



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Кафедра физической электроники физического факультета
Образовательная программа
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки
Микроэлектроника и твердотельная электроника

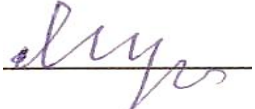
Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

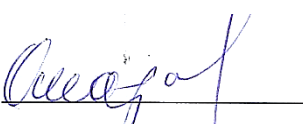
Статус дисциплины: блок 1, вариативная обязательная часть
образовательной программы

Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **11.03.04.** «Электроника и наноэлектроника» уровень высшего образования бакалавриат. Приказ министерства образования и науки РФ от 07.08.2014 г. № 937).

Разработчик: кафедра физической электроники, Мутаева Г.И., к.ф.-м.н.,
доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «22» марта 2017г., протокол № 8

Зав.кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017 г.

Начальник УМУ  А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в вариативную обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 11.03.04. «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессами, происходящими в наномире: в мире атома и ядра, а также показывает тот переворот, который произвела квантовая теория в развитии физики наших дней. Бакалавры знакомятся с основными представлениями, которые привели к созданию квантовой механики – механики мира атомов и ядра.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: Лекции 32 часа, лабораторные 34 часа и самостоятельная работа 42 часа в том числе 36 часов на экзамен.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: устный опрос для контроля текущей успеваемости, письменная работа с последующей её защитой в группе для промежуточной аттестации и экзамен для итоговой аттестации. Объем дисциплины 4 з.е.(144 часа): аудиторных 66 часов, самостоятельная работа 42 часа, 36 часов на экзамен.

1. Цели освоения дисциплины:

Рассмотрение явлений, в которых наиболее просто и очевидно проявляются фундаментальные квантово– механические закономерности, позволяющие сформулировать квантово-механические понятия и соответствующую модель этой области явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» читается в 5-ом семестре и предназначена для специалистов, обучающихся по направлению 11.03.04. «Электроника и наноэлектроника». Курс представлен объемом 32 часа лекционных занятий, 34 часа лабораторных занятий и 42 часа самостоятельной работы 36 часов на экзамен. На лекционных занятиях, проводимых с периодичностью 2 часа в неделю, студенты получают основы теоретических знаний о явлениях, происходящих в мире атомных и ядерных размеров.

На лабораторных занятиях знакомятся с назначением атомного практикума в общей системе профессиональной подготовки, узнают о необходимости его для овладения знаниями о наномире. У студентов формируется живой интерес к предмету. Они знакомятся с началом систематизации первоначальных сведений о классификации атомных спектров и о первоначальной теории скачков Бора и о возникновении последовательной квантовой механики.

Для освоения данной дисциплины необходимо знание законов классических распределений, законов излучения и поглощения, теории электромагнитных явлений Максвелла. Знания, приобретённые при изучении дисциплины «Атомная и ядерная физика» помогут в будущем понять содержание релятивистской квантовой механики Дирака.

3. Компетенции бакалавра, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника **обще профессиональных**:

1) способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математики и естественных наук (ОПК-1).

2) способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

общекультурных:

1) способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

2) способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6);

Профессиональных:

1) способность демонстрировать знание основ учения о физической картине мира (ПК-5);

2) способность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке и анализа информации (ПК-6).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математики и естественных наук	Знать; основные положения и законы физики на современном уровне развития физической науки. Уметь: применять фундаментальные законы физики для получения новых знаний. Владеть: современными компьютерными

		технологиями и программами.
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать: состояние изучаемой проблемы на современном уровне развития физической науки. Уметь: использовать законы классической физики для перехода к новым подходам изучения микромира. Владеть: глубокими знаниями о фундаментальных физических теориях и соответствующим математическим аппаратом.
ОК-1	способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	Знать: общепризнанные принципы научного познания: принцип неопределенности, дополненности, соответствия. Уметь: применить эти принципы для объяснения поведения частиц в микромире. Владеть: способностью связывать новые знания с достижениями прошлого, что является одним из основных методологических принципов современной науки.
ПК-6	Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	Знать: правила общежития в обществе и в научном мире. Уметь: уважать чужое мнение, извлекая из него всё положительное и

		ценное. Владеть: культурой терпимости к социальным и культурным различиям
ПК-3	готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчётов, рефератов, эссе, презентаций	Знать: современные методы проведения экспериментальных исследований. Уметь: анализировать и систематизировать результаты исследований. Владеть: способностью представлять полученные знания в виде рефератов, эссе, докладов с применением презентаций, принимать активное участие в диспутах, проводимых на занятиях.

Если бакалавр не справился по заданию ни с одной из предъявленных компетенций - незачёт.

Справился с заданием одной из компетенций - удовл.

Справился с двумя компетенциями - хорошо.

Справился с заданиями всех компетенций - отлично

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 з.е. в том числе и подготовка к экзамену: 6 бакалаврских часов и 42 самостоятельных.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Самостоятельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
-------	---------------------------	---------	-----------------	-----------------	---

				Лекции	Экзамен, консультации	Лабораторные	Самостоятельная работа.	Консультации
Модуль №1 Механические модели атома. Дискретность энергетических состояний атома.								
1	Корпускулярные свойства волн и волновые свойства корпускул.	5		2		0		
2	Волны де Бройля, фазовая и групповая скорости.			2				
3	Атом водорода. Дискретность энергетических уровней, комбинационный принцип термов.			2		6		
4.	Опыты Франка и Герца. Атомные спектры.			2		6		
5.	Механические модели атома (Томсона, Резерфорда, Бора)			2		0		
	Итого за 1 модуль	36		10		12	14	
Модуль №2 Квантово-механические модели атома. Спектры многоэлектронных атомов.								
6	Экспериментальное подтверждение волновых свойств корпускул. Длина волны де Бройля.			2		6		
7.	Волновое уравнение Шредингера, его решение для			2		0		

	частицы в потенциальной яме.							
8.	Необычные свойства волн, соотношения неопределенност ей Гейзенберга.			2		0		
9.	Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа.			2		0		
10	Объяснение периодической системы элементов Менделеева.			2		6		
	Итого за Модуль №2	36		10	-	12	14	
Модуль №3 Физика ядра								
1	Состав и характеристики ядра. Модели атомного ядра.			2		0		
2	Свойства ядерных сил. Закон радиоактивного распада.			2		6		
3	Типы радио- активного.			2		4		
4	Ядерный магнитный резонанс. Эффект Мёссбауэра.			2		0		
5	Ядерные реакции			2				
	Итого за модуль №3	36		12		10	14	
Модуль №4 Подготовка к экзамену								
1.		36			36			
	Всего за семестр	144		32	36	34	42	

4.3. С Содержание курса лекций по темам и разделам

Наименование тем и содержание лекций	Объем в часах
Раздел 1. Атомная физика	
Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм материи.	2
Тема 2. Модель Томсона. Резерфордовская модель атома.	2
Тема 3. Теория скачков Бора.	2
Тема 4. Дискретность атомных состояний. Идея опытов Франка и Герца. Интерпретация результатов опыта.	2
Тема 5. Атомные спектры. Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Комбинационный принцип Ритца и правила переходов.	2
Тема 6. Стационарное уравнение Шредингера и его решение для частицы в одномерной яме.	2
Тема 7. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.	2
Тема 8. Атом водорода и водородоподобные атомы. Понятие о квантовых числах.	2
Тема 9. Атомы щелочных элементов. Собственные значения энергии, правила отбора. Резонансная серия, главная серия и диффузная серия.	2
Тема 10. Многоэлектронные атомы. Спектр атома гелия.	2
Всего	20
Раздел 2. Физика ядра	
Тема 1. Ядро, нейтрон, энергия связи ядра, радиус, состав и характеристика атомного ядра. Спин ядра. Масса и энергия связи ядра.	2
Тема 2. Модели атомного ядра. Капельная и оболочечная модели. Ядерный резонанс. Эффект Мессбауэра.	2
Тема 3. Ядерные силы. Свойства ядерных сил. Понятие виртуальных частиц.	2
Тема 4. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада.	2
Тема 5. Виды радиоактивного распада. Альфа – распад, бета-распад. Деление ядер.	2
Тема 6. Радиоактивные ряды. Семейство урана, семейство тория, семейство актиния, семейство нептуния. Ядерные реакции.	2
Всего за	12
Всего за семестр	32

5. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, электронная лекция, демонстрация, сопровождаемая беседой, научно-исследовательское задание при выполнении лабораторной работы, выполнение реферативной работы с использованием ИТ. Проведение на заключительных занятиях выступлений, диспутов по отчету о выполненной лабораторной работе.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В распоряжении бакалавров имеются:

1. Учебно-методическое пособие, опубликованное в 2013г. и его электронный вариант размещён на электронной платформе Moodle.
2. На этой же электронной платформе размещены и лекции по атомной и ядерной физике.
3. При допуске к выполнению лабораторной работы каждому студенту предлагаются «карточки задания», содержащие задания основного, среднего и высокого уровней.
4. Учебное пособие «Тестовые задания по физике», опубликованное 2009 году в издательстве ДГУ Мутаевой Г.И. и Эфендиевым А.З.
5. ЭБТЗ по «физике атома и ядра» по направлению 210100.62 (тесты в количестве 517 заданий), изданные в 2010г.

Справочные данные, необходимые при изучении курса «Физика атома и ядра»

Постоянная Планка	$\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Элементарный заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Ридберга	$R = 1,0973731 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Первый борковский радиус	$r_1 = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Энергия связи электрона в атоме водорода	13,6 эВ
Комптоновская длина волны	$\lambda_K = 0,024 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Классический радиус электрона	$r_e = \frac{e^2}{m_e c^2} = 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ м}$
Сечение томсоновского рассеяния	$\sigma_T = \frac{8\pi}{3} r_e^2 = 6,65 \cdot 10^{-29} \text{ м}^2$
Постоянная тонкой структуры	$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = 1/137$
Ионизационный потенциал атом водорода	$u_i = 13,6 \text{ эВ}$
Магнетон Бора	$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e c} = 0,927 \cdot 10^{-20} \text{ эрг/э}$
Ядерный магнетон	$\mu_n = \frac{e\hbar}{2m_p c} = 5,05 \cdot 10^{-24} \text{ эрг/э}$
Единица массы, (1/12 массы атома C^{12})	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг ил 931,44 МэВ
Масса электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Масса протона	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007 \text{ а.е.м.}$
Масса нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$
Масса альфа-частицы	$m_\alpha = 6,644 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 4,0015 \text{ а.е.м.}$
Масса атома водорода	= 1,0078 а.е.м.
Масса атома дейтерия	= 2,014 а.е.м.
Масса атома трития	= 3,016 а.е.м.
Масса изотопа гелия He_2^3	= 3,016 а.е.м.
Масса изотопа гелия He_3^4	= 4,0026 а.е.м.
Масса изотоп лития Li_3^6	= 6,01513 а.е.м.

Масса изотопа лития Li_3^7 -----	7,01601 а.е.м.
Энергия связи атома H_1^2 -----	2,2 МэВ
Энергия связи атома H_1^3 -----	8,5 МэВ
Удельная энергия связи He_2^4 -----	7,07 МэВ
Удельная энергия связи U_{92}^{232} -----	7,55 МэВ

Задания для самостоятельной работы студентам

1. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства электрона. (Эксперименты Вульфа - Бреггов, Штерна, Сушкина, Бибермана и др.)	Выступление с докладом на студенческом семинаре «Электрон», функционирующем на кафедре физической электроники.
2. Биография и творческий путь Луи де Бройля.	Выступление с докладом на студенческом семинаре «Электрон», функционирующем на кафедре физической электроники.
3. Атомные спектры, спектры сложных атомов. Правила переходов для многоэлектронных атомов. Формула Ридберга.	Проработка программного материала, дополнительной литературы и работа с тестами.
4. Положения, на которых основано объяснение периодической системы элементов таблицы Менделеева.	Проработка программного материала, дополнительной литературы и работа с тестами.
5. Интерпретация опыта Рамзауэра, приведшего к гипотезе Луи де Бройля.	Проработка ранее изученного материала и дополнительной литературы
6. Радиоактивные ряды и семейства. Уравнение векового равновесия.	Проработка материала лекций, дополнительной литературы и работа с тестами.
7. Интерпретация автоэлектронной эмиссии с применением туннельного эффекта.	Проработка материала лекций и работа с тестами.

Для самостоятельной работы студентов по атомной и ядерной физике на кафедре физической электроники предусмотрен консультационный день. На кафедре имеются также учебные пособия, выпущенные преподавателями и указанные в пункте «Литература» в достаточном количестве.

Задачи к экзамену.

1. Какой должна быть длина волны монохроматического излучения, падающего на поверхность железа, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна $5,0 \cdot 10^3$ м/с? Работа выхода равна 4,31 эВ.
2. Доказать, что свободный электрон не может поглотить фотон.

3. Энергия рентгеновских лучей равна 0,10 МэВ. Угол рассеяния фотона на свободном электроны равен 90° . Найти изменение энергии фотона.
4. Найти длину волны де Бройля электрона, ускоренного в электрическом поле при разности потенциалов 100 В.
5. Найти номер и радиус боровской орбиты атома водорода, на которой скорость электрона равна 734 км/с.
6. Вычислить длину волны, соответствующую первой линии серии Бальмера иона лития Li^{++} .
7. Найти энергию ионизации иона гелия He^+ (ион становится «голым» ядром).
8. Перечислить значения квантовых чисел каждого электрона в основном состоянии атома фтора ($Z = 9$).
9. Имеются два металла с концентрацией свободных электронов $1,00 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ и $1,00 \cdot 10^{29} \text{ м}^{-3}$. Эти два металла привели в соприкосновение. Найти контактную разность потенциалов.
10. Вычислить длины волн первых трех спектральных линий серии Бальмера атома водорода.
11. Показать волновому числу какой линии и какой серии соответствует разность волновых чисел 2-й и 1-й линий серии Лаймана.
12. Показать волновому числу какой линии и какой серии соответствует разность волновых чисел 2-й и 1-й линий серии Бальмера.
13. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполнено атомарным водородом. Постоянная решетки равна $5 \cdot 10^4 \text{ см}$. Какому переходу электрона соответствует спектральная линия, наблюдаемая при помощи этой решетки в спектре пятого порядка под углом 41° ?
14. Сколько β -частиц испускает за один час 1,0 мкг ^{24}Na , период полураспада которого равен 15 ч?
15. Найти постоянную распада и среднее время жизни радиоактивного ^{55}Co , если его активность уменьшается на 4% за час.
16. Сколько β -частиц испускает за один час 1,0 мкг ^{24}Na , период полураспада которого равен 15 ч?
17. Чему равно прицельное расстояние в м, если α -частица с кинетической энергией 8 МэВ на ядре золота рассеялась под углом 45 градусов?
18. Во сколько раз уменьшается радиус орбиты электрона в атоме водорода, если при переходе из одного стационарного состояния в другое, если
19. Для определения резонансного потенциала натрия была использована схема опытов Франка и Герца. При какой наименьшей разности потенциалов, выраженной в вольтах, между катодом и сеткой наблюдается спектральная линия, длина волны которой равна 5890 Ангстрем.

20. Вычислить для иона однократно ионизованного атома гелия длину волны резонансной линии в Ангстремах.
21. Вычислить для иона лития резонансный потенциал, выразив его в вольтах.
22. Вычислить для иона лития длину волны резонансной линии в Ангстремах.
23. Вычислить для электрона, находящегося на первой электронной орбите, силу кругового тока в Амперах.
24. Для электрона, находящегося на первой электронной орбите, найти магнитную индукцию, которая возникает в центре круговой орбиты электрона, выразив в Тл.
25. Рентгеновы лучи с длиной волны $\lambda_0 = 0,708 \text{ \AA}$ испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Найти длину волны рентгеновских лучей, рассеянных в направлении $\frac{\pi}{2}$ и π .
26. Какова длина волны рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом 60° длина волны рассеянного излучения оказалась равной $1,54 \cdot 10^{-9} \text{ см}$?
27. В явлении Комптона – эффекта энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен 90° . Найти энергию и импульс рассеянного фотона.
28. Показать с помощью законов сохранения, что свободный электрон не может поглотить фотон.
29. При переходе электрона в атоме с L-слоя на K-слой испускаются рентгеновы лучи с длиной волны $0,788 \text{ \AA}$. Какой это атом?
30. Какова длина волны де Бройля для электрона и протона, энергия которых равна средней кинетической энергии теплового движения молекул при комнатной температуре?
31. Чему равна длина волны де Бройля для электрона, релятивистская масса которого равна $5,25 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$?
32. Чему равна длина волны де Бройля электрона, движущегося со скоростью $0,9$ скорости света?
33. Чему равно волновое число и длина волны де Бройля электрона с кинетической энергией 240 эВ ?
34. Вычислить длину волны де Бройля электрона, вращающегося вокруг ядра атома.
35. Определить кинетическую энергию протона, длина волны которого, длина волны которого такая же как у альфа-частицы с $H \cdot \rho = 25 \text{ кВ} \cdot \text{см}$.
36. Найти длины волн коротковолновых границ серий Лаймана, Бальмера и Пашена.
37. В спектре испускания атома водорода известны длины волн двух линий серии Бальмера 4102 \AA и 4861 \AA . Какой серии принадлежит спектральная линия, волновое число которой равно разности волновых чисел этих линий?
38. Атомарный водород возбуждают на n-й энергетический уровень. Определить: а) длины волн испускаемых линий, если $n = 4$; Каким сериям

принадлежать эти линии? б) сколько линий испускает водород, если он возбуждён на 10 – й энергетический уровень?

39. Вычислить постоянную Ридберга, если известно, что разность длин волн между головной линией серии Бальмера и резонансной линией для однократно ионизованного атома гелия равна 1338 Ангстрем.

40. В спектре водородоподобных ионов длина волны третьей линии серии Бальмера равна 1085 Ангстрем. Найти энергию связи электрона в основном состоянии этих ионов.

41. Вычислить скорость электронов, вырываемых светом с длиной волны 180 Ангстрем из ионов однократно ионизованного атома гелия. Находящихся в основном состоянии.

41. Фотон, испущенный ионом однократно ионизованного атома гелия при переходе из первого возбуждённого состояния в основное, ионизирует атом водорода, находящийся в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.

42. С какой минимальной скоростью должен двигаться атом водорода, чтобы в результате неупругого лобового соударения с другим покоящимся атомом водорода один из них испустил фотон. До соударения оба атома водорода находились в основном состоянии.

42. Определить скорость, которую приобрёл покоившийся атом водорода в результате излучения фотона при переходе из первого возбуждённого состояния в основное. На сколько ангстрем изменилась длина волны такого фотона?

43. Волновая функция частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной L имеет вид: $\psi = A \sin \frac{n\pi x}{L}$. На каком энергетическом уровне частица находится, если величина его импульса равна $\frac{\pi\hbar}{L}$?

44. Импульс частица в потенциальной яме с бесконечно длинными стенками равен $\frac{3\pi\hbar}{L}$. Чему равна длина де Бройлевской волны для неё?

45. Частица заперта в области, линейные размеры которой имеет порядок 10^{-8} см. Какова должна быть минимальная энергия этой частицы в электрон-вольтах, чтобы соотношения неопределённости Гейзенберга были удовлетворены?

46. Оценить неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая его размер порядка 10^{-8} см. Какой вывод оттуда следует?

47. Найти энергию связи валентного электрона в основном состоянии атома лития, если известно, что длины волн головной линии и ее коротковолновой границы равны 0,813 мкм и 0,349 мкм соответственно.

48. Выписать спектральные обозначения термов электрона в атоме водорода для n , равного 3. Сколько компонент тонкой структуры имеет атом водорода с указанным числом квантового числа?

49. Система из трёх электронов, орбитальные квантовые числа которых равны 1, 2, 3 соответственно находится в S– состоянии. Оценить угол между орбитальными механическими моментами двух первых электронов.

50. Оценить угол между векторами орбитального и спинового моментов P_0^3 терма.
51. Оценить угол между векторами орбитального и спинового моментов D_2^3 терма.
52. Построить электронную оболочку двухзарядного атома аргона.
53. Найти число электронов, заполняющих подгруппы оболочек с $=5$.
54. Энергетический уровень орбиты наименьшего радиуса в атоме водорода составляет $-13,6$ эВ. С какой длиной волны излучения в нм связан переход с этой орбиты на орбиту, для которой $n = 3$?
55. Энергетический уровень первого возбужденного состояния в атоме водорода составляет $-3,4$ эВ. Какая энергия высвобождается при переходе электрона с этой орбиты на первую орбиту?
56. Энергетический уровень первого возбужденного состояния в атоме водорода составляет $-3,4$ эВ. Какая энергия потребуется для перевода электрона атома водорода с этой орбиты на третью орбиту?
58. Для ионизации атома кислорода необходима энергия $12,5$ эВ. Чему равна частота излучения, которое может привести к ионизации этого атома?
60. Определить все механические моменты атома, терм которого имеет вид 5D .
61. Определить полный момент для терма 4P .
62. Определить мультиплетность расщепления атома, если орбитальное квантовое число его $L = 2$, а спиновое $S = 1$.
63. Известно, что в P – и D- состояниях двух различных атомов полное квантовое число J одинаково и равно 3. Определить спиновые механические моменты этих атомов.
64. Записать спектроскопическое обозначение основного состояния атома углерода, число протонов у которого в ядре равно 6.

Вопросы к экзамену

1. Почему эффект Комптона удается наблюдать лишь в опытах с рентгеновскими лучами?
2. Почему в рассеянном излучении при Комптон - эффекте наблюдается несмещенная частота?
3. Почему при рассеянии высокоэнергетических гамма - квантов отсутствует смещенная частота.
4. Оценить радиус атома водорода, исходя из классической модели Томсона.
5. Перечислить выводы, сделанные Резерфордом при изучении рассеяния альфа – частиц тонкими пленками.
6. Что является главной особенностью столкновений α частиц достаточно большой энергии с атомами, свидетельствующей о ядерной модели атома?
7. Чем вызвано введение в физику квантовой теории постулатов Бора?
8. Оценить радиус атома водорода, используя теорию скачков Бора.
9. Интерпретация опытов Франка и Герца. Понятие резонансного потенциала и расчет его значения для атома водорода.

10. Объяснение возникновения серий, обобщенная формула Бальмера.
11. Серии атома водорода. Комбинационный принцип Ритца и правила для электронных переходов по орбитальному квантовому числу l .
12. Столкновения электронов с атомами. Поперечное сечение рассеяния.
13. Интерпретация эффекта – Рамзауэра - Таунсенда.
14. Гипотеза де Бройля, длина волны де Бройля и интерпретация постулатов Бора с помощью гипотезы де Бройля.
15. Плоские волны, групповая и фазовая скорость волн де Бройля, понятие волнового пакета.
16. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства корпускул.
17. Принцип неопределенностей Гейзенберга для импульса и координаты.
16. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Ширина спектральной линии и время жизни атома.
18. Решение уравнения Шредингера для потенциального барьера.
19. Идея решения уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа.
20. Векторная модель одноэлектронного атома. Условное обозначение атомов.
21. Особенности спектра щелочных элементов.
22. Векторная модель многоэлектронного атома, Мультиплетность атомов.
23. Особенности спектра атома гелия.
24. Объяснение периодической системы таблицы Менделеева.
25. Заряд и масса ядра. Единицы ядерной физики.
26. Изотопы. Форма и размеры атомных ядер.
27. Состав атомных ядер (протон, нейтрон) их параметры.
28. Энергия связи ядра. Ядерные силы и их особенности.
29. Схема опыта, подтвердившего оболочечную модель ядра.
30. Капельная и оболочечная модели ядра.
31. Радиоактивность. Стабильные нестабильные ядра.
32. Бетта – распад, уравнение распада и пример распада.
33. Альфа – распад, уравнение альфа – распада, пример альфа – распада.
34. Гамма – излучение при альфа - и бетта – распадах.
35. Закон радиоактивного распада, постоянная распада, период полураспада и связь между ними.
36. Объяснение Эффекта Мессбауэра.
37. Радиоактивные ряды и семейство урана.
38. Радиоактивные ряды и семейство тория.
39. Методы регистрации ионизирующих излучений на примере счетчика Гейгера - Мюллера.
40. Методы регистрации ионизирующих излучений на примере пузырьковой камеры.
41. Ядерные реакции. Протонно – протонный цикл.
42. Ядерные реакции. Углеродно – азотный цикл.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1	Знать; основные положения и законы физики на современном уровне развития физической науки. Уметь: применять фундаментальные законы физики для получения новых знаний. Владеть: современными компьютерными технологиями и программами	Написание реферата по выбранной теме. Выступление на научно-студенческом семинаре «Электрон»
ОПК-2	Знать: состояние изучаемой проблемы на современном уровне развития физической науки. Уметь: использовать законы классической физики для перехода к новым подходам изучения микромира. Владеть: глубокими знаниями о фундаментальных физических теориях и соответствующим математическим аппаратом.	Выступление на заседании научно-студенческого кружка «Электрон» по выбранной теме.
ОК-1	Знать: общефилософские принципы научного познания: принципнеопределенности, дополненности, соответствия... Уметь: применить эти принципы для объяснения поведения частиц в микромире. Владеть: способностью связывать новые знания с достижениями прошлого, что является одним из основных методологических принципов современной науки.	Написание реферата по выбранной теме и её защита в группе.
ПК-3	Знать: современные методы проведения экспериментальных исследований. Уметь: анализировать и	Отчёт по выполненной лабораторной работе с представлением презентации в группе.

	<p>систематизировать результаты исследований.</p> <p>Владеть: способностью представлять полученные знания в виде рефератов, эссе, докладов с применением презентаций, принимать активное участие в диспутах, проводимых на занятиях.</p>	
ПК-6	<p>Знать: правила общежития в обществе и в научном мире.</p> <p>Уметь: уважать чужое мнение, извлекая из него всё положительное и ценное.</p> <p>Владеть: культурой терпимости к социальным и культурным различиям</p>	<p>Принимать активное участие в организации и проведении диспутов по выбранной теме.</p>

Модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности бакалавра

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математики и естественных наук».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлет.	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать; основные положения и законы физики на современном уровне развития физической науки.</p> <p>Уметь: применять фундаментальные законы физики для получения новых знаний.</p> <p>Владеть: современными компьютерными технологиями и программами</p>	<p>Формулировки законов, описывающих процессы в мире атома и ядра и их математическое выражение.</p>	<p>Выводы формул квантовых уравнений и их решения,</p>	<p>Модели и уравнения стабильной квантовой механики, успешно распространенной и на ядерную физику.</p>

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлет.	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: состояние изучаемой проблемы на современном уровне развития физической науки.</p> <p>Уметь: использовать законы классической физики для перехода к новым подходам изучения микромира.</p> <p>Владеть: глубокими знаниями о фундаментальных физических теориях и соответствующим математическим аппаратом.</p>	Знание формул физическ их законов и уравнени й.	Знание величин и физическог о смысла фундамент альных постоянны х, применяем ых в физике микромира	Вывод формул физических законов и уравнений с применением математическ ого аппарата.

ОК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлет.	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: общефилософские принципы научного познания: принцип неопределенности, дополненности, соответствия...</p> <p>Уметь: применить эти принципы для объяснения поведения частиц в микромире.</p> <p>Владеть: способностью связывать новые знания с достижениями прошлого, что является одним из основных методологических принципов современной науки.</p>	Соотнош ения неопреде лённости Гейзенбе рга, их интерпрет ация.	Применени е закона единства и борьбы противополо жностей к объяснени ю принципа дополнител ьности и принципа соответств ия Бора.	роль, которую сыграл принцип соответствия при построении последователь ной квантовой механики в виде соотношений неопределенн остей Гейзенберга.

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчётов, рефератов, эссе, презентаций»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удов.	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: фундаментальные законы классической физики.</p> <p>Уметь: анализировать и систематизировать результаты исследований.</p> <p>Владеть: способностью представлять полученные знания в виде рефератов, эссе, докладов с применением презентаций, принимать активное участие в диспутах, проводимых на занятиях.</p>	Отчёт по результатам выполненной лабораторной работы	Отчёт по результатам выполненной работы с презентацией.	Защита лабораторной работы, активное участие в диспутах, проводимых в группе.

ПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: правила общежития в обществе и в научном мире.</p> <p>Уметь: уважать чужое мнение, извлекая из него всё положительное и ценное.</p> <p>Владеть: культурой терпимости к социальным и культурным различиям</p>	Посещение лекций и выполнение лабораторных работ.	Участие в диспутах, извлекая из него ценное для себя.	Участие в организации диспутов с привлечением всех студентов группы.

по атомной и ядерной физике по учебному плану:

общая трудоёмкость 144 часа.

Лекции	32 часов
Семинар	не предусмотрен
Лабораторный практикум	34 часа
Самостоятельная работа бакалавра	42 часа

Лекции, текущий и промежуточный контроль включает:

посещение занятий	10 бал.
активное участие на занятиях	15 бал.
доклады, рефераты и др.	15 бал.
устный опрос, тестирование, коллоквиум	60 бал.

Практикум по атомной и ядерной физике включает:

- посещение занятий и наличие конспекта 5 бал.
- получение допуска к выполнению работы 20 бал.
- выполнение работы и отчета к ней 15 бал.
- Защита лабораторной работы 60 бал.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в 5-ти бальную систему:

«0 - 50» баллов	неудовлетворительно
«51 -69» баллов	удовлетворительно
«70 - 84» балла	хорошо
«85 - 100» баллов	отлично
«51 и выше» баллов	зачет.

Темы эссе и рефератов

- 1.Интерпретация туннельного эффекта.
- 2.Филосовское толкование соотношения Гейзенберга.
- 3.Рентгеновское излучение, характеристические спектры.
- 4.Эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц.
- 5.Эксперименты, приведшие к гипотезе де Бройля.
6. Классическая теория излучения, формула Планка.
- 1.Операторный метод в квантовой механике.
- 2.Интерпретация фотонов.
3. Интерпретация условия равновесия частиц в атоме.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа.1989. 462 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Лань 2006. 368 с.
3. Шпольский Э.В. Атомная физика Т.1. Введение в атомную физику. М. Лань. 2010. 560 с.
4. Шпольский Э.В. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. М.: Лань. 2010. 448 с.
5. Яворский В. М., Детлаф А. А. Курс физики М.: Лань 2009. 720 с.

Б) дополнительная литература:

1. Нерсисов Э. А. Основные законы атомной и ядерной физики. Учебное пособие М: Высшая школа. 1988. 288 с.
- 2.Шаляпин А. С., Стукалов В. И. Введение в классическую электродинамику и атомную физику. УМЦ УПИ. 2006. 490 с.
3. Глазунов А.Т. и т.д. Физика-11. М.: Просвещение. 2002.
4. Сарычева Л. И. Введение в физику микромира. Физика частиц и ядер. М.: Либроком. 2010. 90 с.

5. Мутаева Г. И., Эфендиев А.З. Тестовые задания по физике. Учебное пособие Махачкала, ИПЦ ДГУ. 2009. 35 с.

В) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

На факультете имеется компьютерный класс с возможностью показа презентации читаемых лекций.

б) дополнительная литература указана в пункте 6 данной программ

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
5. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
6. Федеральный центр образовательного законодательства.
7. <http://www.lexed.ru>
8. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
10. <http://www.phys.spbu.ru/library/elibrary/> - некоторые вузовские учебники (электронный вариант).

10. Методические указания для бакалавров по освоению дисциплины.

Для самостоятельной работы по дисциплине «Атомная и ядерная физика» в библиотеке ДГУ (читальные залы, абонемент) имеется достаточное количество литературы, как и на кафедре физической электроники (учебники и учебные пособия). Поэтому заниматься дополнительно бакалаврам будет нетрудно. Рекомендуется материал занятий прорабатывать в этот же день. Курс снабжен большим количеством постоянных величин, значения и физический смысл которых бакалавр обязан усвоить. Желательно несколько раз в неделю повторять определения, понятия и термины для их достаточно осознанного запоминания. С этой целью желательно на первых страницах лекционной или лабораторной тетради значения всех этих постоянных, с которыми приходится иметь дело при изучении дисциплины «Атомная и ядерная физика».

Притворческом и исследовательском отношении к выполнению лабораторного задания, лабораторные занятия позволят студентам закрепить навыки и знания о явлениях, связанных с миром атома и ядра, методах его исследования.

В конце курса проводится итоговое занятие, в течение которого студенты должны продемонстрировать не только знания, но и умения, навыки освоения по предмету «Атомная и ядерная физика».

При проведении итогов занятия используются следующие критерии оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие иллюстраций к ответам в виде исторических фактов, примеров и пр.;
- использование наглядных пособий и т.п.

В конце занятия дается оценка, обращая особое внимание на:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

После проведения итогового занятия проводится общий анализ проделанной работы, и извлекаются полезные уроки.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В прилагаемом курсе используются универсальные офисные прикладные программы:

MSPowerPoint, текстовый процессор MSWord, табличный редактор MSExel.

При проведении занятий можно использовать компьютерный класс, где есть возможность быстрого доступа ко всем указанным ресурсам. При подготовке тем эссе и рефератов используется технология создания презентаций, что весьма наглядно позволяет обеспечить качественный образовательный процесс.

Для осуществления быстрого поиска информации можно пользоваться ресурсами ИВЦ ДГУ «Электронный университет»: «Электронное обучение moodle», «УМК», «Архив», «Электронный деканат» и др. Также на сайте ДГУ в разделе «Научная библиотека» открыт полнотекстовый доступ к контентам ЭБС IBooks, журналу Science, издательству Springer, консорциуму НЭИКОН, научно-образовательному проекту «Чердак», portalу НЭБ и др.

В качестве одной из информационных технологий используется проведение диагностического и тренировочного тестирования в компьютерном классе.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Кафедра физической электроники и физический факультет располагают несколькими компьютерными классами, в которых можно читать лекции с презентациями и проводить практические занятия. К этим кабинетам прикреплен лаборант, который осуществляет демонстрацию презентаций преподавателя к данной лекции. Лабораторный практикум осуществляется в лаборатории эмиссионной электроники кафедры физической электроники.

Список выполняемых лабораторных работ

№/№ и название разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа №1. Исследование спектра атома водорода.	Цель работы: Закрепление знаний по теории скачков Бора. Тема 1. Постулаты бора Тема 2. Волновая интерпретация предположений Бора.	Отчёт по работе содержит; 1. Описание экспериментального модуля. 2. Таблицу результатов измерений. 3. Вычисление длин волн видимых линий в спектре атома водорода
Лабораторная работа №2. Определение потенциалов возбуждения.	Цель работы: убедиться в справедливости дискретности энергетических уровней атома. Тема 1. Удары 1-го и 2-го рода. Тема 2. Резонансный и ионизационный потенциалы.	Отчёт по работе содержит: 1. Схему электрической цепи. 2. Построение ВАХ газонаполненного триода. 3. Таблицу результатов измерений. 4. Оценка значения резонансного потенциала, полученного экспериментально и его сравнение со значением, вычисленным по теории.
Лабораторная работа	Цель работы:	Отчёт по работе

<p>№3. Определение энергии диссоциации молекулы йода.</p>	<p>Ознакомление с особенностями молекулярных спектров и их отличиями от атомных. Тема1. Полная энергия молекулы. 2. Классификация электронных термов молекул.</p>	<p>содержит: 1. градуировку стилоскопа по спектру меди. 2. Построение градуировочной кривой, с помощью которой определяется длина волны, соответствующего началу сплошного спектра, получаемого от галогенной лампы. 3. Оценка энергии диссоциации по заданной формуле.</p>
<p>Лабораторная работа № 4. Определение периода полураспада калия</p>	<p>Цель работы: Знакомство с методами определения периода полураспада θ одного из параметров распада. Тема 1. Закон радиоактивного распада. Тема 2. Параметры распада. Тема 3. Типы распада.</p>	<p>Отчёт по работе содержит: 1. Измерений числа частиц фонового излучения. 2. Измерение числа частиц радиоактивного калия в соли калия. 3. Измерение числа частиц эталона. 4 Вычисление по экспериментальным данным искомой величины периода полураспада.</p>
<p>Лабораторная работа №5. Определение энергии гамма - кванта методом поглощения.</p>	<p>Цель работы: Знакомство с методами определения энергии гамма-кванта. Тема 1. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. 2. Свойства гамма-излучения.</p>	<p>Отчёт по работе содержит: 1. Снятие кривых ослабления интенсивности гамма-кванта в зависимости от толщины поглотителя. 2. Из графика $\ln \frac{J}{J_0} = \tau x$, оценить сечение изучаемого процесса поглощения σ. 3. по кривой зависимости $\sigma = f(E)$ оценить энергию гамма</p>

		–кванта.
--	--	----------