

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от « 24 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 24 » мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

код направления (специальности), полное наименование

Направленность

(профиль/специализация)

Материаловедение

наноструктурированных

композиционных материалов

полное наименование

Форма обучения **очная**

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

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2023 г.**

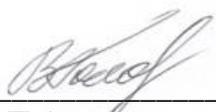
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

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

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

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Калашников Е.Г.	Кафедра физического материаловедения	к.ф.-м.н., доцент кафедры

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой физического материаловедения
 _____ / В.Н. Голованов / Подпись ФИО
« 19 » мая 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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 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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

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
<p style="text-align: center;">ОПК-1</p> <p>Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</p>	<p>Знать: основные понятия и законы ядерной физики, границы их применимости,</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять законы квантовой механики для описания движения микрочастиц: правильно выбирать системы отсчета, решать задачи на собственные значения для простейших случаев одномерного движения, использовать операторы соответствующих динамических переменных и соотношения между ними; - - применять законы и понятия ядерной физики при рассмотрении вопросов, связанных со строением атомных ядер и их моделях, ядерных реакциях и взаимодействиях элементарных частиц; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением решения типовых задач, связанных с экспериментальными основаниями ядерной физики, и задач на собственные значения для простейших случаев движения микрочастиц, - навыками расчета средних значений динамических переменных, а также задач, связанных с изучением свойств и моделей атомных ядер, радиоактивным распадом, ядерным синтезом и взаимодействием частиц с веществом.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 5 ЗЕТ

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	7	8
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	68/68	68/68		
Аудиторные занятия:	68/68	68/68		
• Лекции (в т.ч. 0	17/17	17/17		

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ПрП)*				
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	34/34	34/34		
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)*	17/17	17/17		
Самостоятельная работа	76/76	76/76		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы.	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы.		
Курсовая работа	Не предусмотр.	Не предусмотр.		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачёт по лаб практикуму; Экзамен (36/36)	Зачёт по лаб практикуму; Экзамен (36/36)		
Всего часов по дисциплине	180/180	180/180		

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

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, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Раздел 1. Основные характеристики атомных ядер</i>							
1.1. Размеры ядер. Методы определения размеров ядра.	6	2	2			2	Контрольные работы (2), допуск к
1.2. Заряды	4	1	1			2	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ядер. Опыты Чедвика по определению заряда ядра.							выполнено лаб. работы, эк замен
1.3. Методы определения масс ядер. Состав ядра	3	1	1			1	
1.4. Энергия связи и устойчивость ядер.	3	1	1			1	
1.5. Спин и магнитный момент ядра.	2,25	0,25	1			1	
1.6. Электрический квадрупольный момент ядра.	2,5	0,25	0,25			2	
1.7. Четность состояний.	2,25	0,25				2	
<i>Раздел 2. Радиоактивность.</i>							
2.1. Виды радиоактивности. Закон радиоактивного распада	12	2	2	6		2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, эк замен
2.2. Альфа-распад ядер.	12	1	1	8		2	
2.3. Бета-распад ядер.	10	1	1	6		2	
2.4. Гамма-излучение ядер. Эффект Мессбауэра	14	1,25	1,75	8		4	
<i>Раздел 3. Ядерные реакции.</i>							
3.1. Законы сохранения. Энергии реакции.	5	1	2			2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, эк замен
3.2. Механизмы реакции.	3	1				2	
3.3. Сечение реакции.	3	1				2	
3.4. Реакции под действием протонов и др. частиц.	4	1				4	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3.5.Получение трансурановых элементов.	3	1				2	
--	---	---	--	--	--	---	--

Раздел 4. Ядерные силы и модели атомных ядер.

4.1.Изотопический спин. Мезонная теория ядерных сил.	3	1				2	Контроль ные работы (2), допуск к выполнен ию лаб. работы,эк замен
4.2.Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Модель Ферми-газа.	6	1	1			4	

Раздел 5. Деление и синтез ядер.

5.1.Цепная реакция деления. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса.	6	1	1			4	Контроль ные работы (2), допуск к выполнен ию лаб. работы,эк замен
5.2.Ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Гетерогенные реакторы.	6	1	1			4	
5.3.Синтез легких ядер. Термоядерные реакции.	6	1	1			4	

Раздел 6. Элементарные частицы.

6.1.Основные характеристики элементарных частиц.	5	1	2			2	Контроль ные работы (2), допуск к выполнен ию лаб. работы,эк замен
6.2.Механизмы взаимодействия элементарных частиц.	6	1	1			4	
6.3.Электромагнитные взаимодействия.	3		1			2	
6.4.Сильные взаимодействия.	4	1	1			2	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

вия							
6.5.Слабые взаимодействия	6	1	1				4
6.6.Объединенные взаимодействия.	4	1	1				2

Раздел 7. Радиационные воздействия ядерных частиц

7.1. Единицы измерения излучений	3		1				2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
7.2. Взаимодействие ионов с веществом.	7		1	2			4	
7.3. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.	3		1				2	

Раздел 8. Ускорители заряженных частиц.

8.1. Электростатический ускоритель ионов.	4	1	1				2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
8.2. Циклические ускорители протонов.	6	1	1				4	
8.3. Циклические ускорители электронов.	6	1	1				4	
8.4. Линейные ускорители..	1		1					
8.5. Ускорители на встречных пучках.	6	1	1				4	
Итого:	180	17	34		17		76	36

5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Основные характеристики атомных ядер.

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

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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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.

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 Вайцеккера. 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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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 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 науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

8. Деление ядер под действием нейтронов.

9. Термоядерный синтез.

Задачи берутся из соответствующих разделов сб. задач И.Е. Иродова.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Определение энергии монохроматического гамма-излучения по коэффициенту поглощения в Al, Cu, Pb.

Приборы и принадлежности: 1. Блок детектирования типа БДБСЗ-1eM со сцинтилляционным счетчиком гамма-излучения; 2. Радиометр «Robotron 20046»; 3. Свинцовый 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.

Описание работ и методические рекомендации по их выполнению содержатся в методических пособиях:

1. Е.Г. Калашников. Ядерная физика. УлГУ, 2000. – 98с.

2. К.Н. Андреевский, Е.Г. Калашников. Методы детектирования ионизирующих излучений. УлГУ, 2004. – 83с.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Курсовые работы и рефераты по курсу Физика ядра не предусмотрены.

Контрольные вопросы (к работе 1):

1. Какие элементарные процессы происходят в газе под действием заряженных частиц при наличии электрического поля?
2. Из каких соображений выбирают газ для газовых счетчиков?
3. Как объясняется характер ВАХ газовых счетчиков?
4. Для каких целей применяют ионизационные камеры, пропорциональные и гейгеровские счетчики?
5. Что дает счетная характеристика? Чем определяется величина порогового напряжения?
6. Что такое «мертвое время» счетчика и разрешающая способность?
7. Как восстанавливается чувствительность рабочего объема счетчика?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Контрольные вопросы (к работе 2):

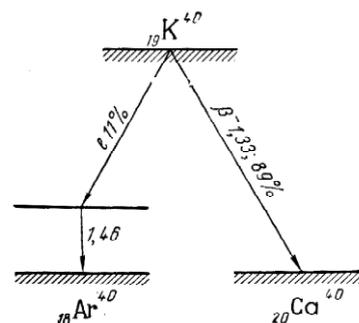
1. Охарактеризуйте биномиальное распределение.
2. В каких ситуациях применимо распределение Пуассона? Какие параметры характеризуют это распределение? Чем определяется среднеквадратичная ошибка этого распределения?
3. Охарактеризуйте нормальное распределение. Какова вероятность попадания значения измеряемой величины в интервал $(m-\sigma, m+\sigma)$?
4. Как определяется доверительный интервал измерений?
5. Что такое коэффициент надежности?
6. Чем определяется уровень значимости?

Контрольные вопросы (к работе 3):

1. На какое расстояние приблизится α -частица с кинетической энергией 4 МэВ к ядру при лобовом соударении?
2. Как выводится формула Бете-Блоха?
3. Чем определяется разброс энергетических потерь ионов в веществе?
4. Чем определяется величина пробега α -частицы в веществе? Что такое средний и экстраполированный пробег?
5. В чем особенность понятия массового пробега?

Контрольные вопросы и задачи (к работе 4):

1. Вычислите верхнюю границу β -спектра распада $^{137}_{55}\text{Cs}$, учитывая, что дочернее ядро $^{137}_{56}\text{Ba}$ образуется в возбужденном состоянии и энергия излучаемых им γ -квантов равна 0,67 МэВ.
2. Электрон с энергией 1 МэВ имеет в алюминии пробег 1,5мм. Оценить его пробеги в воздухе, воде и свинце.
3. Найти верхнюю границу возраста Земли, исходя из предположения, что весь присутствующий на Земле аргон произошел из калия путем e -захвата (см. схему распада калия-40). В настоящее время на 300 атомов аргона приходится один атом калия.
4. Определить энергию отдачи ядра лития, образующегося в основном состоянии в результате e -захвата из ядра ^7_4Be .



Контрольные вопросы и задачи (к работе 5):

1. После β -распада $^{60}_{27}\text{Co}$ испускаются два каскадных γ -кванта с энергиями 1,17 и 1,33 МэВ. Определите соотношение интенсивностей этих γ -квантов после прохождения слоя свинца толщиной 5 см.
2. Пучок монохроматических γ -квантов, проходя через слой свинца толщиной 5 см, ослабляется в 20 раз. Найдите толщину слоев: а) алюминия, б) меди, дающую такое же ослабление интенсивности γ -излучения.
3. Массовый коэффициент поглощения фотонов с энергией 50 кэВ в свинце равен $8 \text{ см}^2/\text{г}$. Сечение комптоновского рассеяния фотонов этой энергии на электроне $6,4 \cdot 10^{-25}$

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

см². Найдите сечение фотоэлектрического поглощения.

4. Линейный коэффициент ослабления γ -излучения с энергией 0,5 МэВ в свинце 1,65 см⁻¹, в алюминии – 0.223 см⁻¹. Найдите эффективное сечение фотоэлектрического поглощения в свинце.

Контрольные вопросы (к работе 6):

1. Охарактеризуйте известные Вам виды радиоактивности.
2. Расскажите о законе радиоактивного распада.
3. Что такое активность и удельная активность?
4. В чем смысл поправок: на разрешающее время счетчика; на телесный угол; на фон; на самопоглощение в препарате?
5. Как обеспечить заданную статистическую погрешность измерений?
6. Как определить удельную активность радиоизотопа, если измерена активность препарата?
7. Как определить период полураспада радиоизотопа, если измерена активность препарата.
8. Вычислите активность тела человека массой 70 кг, если известно, что массовая доля природного калия в организме человека составляет 0,002.

Контрольные вопросы (к работе 7):

1. Каковы механизмы передачи энергии веществу от потока заряженных частиц; от потока γ -квантов?
2. Что такое активность источника ИИ, плотность потока и интенсивность излучения?
3. Дайте определения экспозиционной, поглощенной, эквивалентной и эффективной доз и единиц их измерения.

Тексты контрольных работ. Билеты контрольной работы (примеры):

Билет N 4

1. Скорость образования радиоизотопа ^{124}Sb $q = 10^9$ 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 $^{170}(n, \alpha)^{14}\text{C}$.

Билет N 5

1. Радиоизотоп ^{32}P , период полураспада которого $T = 14,3$ суток, образуется в ядерном реакторе со скоростью $q = 2,7 \cdot 10^9$ 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

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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 $^7\text{Li}(\alpha, n)^{10}\text{B}$.

Билет N 6

1. При изучении бета-распада ^{23}Mg в момент $t=2,0$ с счетчик зарегистрировал N_1 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 $^7\text{Li}(\alpha, n)^{10}\text{B}$.

9. 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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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 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 лёгких 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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

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 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица.

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
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 распада	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно- 	3	проверка решения задач, устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	методического и информационного обеспечения дисциплины <ul style="list-style-type: none"> Решение задач Подготовка к лабораторным работам Подготовка к сдаче экзамена 		экзамен, проверка отчётов по лабораторным
6. Энергии 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
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 	3	проверка решения задач, устный опрос, экзамен

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	<ul style="list-style-type: none"> Решение задач Подготовка к сдаче экзамена 		
13. Дозы, пробеги 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
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

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная литература

- Сивухин Д.В., Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - ISBN 978-5-9221-0645-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html>
- Калашников Евгений Гаврилович. Ядерная физика твердого тела : учеб. пособие / Калашников Евгений Гаврилович, Э. Т. Шипатов. - Ульяновск : УлГУ, 2000. - 505 с. : ил. - ISBN 5-88866-072-8
- Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики : учебник для вузов : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев Игорь Владимирович. - Москва : Наука, 1989. - 301 с. : ил. - ISBN 5-02-014432-0

дополнительная литература

- Иродов, Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : учеб. пособие для вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 7-е изд., стер. - Москва : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2007. - 431 с.
- Козлов В.Ф., Курс общей физики в задачах. [Электронный ресурс] / Козлов В.Ф., Маношкин Ю. В., Миллер А.Б., Петров Ю. В., Ромишевский Е.А., Стасенко А.Л. - М. :

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»: электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование: федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / _____
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата

12.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

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 инфромационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

13.СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

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 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 ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



подпись

доцент кафедры ФМ, к.ф.-м.н. Е.Г.Калашников

должность ФИО