пространственного распределения в атомах, вычисления наблюдаемых и средних значений некоторых физических величин, характеризующих состояния атомов и атомных частиц;
- формирование определенных навыков экспериментальной работы: выдвижения гипотезы, построения упрощенных моделей сложных процессов, обработки и анализа опытных данных, способов оценки численных значений физических величин и их погрешностей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП, ОПОП:

Дисциплина относится к базовой части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из основополагающих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Она охватывает широкий круг проблем и лежит в основе почти всех дисциплин инженерного направления подготовки специалистов.

Дисциплина читается в 6 семестре 3 курса и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения курса физики и математики в средней школе.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:


- знание базовых понятий и определений общей физики, полученных в ходе изучения школьного курса физики;
- умение читать учебно-научную литературу;
- способность использовать математический аппарат для решения физических задач;
- умение применять получаемые навыки для решения практических задач в рамках лабораторного практикума;
- умение анализировать результаты эксперимента и проводить необходимые математические вычисления.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Квантовая теория. Квантовая теория конденсированного состояния
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические свойства твердых тел

а также для прохождения учебных и производственных практик, проектной деятельности и научно-исследовательской работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности	<p>Знать: основные принципы и законы физики, их математическое выражение; границы применимости физических моделей и гипотез; основные физические явления, методы их наблюдения и экспериментального исследования; основные методы измерения физических величин, простейшие методы обработки результатов эксперимента и основные физические приборы.</p> <p>Уметь: применять знания физики в области материаловедения и технологии материалов; правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели; учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения; анализировать результаты эксперимента и делать правильные выводы; оценивать точность окончательного результата; вести запись измерений и расчетов аккуратно, ясно и кратко; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа.</p> <p>Владеть: методами физического анализа в области материаловедения и технологии материалов; методами экспериментального исследования в физике (планирование, постановка и обработка эксперимента).</p>
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>Знать: основные законы и явления микромира.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания в практической деятельности.</p> <p>Владеть: методами и приборами измерения физических величин, анализа оптических спектров атомов и двухатомных молекул.</p>

4.ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) -53Е

4.2. по видам учебной работы (в часах)


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения–очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		6	1-5, 7-8
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем	96	96	–
Аудиторные занятия:			–
Лекции	32	32	–
практические и семинарские занятия	32	32	–

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

лабораторные работы (лабораторный практикум)	32	32	—
Самостоятельная работа	48	48	—
Текущий контроль (количество и вид: контр. работа, коллоквиум, реферат)	Ответы на вопросы при защите лабораторных работ, контр. работы	Ответы на вопросы при защите лабораторных работ, контр. работы	—
Курсовая работа	—	—	—
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен (36)	—
Всего часов по дисциплине	180	180	—

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:
Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Раздел 1. Основные характеристики атомных ядер</i>							
1. Размеры массы и заряды ядер.	9	2	4			5	
2. Удельная энергия ядер.	8	2	2			5	
3. Спин, магнитный и квадрупольный моменты, чётность.	8	2	2			5	
<i>Раздел 2. Радиоактивность</i>							
4. Закон радиоактивного распада.	14	2	4	8		6	
5. Альфа, бета, гамма распады	12	2	2	8		5	

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

Раздел 3. Ядерные реакции

6. Энергии р-ии	9	2	4			5	
7. Сечение р-и	9	2	4			5	

Раздел 4. Ядерные силы и модели атомных ядер

8. Яд. силы	7,5	2	1			5	
9. Модели я.р.	7,5	2	1			5	

Раздел 5. Деление и синтез ядер

10. Деление	9,5	2	1			7	
11. Синтез	9,5	2	1			7	

Раздел 6. Элементарные частицы

12. Систематика эл-х частиц	17	10	4			5	
-----------------------------	----	----	---	--	--	---	--

Раздел 7. Радиационные воздействия ядерных частиц

13. Дозы, пробеги частиц	11	2		4		5	
--------------------------	----	---	--	---	--	---	--

Раздел 8. Детекторы ядерных излучений

14. Детекторы	9			4		5	
---------------	---	--	--	---	--	---	--

Раздел 9. Ускорители заряженных частиц

15. Циклотрон, БАК.	9	2	2			5	
Экзамен	36						
Итого:	180	32	32	32		48	

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Основные характеристики атомных ядер.

1.1. Опыты Резерфорда. Сечение упругого рассеяния альфа-частиц. Формула Резерфорда. Размеры ядер.

1.2. Состав ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы, изобары.


1.3. Заряды ядер. Опыты Чедвика по определению заряда ядра. Размеры ядер. Методы определения размеров ядра.

1.4. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи и ее зависимость от атомного номера. Магические ядра. Стабильные и радиоактивные ядра.

1.5. Спин и магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное соотношение. Методы определения спина ядра. Сверхтонкая структура уровней энергии атомов. Измерение магнитного момента ядер методом ЯМР.

1.6. Электрический квадрупольный момент ядра. Форма ядер.

1.7. Четность состояний. Закон сохранения четности.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

Раздел 2. Радиоактивность.

2.1. Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивности. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность. Единицы измерения активности. Среднее время жизни ядра.

2.2. Альфа-распад. Спектры альфа-частиц. Свойства альфа-распада. Теория альфа-распада. Туннельный эффект. Размеры ядра.

2.3. Бета-распад ядер. Виды бета-распада. Условия электронного, позитронного превращений и К-захвата. Характер бета-спектра. Гипотеза нейтрино. Слабое взаимодействие. Несохранение четности при бета-распаде. СР-инвариантность. Законы сохранения и правила отбора в бета-распаде.

2.4. Гамма-излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Правила отбора и понятие о мультипольности излучения. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия электронов. Эффект Мессбауэра и его применение.

Раздел 3. Ядерные реакции.

3.1. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения. Энергии реакции. Эндотермические и экзотермические реакции. Порог реакций.

3.2. Механизмы реакции. Прямые ядерные реакции. Составное ядро. Энергетическая диаграмма реакций, протекающих через составное ядро. Порог реакции.

3.3. Сечение реакции. Функция возбуждения реакции. Уровни составного ядра. Резонансные реакции. Формула Брейта-Вигнера.

3.4. Реакции под действием альфа-частиц, протонов, дейтронов, нейтронов. Фотоядерные реакции. Особенности реакции под действием легких ионов.

3.5. Получение трансурановых элементов.

Раздел 4. Ядерные силы и модели атомных ядер.

4.1. Виды взаимодействия в природе. Основные характеристики ядерных сил. Принцип изотопической инвариантности ядерных сил. Изотопический спин. Мезонная теория ядерных сил. Мю-мезоны. Пи-мезоны.

4.2. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Модель ядерных оболочек. Коллективные свойства ядер.

Раздел 5. Деление и синтез ядер.


5.1. Общее описание процесса деления. Деление ядер под действием нейтронов. Нейтроны деления. Цепная реакция деления. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса. Отражатели нейтронов. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах.

5.2. Роль замедлителей. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Гетерогенные реакторы. Управление реактором. Роль запаздывающих нейтронов. Ядерная энергетика.

5.3. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции. Ядерные реакции на звездах. Термоядерная бомба. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

Раздел 6. Элементарные частицы.

6.1. Основные характеристики элементарных частиц. Собственная масса. Электрический заряд. Магнитный момент. Спин. Время жизни. Барионный заряд. Сохранение электрического и барионного заряда. Античастицы. Изотопический спин. Сохранение изотопического спина и его проекции. Странность. Сохранение

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

странности.

6.2 Механизмы взаимодействия элементарных частиц. Виртуальные частицы.

6.3. Электромагнитные взаимодействия. Испускание и поглощение фотонов. Упругое рассеяние электронов.

6.4. Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Мультиплеты и супермультиплеты. Кварки и глюоны. Кварковая модель адронов. Новые квантовые числа элементарных частиц. Цвет, очарование и истина.

6.5. Слабые взаимодействия. Мю-мезоны и тау-мезоны. Калибровочные бозоны. Нейтроно и антинейтрино. Спиральность. Лептонный заряд. Сохранение лептонных зарядов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.

6.6. Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Зависимость констант взаимодействия от переданного импульса. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий.

Раздел 7. Радиационные воздействия ядерных частиц

7.1. Единицы измерения излучений и их воздействий на вещество. Активность. Поток. Поглощенная доза. Эквивалентная доза.

7.2. Взаимодействие ионов с веществом. Неупругое (электронное) взаимодействие. Формула Бете-Блоха. Упругое (ядерное) взаимодействие. Радиационные дефекты. Пробеги ионов в веществе. Взаимодействие электронов с веществом.

7.3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

Раздел 8. Детекторы ядерных излучений

8.1. Основные характеристики детекторов. Трековые детекторы. Камера Вильсона, пузырьковая и искровая камеры.

8.2. Газонаполненные детекторы. Ионизационная камера. Пропорциональный счетчик. Счетчик Гейгера.

8.3. Твердотельные детекторы. Сцинтилляционный детектор гамма-излучений. Полупроводниковые детекторы частиц.

Раздел 9. Ускорители заряженных частиц.

9.1. Электростатический ускоритель ионов.

9.2. Циклические ускорители протонов. Циклотрон. Фазотрон. Синхротрон и синхрофазотрон.

9.3. Циклические ускорители электронов. Бетатрон. Микротрон.

9.4. Линейные ускорители.

9.5. Ускорители на встречных пучках.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Рассеяние частиц на ядрах. Формула Резерфорда.

2. Закон радиоактивного распада. Активность.


3. Альфа-распад.

4. β^- и β^+ -распады. К-захват.

5. Гамма-излучение ядер.

6. Ядерные реакции.

7. Активация образцов под действием нейтронов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

8. Деление ядер под действием нейтронов.
9. Термоядерный синтез.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Работа 1. ИОНИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЯДЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. СНЯТИЕ РАБОЧЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА

Цель работы: Изучение процессов, происходящих в газе под действием ионизирующего излучения в присутствии постоянного электрического поля; принципов действия газонаполненных счетчиков частиц; снятие рабочей (счетной) характеристики счетчика Гейгера-Мюллера.

Оборудование: 1. Блок детектирования БЛБДБ2-02; 2. Прибор счетный ПС02-5; 3. Источник высоковольтный БНВ-30-01; 4. Источник низковольтный 591-89; 5. Источник бета-излучения.

Работа 2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ЧАСТИЦ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ПРИБОРОМ

Цель работы: Ознакомление с простыми математическими методами обработки результатов измерений, исследование статистического распределения числа импульсов от счетчика Гейгера-Мюллера.

Оборудование: 1. Блок детектирования БЛБДБ2-02; 2. Прибор счетный ПС02-5; 3. Источник высоковольтный БНВ-30-01; 4. Источник низковольтный 591-89; 5. Источник бета-излучения.

Работа 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПРОБЕГОВ АЛЬФА-ЧАСТИЦ В ВЕЩЕСТВЕ

Цель работы: Ознакомление с процессами взаимодействия заряженных частиц с веществом; измерение пробегов альфа-частиц в воздухе.

Приборы и принадлежности: 1. Блок детектирования типа БДБС3-1еМ с детектором альфа-излучения; 2. Блок высокого напряжения БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-5. 3. альфа-источник.

Работа 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ БЕТА-СПЕКТРА


Цель работы: Ознакомление с теорией и основными характеристиками бета-распада и бета-источников; исследование поглощения электронов в различных материалах путем измерения зависимости интенсивности потока электронов от толщины поглотителей; определение по кривой поглощения максимальной энергии электронов бета-распада.

Приборы и принадлежности: 1. Сцинтилляционный измерительный зонд 72013; 2. Радиометр Robotron 20046; 3. Набор поглотителей из Al различной толщины; 4. Радиоактивный препарат $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$.

Работа 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГАММА-КВАНТОВ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ

Цель работы: Ознакомление с процессами взаимодействия гамма-квантов с веществом. Экспериментальное исследование процесса ослабления интенсивности пучка гамма-квантов после прохождения через поглотители различного состава и толщины. Определение энергии монохроматического гамма-излучения по коэффициенту поглощения в Al, Cu, Pb.

Приборы и принадлежности: 1. Блок детектирования типа БДБС3-1еМ со сцинтил-

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

ляционным счетчиком гамма-излучения; 2. Радиометр «Robotron 20046»; 3. Свин-цовый блок – коллиматор; 4. Набор поглотителей из Al, Cu и Pb различной толщины; 5. Источник гамма-излучения.

Работа 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ БЕТА-ПРЕПАРАТА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПОЛУРАСПАДА ДОЛГОЖИВУЩЕГО ИЗОТОПА

Цель работы: Ознакомление с явлением радиоактивности, типами распадов и законом радиоактивного распада. Ознакомление с методами измерения активности бета-активных препаратов и периода полураспада. Определение активности бета-источника и периода полураспада изотопа ^{40}K .

Приборы и принадлежности: 1. Бета-радиометр РУБ-01П; 2. Поглотитель из алюминия; 3. Радиоактивный препарат (соль калия KBr).

Работа 7. ДОЗИМЕТРИЯ ЯДЕРНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Цель работы: ознакомление с основными понятиями, определениями и единицами измерения, используемыми в дозиметрии ядерных излучений; ознакомление с дозиметрическими приборами; оценка активности радиоактивного препарата по мощности дозы.

Оборудование: 1. Радиометр-дозиметр МКС-01Р-01; 2. Дозиметр ДРГ-05М; 3. Дозиметр носимый ДКС-0,4; 4. Источник ионизирующего излучения ^{137}Cs или ^{60}Co ; 5. Линейка.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Тексты контрольных работ. Билеты контрольной работы (примеры):

Билет N 4

1. Скорость образования радиоизотопа ^{124}Sb $\lambda = 109$ ядер в секунду. С периодом полураспада $T = 60$ дней он превращается в стабильный изотоп ^{124}Te . Определить, какая масса изотопа ^{124}Te накопится в препарате через $t = 4$ мес. после начала его образования.

2. Считая, что средняя энергия электронов бета-распада ядер ^{206}Tl равна приблизительно $1/3$ энергии распада, оценить среднюю энергию антинейтрино в данном процессе. Масса атома ^{206}Tl равна $205,97608$ а.е.м.

3. Относительная ширина гамма-линии Мессбауэра для Fe равна $3 \cdot 10^{-13}$. На какую высоту от поверхности Земли необходимо поднять источник, чтобы при регистрации на уровне поверхности Земли «красное смещение» линии Мессбауэра превосходила ширину этой линии.

4. Вычислить пороговую кинетическую энергию нейтрона в реакции $^{170}\text{O}(n, \alpha)^{14}\text{C}$.


Билет N 5

1. Радиоизотоп ^{32}P , период полураспада которого $T = 14,3$ суток, образуется в ядерном реакторе со скоростью $\lambda = 2,7 \cdot 10^9$ ядер/с. Через сколько времени его активность станет $A = 7,0 \cdot 10^9$ Бк?

2. Найти кинетическую энергию ядра отдачи при позитронном распаде ядра ^{13}N , если энергия позитрона максимальна.

3. Известно, что резонансное поглощение гамма-квантов с энергией 129 кэВ, испускаемых ядрами ^{191}Ir , практически полностью исчезает при относительной скорости источника и поглотителя, равной 2 см/с. Оценить ширину и время их жизни в этом состоянии.

4. Вычислить пороговую кинетическую энергию альфа-частиц в реакции $^7\text{Li}(\alpha, p)^{10}\text{B}$.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

Билет N 6

1. При изучении бета-распада ^{23}Mg в момент $t=2,0$ с счетчик зарегистрировал N1 бета-частиц, а к моменту $t_2 = 3t_1$ в 2,66 раз больше. Найти среднее время жизни данных ядер.

2. Найти кинетическую энергию протона, возникающего при бета-распаде нейтрона, если энергия электрона максимальна.

3. На какую высоту необходимо поднять источник гамма-квантов с ядрами $^{67}\text{Zn}^*$ чтобы при регистрации на поверхности Земли гравитационное смещение линии превзошло ее ширину? Энергия гамма-квантов 93 КэВ, а среднее время жизни возбужденного состояния $\tau = 14$ мкс.

4. Вычислить пороговую кинетическую энергию нейтрона в реакции $^{12}\text{C}(n, \alpha)^9\text{Be}$.

Билет N 5

1. Радиоизотоп ^{32}P , период полураспада которого $T=14,3$ суток, образуется в ядерном реакторе со скоростью $q=2,7 \cdot 10^9$ ядер/с. Через сколько времени его активность станет $A=7,0 \cdot 10^9$ Бк?

2. Найти кинетическую энергию ядра отдачи при позитронном распаде ядра ^{13}N , если энергия позитрона максимальна.

3. Известно, что резонансное поглощение гамма-квантов с энергией 129 кэВ, испускаемых ядрами ^{191}Ir , практически полностью исчезает при относительной скорости источника и поглотителя, равной 2 см/с. Оценить ширину и время их жизни в этом состоянии.

4. Вычислить пороговую кинетическую энергию альфа-частиц в реакции $^7\text{Li}(\alpha, n)^{10}\text{B}$.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Опыты Резерфорда. Сечение упругого рассеяния альфа-частиц. Формула Резерфорда.

2. Сечения взаимодействия. Размеры ядер. Методы определения размеров ядер.

3. Заряды ядер. Опыты Чедвика по определению заряда ядра. Опыты Мозели.

4. Массы ядер. Методы измерения масс ядер.

5. Открытие нейтронов. Масса нейтрона. Состав ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы, изобары.

6. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи и ее зависимость от атомного номера. Стабильные и радиоактивные ядра.

7. Спин и магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное отношение. Методы определения спина ядра. Сверхтонкая структура уровней энергии атомов.

8. Измерение магнитного момента ядер методом ЯМР.

Электрический квадрупольный момент ядра. Форма ядер.


9. Четность состояний. Закон сохранения четности.

10. Виды радиоактивности. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность. Единицы измерения активности. Среднее время жизни ядра.

11. Альфа-распад. Спектры альфа-частиц. Теория альфа-распада. Туннельный эффект.

12. Бета-распад ядер. Виды бета-распада. Условия электронного и позитронного превращений и К-захвата. Характер бета-спектра. Гипотеза нейтрино. Законы сохранения при бета-распаде.

13. Гамма-излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Правила отбора и понятие о мультипольности излучения. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

электронов.


14. Эффект Мессбауэра и его применение.
15. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения. Энергия реакции. Энергетическая диаграмма реакций, протекающих через составное ядро. Порог реакции.
16. Механизмы реакции. Прямые ядерные реакции и реакции, протекающие через составное ядро. Резонансные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Уровни составного ядра.
17. Реакции под действием альфа-частиц, протонов, дейтронов, нейтронов. Особенности реакций под действием лёгких ионов. Получение трансурановых элементов.
18. Фотоядерные реакции.
19. Реакции под действием нейтронов. Получение трансурановых элементов.
20. Виды взаимодействий в природе. Основные характеристики ядерных сил. Принцип изотопической инвариантности ядерных сил. Изотопический спин.
21. Мезонная теория ядерных сил. Мю-мезоны. Пи-мезоны.
22. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера.
23. Модели ядер. Модель Ферми-газа.
24. Общее описание процесса деления. Деление ядер под действием нейтронов. Нейтроны деления. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса. Отражатели нейтронов.
25. Гомогенные ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Роль замедлителей. Зависимость критической массы от степени обогащения урана. Реакторы на природном уране. Гетерогенные реакторы.
26. Управление реактором. Роль запаздывающих нейтронов. Ядерная энергетика.
27. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции. Ядерные реакции в недрах звёзд. Термоядерная бомба. Проблема управляемого термоядерного синтеза.
28. Элементарные частицы. Основные характеристики элементарных частиц. Типы частиц. Сохранение электрического и барионного заряда.
29. Нейтрино и антинейтрино. Спиральность. Лептонный заряд. Сохранение лептонных зарядов.
30. Изотопическая инвариантность. Мультиплеты. Формула Гелл-Манна-Нишиджиммы. Сохранение изотопического спина и его проекции. Странность. Сохранение странности. Супермультиплеты.
31. Кварковая модель адронов. Цвет, очарование и истина.
32. Циклические ускорители протонов. Циклотрон. Фазотрон. Синхротрон и синхрофазотрон.
33. Циклические ускорители электронов. Бетатрон. Микротрон.
34. Линейные ускорители.
35. Ускорители на встречных пучках.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад,	Объем в часах	Форма контроля (проверка
-------------------------	--	---------------------	--------------------------------

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

	<i>контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)</i>		<i>решения задач, реферата и др.)</i>
1. Размеры массы и заряды ядер.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
2. Удельная энергия ядер.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
3. Спин, магнитный и квадрупольный моменты, чётность.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
4. Закон радиоактивного распада.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
5. Альфа, бета, гамма распады	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
6. Энергии p-ии	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 		отчётов по лабораторным
7. Сечение р-и	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
8. Яд. силы	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
9. Модели я.р.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
10. Деление	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
11. Синтез	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
12. Систематика эл-х частиц	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
13. Дозы, пробеги частиц	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к сдаче экзамена 		
14. Детекторы	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
15. Циклотрон, БАК.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


а) Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика : учебное пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - ISBN 978-5-9221-0645-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html>
2. Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Никеров. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-4820-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/432881>

Дополнительная:

1. Задачи по общей физике : учеб. пособие для вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 7-е изд., стер. - Москва : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2007. - 431 с
2. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 265 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/431054>
3. Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения : учебное пособие для прикладного бакалавриата / В. В. Горлач. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 301 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08109-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/442271>
4. Калашников Е.Г. Физика атомов и молекул. УлГУ, 2000. – 79с.
5. Калашников Е.Г. Физика атомных явлений. УлГУ, 2000. – 63с.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

Учебно-методическая:

1. Ядерная физика : методические указания к работам практикума по ядерной физике для обучающихся по направлениям бакалавриата: 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.02 "Наноинженерия", 03.03.03 "Радиофизика" / Е. Г. Калашников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,87 МБ). - Текст : электронный. –Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6362>
2. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика» : для направлений бакалавриата всех форм обучения / Д. А. Богданова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. –Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5782>

Согласовано:


И. Библиотечник ООП / *Тамасев А-И* / *А.У.* /
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись

б) Программное обеспечение:

- МойОфис Стандартный
- ОС Альт Рабочая станция 8

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. **Электронно-библиотечные системы:**
 - 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
 - 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
 - 1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.
 - 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
 - 1.5. **Znanium.com**[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.
2. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.
3. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.
4. **Федеральные информационно-образовательные порталы:**
 - 4.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

4.2. Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>.

5. Образовательные ресурсы УлГУ:

5.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>.

5.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>.

Согласовано:

зам. нач. УИТиТ | *Ключкова АВ* | *[Подпись]*
 Должность сотрудника УИТиТ | ФИО | подпись

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.


Для проведения лабораторных работ имеется следующее оборудование:

Учебно-лабораторное оборудование НТЦ-22.01.3 "Изучение спектра атома водорода". Спектрофотометр СФ-2000. Источник постоянного тока Б5-50. Источник постоянного тока Б5-44А. Источник постоянного тока Б5-45А. Источник постоянного тока Б5-47. Блок питания БП-30, БП-5. Источник постоянного тока Б5-48. Блок высокого напряжения БНВ-30-01. Вольтметр универсальный В7-16А. Вольтметр универсальный В7-21А. Монохроматор МУМ. Монохроматор МУМ-2. Монохроматор МСД-2. Лампа спектральная натриевая ДНаС-18. Тиратрон ТГЗ-0.1/1.3. Источник постоянного тока Б5-50. Источник постоянного тока Б5-44А. Источник постоянного тока Б5-45А. Источник постоянного тока Б5-47. Блок питания БП-30. БП-5. Источник постоянного тока Б5-48. Блок высокого напряжения БНВ-30-01. Вольтметр универсальный В7-16А. Вольтметр универсальный В7-21А. Монохроматор МУМ. Монохроматор МУМ-2. Монохроматор МСД-2. Оборудование: дозиметр МКС-01Р-01, дозиметр МКД-2300-01, радиометр РУБ-01П1, радиометр РКС-08П, спектрофотометр атомный адсорбционный, набор ОСГИ, ОСАИ, прибор поисковый (дозиметр) СРП-88Н, набор «Плутон», радиометр 20046. Лампа спектральная натриевая ДНаС-18. Тиратрон ТГЗ-0.1/1.3. Радиометр «ROBOTRON» 20046. Дозиметр МКС-01Р-01. Наборы ОСГИ, ОСАИ.

12. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ВОЗ и инвалидами предусматривает в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных особенностей

Разработчик



доцент, Калашников Евгений Гаврилович