МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Физический факультет)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика атома

Кафедра физической электроники

Образовательная программа бакалавриата

03.03.02- Физика

Направленность (профиль) программы:

Медицинская физика, Фундаментальная физика

Форма обучения:
очная

Статус дисциплины: *входит в обязательную часть*

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины Физика атома составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – *бакалавриат* по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, от «07» 08 2020 г. №891.

Разработчик: кафедра физической электроники, Исмаилов А.М., к.ф.-м.н., доцент _____

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «3» марта 2022 г., протокол № 4

Зав. кафедрой _____ Ашурбеков Н.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022 г., протокол №7.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика атома»

Дисциплина «Физика атома» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студентов естественнонаучное мировоззрение, позволяющее отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента, отличать научный и антинаучный подходы в изучении окружающего мира. В курсе «Физика атома» студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной лаборатории атомной физики; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем в физике атома. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной. Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальные – УК-1, УК-6; общепрофессиональных: ОПК-2, профессиональных: ПК-8. Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа. Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 144 ч., экзамен (5 семестр). студентами на реальном учебном лабораторном оборудовании, и сопровождаемых системами компьютерного моделирования. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Семестр	Учебные занятия в том числе:								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе зачет, дифференцированный зачет, экзамен	
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	…	..		
5	144	104	48	-	56	-	-	4+36	зачет, экзамен

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Физика атома» являются: формирование у студентов системы знаний по общей классической (до квантовой, нерелятивистской) и квантовой физике, в частности, изучение явлений микромира, формирование новых закономерностей и пересмотр многих устоявшихся положений и понятий классической физики; сконцентрировать внимание студентов на основных законах атомной физики таких, как статические особенности описания и проблема квантования физических величин, принцип Паули, соотношения неопределенностей Гейзенберга, эффект Зеемана, по строению атома и твердых тел, по связи между математикой и физикой атома, использовании математических методов в физике атома, а также умений качественно и количественно анализировать ситуации, формирование умений решать задачи и ставить простейший эксперимент, использовать компьютер для математического моделирования процессов, необходимых для понимания и дальнейшего изучения различных областей физики атома. Данный курс опирается на такие дисциплины, изученные студентами ранее, как высшая математика и общая физика. Задачи дисциплины:

- показать несовместимость с классическими представлениями квантово – механических закономерностей;
- дать понятие формулировки уравнения Шредингера;
- показать, что в становлении и развитии физики атома сыграл основную роль не только корпускулярно-волновой дуализм, но и принцип квантования физических величин;
- выявить внутреннее единство двух фундаментальных принципов микромира;
- показать прогрессирующую роль полу-квантовой теории Бора и ознакомить с его трудами;
- показать, что открытие и развитие квантовых принципов прошло ряд сложных этапов и охарактеризовать вклад ученых, внесших важный вклад в создание квантовой теории микромира;
- сформировать понимание роли физики атома в естественнонаучном образовании специалиста;
- показать интеграцию физико-математических знаний и роль математики в формировании базовых знаний по физике;
- дать общее представление о различии описания двух типов объектов природы – корпускулярных и волновых;

- сформировать основные умения и навыки работы с измерительными инструментами и приборами, обработки результатов лабораторных работ и их анализа, решения прикладных задач, применения физических законов для объяснений природных процессов и явлений; обеспечить студентов необходимой учебно-методической литературой и лабораторно-экспериментальной базой для освоения теоретических и экспериментальных методов физики атомов и атомных явлений в различных формах аудиторной и самостоятельной учебной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина «Физика атома» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники. Для изучения дисциплины «Физика атома» студент должен знать: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистику; статистическое оценивание и проверку гипотез; статистические методы обработки экспериментальных данных; математические методы в физике; разделы курса общей физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, волновая оптика. Понятие информации; программные средства организации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; языки программирования; базы данных; локальные и глобальные сети ЭВМ; методы защиты информации. Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками). Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс «Физика атома», не оторван от других дисциплин. Наоборот, существует междисциплинарная связь. Важнейшим разделом курса «Физика атома» является раздел «Элементы учения о строении вещества». В этом разделе после изложения экспериментальных фактов, приводящих к необходимости введения волнового описания поведения микрочастиц, и некоторых основных принципов подробно рассматривается решение задачи о частице в одномерном потенциальном ящике на основе стационарного уравнения Шредингера. Опираясь на решение этой задачи, далее обсуждаются условия возможности наблюдения квантовых явлений. В сочетании с принципом Паули это дает возможность объяснить появление пространственных форм молекул. Формулу для уровней энергии в атоме водорода дается без доказательства, так

как вывод ее на основе уравнения Шредингера сложен. В связи с появлением лазерной техники необходимым является подчеркнуть понятия о нормально и инверсно заселенных средах, об усилении света при прохождении его через инверсно заселенную среду и о принципах действия оптических квантовых генераторов. Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу лишь при условии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям. Одной из таких форм являются сопровождаемые демонстрациями натурных и компьютерных экспериментов практические занятия, на которые следует выносить некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач. В рамках лабораторного практикума (входит в дисциплину «Общий физический практикум») используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях. На самостоятельную работу студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка. В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одногодвух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей. Изучение дисциплины «Физика атома» необходимо как предшествующее для дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» и дисциплин профиля. Изучение дисциплины «Физика атома» сопровождается прохождением физического практикума (раздел «Физика атома»), являющегося условно самостоятельным в учебном плане и при этом неразрывно связанным с модулем «Общая физика». Физический практикум по разделу «Физика атома» представляет собой цикл практических заданий, выполняемых студентами на реальном учебном лабораторном оборудовании, и сопровождаемых системами компьютерного моделирования.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	**Код и наименование индикатора достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура освоения**
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Б-УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;	**Знает**: • основные методы критического анализа; • методологию системного подхода, принципы научного познания. **Умеет**: • производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты; • выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления; • использовать современные теоретические концепции и объяснительные модели при анализе информации **Владеет**: • навыками критического анализа	Устный опрос, письменный опрос;
	Б-УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	**Знает:** систему информационного обеспечения науки и образования; **Умеет:** осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; выделять экспериментальные данные, дополняющие теорию (принцип дополнительности). **Владеет:** основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки	

		информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	
	Б-УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	**Знает:** методы поиска информации в сети Интернет; правила библиографирования информационных источников; библиометрические и наукометрические методы анализа информационных потоков **Умеет:** критически анализировать информационные источники, научные тексты; получать требуемую информацию из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу. **Владеет:** методами классификации и оценки информационных ресурсов	
	Б-УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.	**Знает:** базовые и профессионально-профилированные основы философии, логики, права, экономики и истории; сущность теоретической и экспериментальной интерпретации понятий; сущность операционализации понятий и ее основных составляющих. **Умеет:** формулировать исследовательские проблемы; логически выстраивать последовательную содержа тельную аргументацию; выявлять логическую структуру понятий, суждений и умозаключений,	

		определять их вид и логическую корректность. Владеет: методами логического анализа различного рода рассуждений, навыками ведения дискуссии и полемики.	
	Б-УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленных задач	**Знает:** требования, предъявляемые к гипотезам научного исследования; виды гипотез (по содержанию, по задачам, по степени разработанности и обоснованности). **Умеет:** определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке и предлагать способы их решения. **Владеет:** технологиями выхода из проблемных ситуаций, навыками выработки стратегии действий; навыками статистического анализа данных.	
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Б-УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.	**Знает:** методы планирования работ с определенными сроками достижения результата **Умеет**: планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. **Владеет:** методами определения календарных планов работ со сроками исполнения	Устный опрос, письменный опрос;
	Б-УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и	**Знает:** принципы выделения приоритетов деятельности **Умеет:** расставлять приоритеты профессиональной	

	профессионального роста	деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. **Владеет:** навыками выявления стимулов для саморазвития.	
	Б-УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста.	**Знает:** основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда. **Умеет:** анализировать рынок образовательных услуг **Владеет:** навыками анализа регионального и межрегионального рынка образовательных услуг в избранной области профессиональной деятельности	
	Б-УК-6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития.	**Знает:** принципы построения профессиональной карьеры **Умеет:** подвергать критическому анализу проделанную работу. **Владеет:** навыками опреде- ления реалистических целей профессионального роста.	
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических	ОПК-2.1. Выбирает или самостоятельно формулирует тему исследования,	**Знает:** - актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития	Устный опрос, письменный опрос;

объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	составляет программу исследования	физики, а также смежных областей науки и техники. - принципы планирования экспериментальных исследований для решения поставленной задачи. **Умеет:** - самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований; - рассматривать возможные варианты реализации экспериментальных исследований, оценивая их достоинства и недостатки. **Владеет:** - навыками формулировать конкретные темы исследования, планировать эксперименты по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи.	
	ОПК-2.2. Самостоятельно выбирает методы исследования, разрабатывает и проводит исследования.	**Знает:** - современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблемно-ориентированных прикладных программных средств **Умеет**: - предлагать новые методы научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению поставленных задач; - самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования. **Владеет:** -навыками самостоятельно выбирать методы исследования,	

		разрабатывать и проводить исследования.	
	ОПК-2.3. Анализирует, интерпретирует, оценивает, представляет и защищает результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.	**Знает:** - основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования; - передовой отечественный и зарубежный научный опыт, и достижения по теме исследования. **Умеет:** - использовать основные приемы обработки, анализа и представления экспериментальных данных; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе. **Владеет:** - навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе.	
ПК-8 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации, проводить эксперименты и оформлять результаты	ПК-8.1. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по	**Знает:** • методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; • критерии выбора методов и методик исследований. • основы теории фундаментальных разделов физики; • основные методы получения и исследования	Устный опрос, письменный опрос;

	результатам проведенных экспериментов ПК-8.2. Способен применять полученные знания на практике для решения профессиональных задач.	физических явлений, применяемые в отечественной и зарубежной практике; • опыт лабораторных работ, требования техники безопасности; • методы исследования, правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов. **Умеет:** • проводить испытания, измерения и обработку результатов; • регистрировать показания приборов; проводить расчёты и критически анализировать результаты делать выводы. • составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, моделировать основные процессы предстоящего исследования; • выбирать оптимальные методы исследования **Владеет:** • выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; • выполнением оценки и обработки результатов исследования; • навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной	

		задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	
	ПК-8.3. Способен пользоваться современными методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности ПК-8.4. Способен строить математические модели физических процессов, задавать параметры и проводить моделирование физических задач	**Знает:** основы теории фундаментальных разделов физики; основные методы получения и исследования физических явлений, применяемые в отечественной и зарубежной практике; опыт лабораторных работ, требования техники безопасности; методы исследования, правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов. **Уметь:** составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, моделировать основные процессы предстоящего исследования; выбирать оптимальные методы исследования; **Владеть**: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Формы текущего контроля успеваемости и

п/п	по модулям		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	…	ная работа в т.ч. занят	промежуточной аттестации
	Модуль 1.							
1	Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка. Законы излучения АЧТ. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.	5	4	6				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
2	Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей. Формализм квантовой механики	5	6	6			2	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
3	Потенциальные барьеры. Потенциальные ямы. Осциллятор.	5	6	6				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
	Итого по модулю 1:		**16**	**18**			**2**	
Модуль 2. Строение атома и теория Бора								
1	Движение в центральном поле. Колебательные и вращательные спектры молекул.	5	8	10				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
2	Водородоподобные атомы. Магнитный момент. Спин Тождественность частиц.	5	8	10				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
	Итого по модулю 2:		**16**	**20**				
Модуль 3. Физические основы квантовой механики								
1	Обменное взаимодействие. Сложные атомы.		6	6				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
2	Спин-орбитальное и сверхтонкое взаимодействие. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение,		4	6			2	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типо-

	правила отбора.							вых задач
3	ЭПР и ЯМР. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.	5	6	6				Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
	Итого по модулю 3:		**16**	**18**			**2**	
	Итого по модулю 4:				**36**			экзамен
	Итого (144 часов)		**48**	**56**	**36**		**4**	зачет, экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка. Законы излучения АЧТ.

Основные нерешенные проблемы классической физики на рубеже XIX– XX веков. Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объём, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэлея–Джинса и ультрафиолетовая катастрофа, формула Вина. Гипотеза Планка, распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение, как идеальный газ фотонов. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Ламберта и Стефана–Больцмана

Корпускулярные свойства электромагнитных волн.

Основные экспериментальные результаты по внешнему фотоэффекту. Гипотеза Эйнштейна относительно квантов света Уравнение Эйнштейна и объяснение фотоэффекта. Импульс фотона. Эксперимент Комптона по рассеянию рентгеновских лучей на лёгких ядрах, формула для изменения длины волны фотонов при рассеянии на свободных электронах, комптоновская длина волны.

Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах материальных частиц – корпускулярно-волновой дуализм. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Опыты Девиссона–Джермера и Томсона по дифракции электронов. Критерий квантовости системы. Соотношения неопределенностей (координата-импульс; энергия-время). Виртуальные частицы. Радиус взаимодействия при обмене виртуальными частицами (фундаментальными бозонами). Волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Вероятностная интерпретация волновой функции, выдвинутая Борном. Понятие о скрытых параметрах (гипотеза Эйнштейна) и неравенствах Белла

Формализм квантовой механики.

Понятие об операторах физических величин. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Принцип суперпозиции квантовых состояний. Формула для среднего значения физической величины в заданном состоянии. Закон сохранения вероятности, вектор плотности потока вероятности. Процесс квантового измерения физической

величины — возможность получения только ее собственных значений в процессе идеального измерения. Редукция волновой функции в процессе измерения. Необходимость серии идентичных измерений. Критерий возможности одновременного измерения нескольких физических величин.

Потенциальные барьеры. Потенциальные ямы. Осциллятор.

Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины, эффект Рамзауэра. Прохождение 3 частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы в квазиклассическом приближении. Бесконечно глубокая потенциальная яма. Связанные состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме конечной глубины. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода).

Модуль 2.

Движение в центральном поле. Колебательные и вращательные спектры молекул.

Оператор момента импульса. Квантование собственных значений проекции момента на выделенную ось и квадрата момента импульса, сложение моментов. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения. s-состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанного состояния. Адиабатическое приближение в теории молекул. Вращательный и колебательный спектры, энергетические масштабы соответствующих возбуждений

Водородоподобные атомы. Магнитный момент. Спин.

Закономерности оптических спектров атомов. Движение в кулоновском поле. Спектр атома водорода и водородоподобных атомов, главное квантовое число, кратность вырождения. Изотопический сдвиг, модель атома Бора. Мезоатомы. Волновая функция основного состояния атома водорода. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновых функций возбужденных состояний. Магнитный орбитальный момент электронов, гиромагнитное отношение, магнетон Бора. Опыт Штерна–Герлаха, гипотеза о спине электрона, спиновый g-фактор. Опыт Эйнштейна–де Гааза. Оператор полного момента импульса, g-фактор Ланде. Тонкая и сверхтонкая структура спектра атома водорода.

Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы.

Тождественность частиц, симметрия волновой функции относительно перестановки частиц, бозоны и фермионы, принцип Паули. Обменное взаимодействие. Самосогласованное поле в сложных атомах, электронная конфигурация атома. Правило Маделунга–Клечковского. Таблица Менделеева. Атомные термы, метод нахождения термов для заданной электронной конфигурации, спектроскопическая запись состояния атома. Правила Хунда. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли).

Модуль 3.

Спин-орбитальное и сверхтонкое взаимодействие. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана.

Излучение, правила отбора. Спин-орбитальное взаимодействие. Типы связи: Рассела–Саундерса (LS) и j-j. Сверхтонкое взаимодействие. Тонкая структура терма для случая LS-связи. Эффект Зеемана для случаев слабого и сильного магнитных полей на примере 3P–3S-переходов. Сверхтонкое взаимодействие. Классификация фотонов по

полному моменту и 4 чётности (E- и M-фотоны). Интенсивность электродипольного излучения, соотношение интенсивностей излучения фотонов различных типов и мультипольностей. Естественная ширина уровня.

ЭПР и ЯМР. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.

Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР). Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы, соотношения Эйнштейна. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселённость уровней). Принцип работы лазера.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

	Модуль 1.	**1**
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка. Законы излучения АЧТ. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.	Законы излучения АЧТ. Задачи: №1.1- 1.21 ([3]); Фотоэффект. Эффект Комптона Задачи: №1.22- 1.63 ([3]);	6
Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей. Формализм квантовой механики	Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Задачи: №3.1-3.35 ([3]); Уравнение Шредингера. Потенциальные барьеры. Туннельный эффект. Задачи: № 4.1 -4.33 ([3]); 3.36-3-49 ([3]);	6
Потенциальные барьеры. Потенциальные ямы. Осциллятор.	Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Задачи: №3.46- 3.62 ([3]);	6
Движение в центральном поле. Колебательные и вращательные спектры молекул.	Колебательные и вращательные уровни. Водородоподобные атомы. Задачи: №4.63- 4.77 ([3]);	10
Водородоподобные атомы. Магнитный момент. Спин Тождественность частиц.	Магнитный момент. Спин. Обменное взаимодействие. Задачи: №6.1- 6.36 ([3]);	10
Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы.	Сложные атомы. Тонкая и сверхтонкая структуры. Задачи: №5.1-5.35 ([3]);	6
Спин-орбитальное и сверхтонкое взаимодействие. Атом в	Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. Задачи: №6.1- 7.36 ([3]);	6

магнитном поле. Эффект Зеемана.		
ЭПР и ЯМР. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.	ЭПР и ЯМР. Лазеры Задачи: №7.1- 7.9 ([3]);	6
Всего за семестр		56

1. Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. М.: Лань 2006. 368 с.
3. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. Учебное пособие для вузов. -7-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатмиздат, 1984. -216с.

5. **Образовательные технологии:** активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (http://edu.icc.dgu.ru), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу физика атома, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках ***лабораторного практикума*** используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты закрепляют навыки (приобретенные на 1-2 курсах), опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;

- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Зачет и экзамен в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу**.**

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

7.1. Типовые контрольные задания

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- 100 баллов – *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.*

- 90 баллов - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.*

- 80 баллов - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера*.

- 70 баллов - *студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.*

- 60 баллов – *студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.*

- 50 баллов– *в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.*

- 40 баллов – *ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.*

- 20-30 баллов - *студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.*

- 10 баллов - *студент имеет лишь частичное представление о теме*.

- 0 баллов – *нет ответа*.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

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

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно
«51 – 65» баллов – удовлетворительно
«66 - 85» баллов – хорошо
«86 - 100» баллов – отлично
«51 и выше» баллов – зачет

Примерные темы рефератов по физике

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. Операторный метод в квантовой механике.

7. Интерпретация фотонов.
8. Условия равновесия.
9. Классическая теория излучения, формула Планка.
10. Применение лазеров в технологических процессах.
11. Принцип туннельной микроскопии.
12. Лазерное разделение изотопов в магнитном поле.
13. Принцип ЯМР - томографии.
14. Проблемы термоядерного синтеза.
15. Взаимодействие мощного лазерного излучения с атомами и молекулами

Примеры тестовых заданий по физике атома:

Вариант №1

1. На основе результатов каких опытов Резерфорд предложил планетарную модель атома?

1) Опыты Ленарда. 2) Опыты по взаимодействии протонов с веществом. 3) * Бомбардировка α - частицами металлических пленок. 4) Бомбардировка нейтронами металлических пленок. 5) Облучение металлических пленок γ - квантами.

2. Волновое уравнение Шредингера для частицы в потенциальной яме имеет вид $\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-U)\Psi=0,$ решение, которого имеет вид: $\Psi(x)=\sqrt{\frac{2}{e}}\sin\frac{n\pi x}{e}.$ Какая из нижеперечисленных функций определяет плотность вероятности распределения частицы по пространству в состоянии с n=1.

1) $\sqrt{\frac{2}{e}}\sin\frac{\pi x}{e}.$ 2) * $\frac{2}{e}\sin^2\frac{\pi x}{e}.$ 3) $\frac{2}{e}\sin^3\frac{\pi x}{e}$.

3. Какие значения внутреннего квантового числа j может иметь атом в состоянии с квантовыми числами S=2 и L=3.

1) 0, 1, 2, 3, 4. 2) $\frac{1}{2},\frac{3}{2},\frac{5}{2},\frac{7}{2}$ 3) * 1, 2, 3, 4, 5.

4. Вычислить фактор Ланде и величину магнитного момента для следующих термов: а) $^6F_{\frac{1}{2}}; б)\,^5F_2.$ $g=1+\frac{j(j+1)+S(S+1)-L(L+1)}{2j(j+1)}; m=g\sqrt{j(j+1)}m_B; m_B=\frac{eh}{2\pi mc}.$

1. * а) $g=-\frac{2}{3};\mu=\frac{1}{3}\mu_Б\sqrt{3}$. 2. а) $g=-2;\mu=2\mu_Б\sqrt{5}$. 3. а) $g=-1;\mu=\mu_B\sqrt{7}$.

4. * б) $g=1;\mu=\mu_B\sqrt{6}$. 5. б) $g=2,\mu=\mu_B\sqrt{2}$ 6. б) $g=3,\mu=3\mu_B\sqrt{3}$.

5. Чем определяется тонкая структура спектральных линий? 1) * Спиноорбитальным взаимодействием. 2) Главным квантовым числом n. 3) Орбитальным квантовым числом l .

Вариант №2

1. Какими опытами была подтверждена справедливость планетарной модели? 1) Опыты Томсона. 2) * Опыты Резерфорда.

2. Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома имеет вид: $\psi_{n,l,m}(r,\theta,\varphi)=Ae^{-\frac{r}{r_0}}e^{im\varphi}\sum_{i=0}^{n-l-1}a_i(\frac{2r}{r_0})^{l+i}(\sin\theta)^{|m|}\sum_{i=0}^{l-|m|}b_i\cos^i\theta$. Какая из нижеперечисленных выражений определяет плотность вероятности распределения электрона по пространству с квантовыми числами n=1, l=0,m=0?

1) $Al^{-\frac{r}{r}}$. 2) * $N^2e^{-\frac{2r}{r_0}}4\pi r^2$. 3) $A^2e^{-\frac{r}{r_0}}e^{im\varphi}$

3. Длины волн компонент желтого дублета резонансной линии натрия, обусловленной переходом $3P \to 3S$, равны 589,00 и 589,56 ПМ. Найти величину расщепления 3Р-терма в эВ.
1) * $\Delta E = 2{,}0$ мэВ. 2) $\Delta E = 1{,}2$ мэВ. 3) $\Delta E = 3{,}0$ мэВ.

4. Некоторая спектральная линия, обусловленная переходом в $^2S_{\frac{1}{2}}$ состояние, расщепилась в слабом магнитном поле на шесть компонент. Написать спектральный терм исходного состояния.
1) $^3P_{\frac{5}{2}}$. 2) $^3P_{\frac{3}{2}}$. 3) * $^2P_{\frac{5}{2}}$

5. Что называется статистическим весом состояния атома?
1) 2S+1. 2) 2n. 3) 2l. 4) * 2j+1.

Вариант №3

1. Кто предложил теорию рассеяния потока α-частиц тонкими металлическими пластинками?
1) Гельгольц. 2) * Резерфорд. 3) Больцман. 4) Марсден. 5) Гольштейн.

2. Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома имеет вид: $\psi_{n,l,m}(r,\theta,\varphi) = Ae^{-\frac{r}{r_0}} e^{im\varphi} \sum_{i=0}^{n-l-1} a_i (\frac{2r}{r_0})^{l+i} (\sin\theta)^{|m|} \sum_{i=0}^{l-|m|} b_i \cos^i\theta$. Какая из нижеперечисленных выражений дает плотность распределения вероятности в 2S состоянии.
1) * $N_1 r^2 e^{-\frac{2r}{r_0}} (a_0 + a_1 \frac{2r}{r_1})^2$ 2) $Ne^{-\frac{r}{r_0}} (a_0 + a_1 \frac{2r}{r_0})$ 3) $N^2 \cos^2 o$

3. Энергия связи валентного электрона атома лития в состояниях 2S и 2P равна соответственно 5,39 и 3,54 эВ. Вычислить ридберговские поправки для 2S и 2P- термов этого атома. $\frac{1}{\lambda} = R\frac{1}{(2+Б_s)^2} - \frac{1}{(n+Б_P)^2}$ при n=∞ энергия связи равно $\frac{hc}{\lambda} = 5{,}39, Б_S = \sqrt{\lambda_1 R} - 2, Б_P = \sqrt{\lambda_2 R} - 2$
1) * $Б_S = -0{,}41; Б_P = -0{,}04;$ 2) $Б_S = -0{,}6; Б_P = 0{,}5;$ 3) $Б_S = -0{,}3; Б_P = -0{,}6$

4. Возбужденный атом имеет электронную конфигурацию $1s^2 2s^2 2p3d$ и находится при этом в состоянии с максимально возможным полным механическим моментом. Найти магнитный момент атома.
1) $\mu = (3\sqrt{3/2})\mu_Б$ 2) $\mu = (5\sqrt{3/2})\mu_Б$ 3) * $\mu = (3\sqrt{5/2})\mu_Б$.

5. Чем определяется сверхтонкая структура спектральных линий?
1) Энергией связи электронов с ядром. 2) * Взаимодействием магнитного момента оптических электронов с магнитным моментом ядра. 3) Взаимодействием электронов оболочки атома.

Вариант №4

1. Что подтвердили опыты Франка-Герца?
1) Атом может обладать любой энергией. 2) Атом принимает любую порцию энергии. 3) Изолированный атом может обладать дискретным рядом значений энергии и не принимает любую порцию энергии. 4) Энергия атома меняется непрерывно. 5) * Энергия атома меняется дискретно.

2. Решением уравнения Шредингера является совокупность волновых функций, каждая из которых описывает возможное состояние движения электрона в атоме.

$$\Psi n,l,m(r,\theta,\varphi) = Ae^{r/r} e^{im\varphi}{}_{i=0}\sum^{n-l-l} a_i (2r/r_0)^{l+i} (\sin\theta)^{|m|}{}_{i=0}\sum^{l-|m|} bi\cos^i\theta$$

Определите сколько возможных квантовых состояний имеется при данном главном квантовом числе n

1) n^3 2) n 3) * n^2

3. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода имеет вид $\psi(r) = A\exp(-\frac{r}{r_1})$, где A - некоторая постоянная, r_1 - первый Боровский радиус. Найти наиболее вероятное расстояние между электроном и ядром. $\frac{d}{dr}(4\pi r^2 e^{-\frac{2r}{r_1}}) = 0$ отсюда $r = r_1$.

1) * $r_{вер} = r_1$ 2) $r_{вер} = 0{,}5r_1$ 3) $r_{вер} = 0{,}25r_1$.

4. Найти с помощью правил Хунда магнитный момент основного состояния атома, незамкнутаяподоболочка которого заполнена равно наполовину пятью электронами.

1) $\mu = \mu_Б\sqrt{15}(^3S_{7/2})$ 2) * $\mu = \mu_Б\sqrt{35}(^6S_{5/2})$ 3) $\mu = \mu_Б\sqrt{20}(^4S_{5/2})$

5. Какими квантовыми числами определяется состояние электрона в атоме? 1) Главным и орбитальным *n,l* - числами. 2) Главным, орбитальным и магнитным орбитальными *n, l,m*$_e$ - числами. 3)* четырьмя квантовыми числами *n, l,m*$_l$ *,m*$_s$ (*m*$_s$ - магнитное спиновое квантовое число).

Вариант №5

1. В основу теории Бора какая из следующих моделей атома положена? 1) Классическая модель атома Томсона. 2) * Планетарная модель атома Резерфорда. 3) Обе модели положены в основу теории Бора.

2. Что определяет Ψ - функция?

1)* Возможное квантовое состояние движения электрона в атоме. 2) Траекторию движения электрона. 3) Возможные значения квантовых чисел.

3. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найти ширину ямы, если разность энергии между уровнями с n_1 =2 и n_2 =3 составляет $\Delta E = 0.30 эВ$.

1) * $l = 2{,}5 нм$ 2) $l = 4{,}5 нм$ 3) $l = 6 нм$

4. Вычислить фактор Ланде для атомов: а) в s-состояниях; б) в синглетных состояниях $g = 1 + \frac{I(I+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2j(j+1)}$

1) а) $g_s = 3$; б) g=2 2) * а) $g = 2$; б) g=1 3) а) $g = 1$; б) g=2

5. Атом находится в состоянии с квантовыми числами L и S. Определить максимально возможный полный механический момент.

1) $N = \frac{h}{2\pi\sqrt{L(L+1)}}$ 2) $N = \frac{h}{2\pi\sqrt{S(S+1)}}$ 3) * $N = \frac{h}{2\pi\sqrt{j(j+1)}}$

Вариант №6

1. В основу вывода объединенной формулы Бальмера какой постулат Бора положен?

1) Первый постулат Бора. 2) Второй постулат Бора. 3) * Третий постулат Бора.

2. согласно решению уравнения Шредингера энергия атома определяется выражением $E_n = -\frac{2\pi^2 m z^2 e^4}{n^2 h^2}$. Чему равна степень выраждения при данном квантовом числе n?

1) 2n 2) * n^2 3) n^3

3. Две одинаковые нерелятивистские частицы движутся перпендикулярно друг к другу с дебройлевскими длинами волн $\lambda_1 и \lambda_2$. Найти дебройлевскую длину волны обеих частиц в системе их центра масс.

1) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2\sqrt{\lambda_1^2+\lambda_2^2}}$ 2) $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2+\lambda_2^2}}$ 3) * $\frac{2\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2+\lambda_2^2}}$

4. Определить спиновой механический момент атома в состоянии $Д_2$, если максимальное значение проекции магнитного момента в этом состоянии равно четырем магнитонам Бора.

1) * $\mu_S = 2\sqrt{3}h$ 2) $\mu_S = \sqrt{5}h$ 3) $\mu_S = 3\sqrt{7}h$

5. Что гласит правило Хунда?

1) Наименьшая энергия у терма с минимальным значением спинового квантового числа S. 2) Наименьшая энергия у терма с максимальным квантовым числом L. 3) * Наименьшая энергия у терма с максимальным значением S при данной электронной конфигурации и максимально возможным при этом $S_{мах}$ значении L.

Вариант №7

1. Почему теория Бора не смогла объяснить спектральные закономерности гелия?

1) Бор пользовался только классической физикой. 2)* Бор пользовался классической механикой и квантовыми закономерностями излучения, допуская логическую непоследовательность. 3) Бор учитывал только квантовые закономерности излучения.

2. Решение уравнения Шредингера для щелочного элемента и атома водорода весьма похожи, в отличие от атома водорода для щелочного элемента выраждения по орбитальному числу l снимается. Почему это происходит?

1) * В атоме водорода электрон движется в центральном поле, а в атоме щелочного элемента валентный электрон движется в поле атомного остатка, поле которого нецентральна. 2) В атоме щелочного элемента много электронов. 3) Снятие вырождения по квантовому числу l связано с числом протонов в ядре.

3. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону. Чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 100 до 50 пМ.

1) 5 кэВ 2) * 0,45 кэВ 3) 12 кэВ.

4. В силу какого принципа атомы отталкиваются при проникновении их полностью заполненных оболочек?

1) Принципа детального равновесия. 2) * Принципа Паули. 3) Принципа дополнительности Гейзенберга.

5.Единственная незаполненная подоболочка некоторого атома содержит три электрона, причем основной терм атома имеет L= 3. Найти с помощью правил Хунда спектральный символ основного состояния данного атома.

1) $^3D_2$ 2) $^2P_{1/2}$ 3) * $^4F_{3/2}$

Вариант №8

1. Какие опыты подтвердили гипотезу де-Бройля о том, что частицы обладают волновыми свойствами?

1) Опыты по прохождению электронов через газ. 2) * Опыты Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов на кристаллических решетках. 3) Опыты по взаимодействию γ-квантов с веществом.

2. Из приведенных ниже формул какая формула относится к резонансной линии атома лития.

1) * $K_1 = 1/\lambda_1 = R/(2+\sigma_s)^2 - R/(2+\sigma_p)^2$ 2) $K_2 = 1/\lambda_2 = R/(2+\sigma_s)^2 - R/(3+\sigma_p)^2$

3) $K_3 = 1/\lambda_3 = R/(2+\sigma_p)^2 - R/(3+\sigma_s)^2$.

3. Найти дебровлейскую длину волны молекул водорода, соответствующую наиболее вероятной скорости при комнатной температуре.

1) 50 пм; 2) * 128 пм; 3) 150 пм.

4. Используя правило Хунда, найти основной терм атома, незаполненная оболочка которого содержит три р- электрона.

1) $^3P_1$ 2) $^1D_{5/2}$ 3) * $^4S_{3/2}$.

5. При каких условиях возникает характеристическое рентгеновское излучение?

1) Характеристическое излучение возникает при торможении электронов.

2) Характеристическое излучение связано с оптическими электронами.

3) * Характеристическое рентгеновское излучение при переходе электронов между внутренними оболочками.

Вариант №9

1. Какие частицы обладают волновыми свойствами?

1) Электроны. 2) Протоны. 3) Нейтроны. 4) α - частицы. 5)* Все частицы как заряженные, так и нейтральные.

2. Чем объясняется дублетная структура термов щелочных металлов?

1) Взаимодействием валентного электрона с остальными электронами в атоме. 2) * Спино-орбитальным взаимодействием. 3) Взаимодействием орбитального магнитного момента валентного электрона с ядерным магнитным моментом.

3. Вычислить дебровлейскую длину волны электрона, имеющего энергию 100 эВ.

1) * 1,2 $\overset{0}{A}$ 2) 4 $\overset{0}{A}$ 3) 6 $\overset{0}{A}$.

4. Вычислить в магнитонах Бора магнитный момент атома: а) в ^1F- состоянии; б) в состоянии $^2Д_{3/2}$.

1)* а) $\mu = \sqrt{12}\mu_Б$ б) $\mu = \sqrt{3/5}\mu_Б$; 2) а) $\mu = \sqrt{6}\mu_Б$ б) $\mu = \sqrt{7/2}\mu_Б$; 3) а) $\mu = \sqrt{8}\mu_Б$ б) $\mu = \sqrt{7/2}\mu_Б$

5. Каково условие магнитного резонанса?

1) $h\omega = g\mu_B$ 2) * $h\omega = g\mu_B H$ 3) $E = mc^2$

Вариант №10

1. Какова природа волн де Бройля?

1) Пакет волн де Бройля образуют частицу. 2) Волны де Бройля - электромагнитные волны. 3) Волны де Бройля - механические волны. 4)* волны де Бройля есть волны вероятности.

2. Чем определяется тонкая структура спектральных линий?

1) * Спино - орбитальным взаимодействием и релятивистским эффектом зависимости массы атомного электрона от скорости его движения вокруг ядра. 2) Релятивистским эффектом зависимости массы электрона от скорости. 3) Взаимодействием электронов с ядром.

3. Вычислить радиус первой боровской орбиты и скорость на ней для атома водорода: $r_n = \dfrac{n^2h^2}{4\pi^2 mzl^2}$ $v_n = \dfrac{2\pi zl^2}{nh}$

1) * $r = 0{,}529 \cdot 10^{-8} см; v = 2{,}18 \cdot 10^6 \dfrac{м}{сек}$ 2) $r = 6{,}38 \cdot 10^{-7} см; v = 7{,}11 \cdot 10^5 \dfrac{м}{сек}$

3) $r = 5{,}27 \cdot 10^{-8} см; v = 4{,}38 \cdot 10^6 \dfrac{м}{сек}$

4. Найти кратность вырождения состояния ^2P с максимально возможным полным механическим моментом.

1) * 4 2). 6 3) 5.

5. Какой тип связи в молекуле водорода.

1) Ионная связь. 2) Электромагнитная связь. 3) * Ковалентная связь.

Вариант №11

1. Почему в спектре гелия имеются две главные серии, две резкие и две диффузные серии?

1) Из-за необходимости учета энергии электростатического взаимодействия электронов. 2) * Из-за интеркомбинационного запрета ΔS=0 (при радиационных переходах спиновое квантовое число S не меняется). 3) Из-за взаимодействия электронов с ядром.

2. В чем заключается принцип Паули?

1) * в любой физической системе (в частности в атоме) не может существовать двух и более электронов в одном и том же квантовом состоянии. 2) в атоме в одном и том же квантовом состоянии может находится не более двух электронов. 3) в атоме в одном квантовом состоянии может находится не более 3-х электронов.

3. * Покоящийся ион He^+ испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Этот фотон вырвал электрон из атома водорода, который находился в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.

1) $v = 8 \cdot 10^5 \frac{м}{сек}$ 2) $v = 10^6 \frac{м}{сек}$ 3) $v = 3{,}1 \cdot 10^6 \frac{м}{сек}$

4. * Определить суммарную кратность вырождения 3D состояния атома лития. Каков физический смысл этой величины?

1) Кратность вырождения равна пяти. 2) Кратность вырождения равна 10^{Th}. 3) Кратность вырождения равна $3^м$.

5. Почему спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным и имеет коротковолновую границу?

1) * Спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным из-за того, что часть энергии электрона идет на излучение, а оставшаяся часть энергии как тепло передается аноду. 2) Спектр является сплошным из-за различия энергии электронов. 3) Из-за электростатического отталкивания электронов.

Вариант №12

1. Состояния атома гелия 2^1S_0 и 2^3S_1 называются метастабильными. Почему из этих возбужденных состояний атом гелия не может переходит в основное состояние 1^1S_0 или 1^3S_1.

1) Правило отбора по магнитному квантовому числу $\Delta\mu_j$=0, ±1 запрещает такие переходы. 2) * Такие переходы запрещается по правилу отбора по орбитальному квантовому числу $\Delta l = \pm 1$. 3) Такие переходы запрещены по интеркомбинационному запрету $\Delta S = 0$.

2. На каких принципах основано объяснение периодической системы элементов Менднлеева?

1) На положении принципа о квантовых числах n, l, m_l, m_s. 2) На принципе Паули. 3) На принципе – система устойчива тогда, когда находится в состоянии с наиболее низкой возможной энергией. 4) * На всех трех принципах.

3. Покоившийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрел атом?

1) $v = 10^{-3} \frac{м}{сек}$ 2) $v = 10^2 \frac{м}{сек}$ 3) * $v = 3{,}25 \frac{м}{сек}$

4.Установить какие из нижеперечисленных переходов запрещены правилами отбора.

1) ${}^2D_{3/2} \to {}^2P_{1/2}$ 2) ${}^3P_1 \to {}^2S_{1/2}$ 3) * ${}^3F_3 \to {}^3P_2$ 4) ${}^4F_{7/2} \to {}^4D_{5/2}$

5. При образовании кристаллов из атомов в кристалле возникают разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Почему?

1) Из-за требования закона сохранения энергии. 2) * К зонной энергетической структуре твердых тел приводит принцип Паули. 3) К зонной структуре твердых тел приводит соблюдение законов сохранения.

Вариант №13

1. Сколько возможно квантовых состояний движения электронов в атоме при данном главном квантовом числе n с учетом спина электрона?

1) n^2 2) * $2n^2$ 3) 2n+1.

2. В чем заключается правило Хунда?

1) Самым глубоким термом является тот терм, с которым связано наибольшее внутреннее магнитное квантовое число m_j. 2) * Среди термов атома самым глубоким является тот, который связан с наибольшим значением спинового квантового числа S, а среди термов с равным S_+ - тот, который связан с наибольшим значением орбитального квантового числа L. 3) Среди термов атома самым глубоким является тот терм, который связан с наибольшим значением внутреннего квантового числа j.

3. Найти энергию связи электрона в основном состоянии водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны третьей линии серии Бальмера равна 108,5 нм.

1) $E_{св}$ =24эВ 2) * $E_{св}$ =54,4 эВ 3) $E_{св}$ =40эВ.

4. Атом находится в состоянии мультиплетность которого равно трем, а полный механический момент $h\sqrt{20}$. Каким может быть квантовое число L?

1) L=1,2 2) L=1,2,6 3) * L=3,4,5.

5. Чем отличаются диэлектрики от проводников?

1)* У диэлектриков ширина запрещенной зоны больше чем у проводников. 2) Отсутствием зоны проводимости. 3) Частичным заполнением валентной зоны.

Вариант №14

1. Когда возникает характеристическое рентгеновское излучение? 1. При торможении электронов у антикатода. **2.** * При переходе электронов с верхних внутренних оболочек на нижние с соблюдением правил отбора. **3.** При переходе валентного электрона с внешнего на внутренний уровень.

2. Почему снимается вырождение по магнитному квантовому числу, когда атом находится во внешнем магнитном поле?

1)*Атом приобретает дополнительную энергию из-за взаимодействия магнитного момента атома с магнитным полем. 2) Из-за электростатического взаимодействия электронов оболочки друг с другом. 3) Из-за принципа Паули.

3. Вычислить постоянную Ридберга, если известно, что для ионов He^+ разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана $\Delta\lambda = 133{,}7 нм$.

1) $R = 2\cdot 10^{13} сек^{-1}$ 2) * $R = 2{,}07\cdot 10^{16} сек^{-1}$ 3) $R = 3\cdot 10^{16} сек^{-1}$

4. Известно, что в F и D – состояниях число возможных значений квантового числа j одинаково и равно пяти. Определить спиновой механический момент в этих состояниях.

1) $m_{s\max} = \hbar\sqrt{5}$ 2) * $m_{s\max} = \hbar\sqrt{6}$ 3) $m_{s\max} = \hbar\sqrt{4}$.

5. Что нужно для наличия проводимости в твердом теле? 1) Полностью заполненная электронами валентная зона. 2) * Свободные энергетические уровни в зоне проводимости и в валентной зоне твердого тела. 3) Наличие разности потенциалов.

Вариант №15

1. Когда имеет место сложный эффект Зеемана? 1) В сильном магнитном поле. 2) * в слабом магнитном поле. 3). В переменном магнитном поле.

2. Какой тип связи осуществляется в кристаллах германия и кремния?

1) Ионная связь. 2) * Ковалентная связь. 3) Металлическая связь. 4) Межмолекулярная связь.

3. Найти квантовое число n, соответствующее возбужденному состоянию ион He^+, если при переходе в основное состояние этот ион испустил последовательно два фотона с длинами волн 108,5 и 30,4.
1) n=6 2) n=3 3) * n=5.

4. найти максимально возможный полный механический момент и соответствующее спектральное обозначение терма атома натрия, валентный электрон которого имеет главное квантовое число n=4.

1) ${}^1F_{3/2}, m_{\max} = \hbar\sqrt{30}$ 2) * ${}^2F_{7/2}, m_{\max} = \hbar\sqrt{63/4}$ 3) ${}^3F_{6/2}, m_{\max} = \hbar\sqrt{23}$

5. какие процессы происходят при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

1) Рассеяние рентгеновских квантов. 2) Фотоэлектрическое поглощение. 3) Возникновение позитронно-электронных пар. 4) * Все эти явления.

Вариант №16

1. Что происходит с атомными энергетическими уровнями при объединении атомов в твердое тело?
1) Сокращается число энергетических уровней. 2) Увеличивается число энергетических уровней. 3) * Энергетические уровни атома превращаются в энергетические зоны, между которыми имеются запрещенные энергетические зоны. Число уровней не меняется. Число уровней определяется количеством атомов, образовавших кристалл.

2. Какое из нижеперечисленных выражений является условием парамагнитного резонанса?

1) $\hbar\omega^2 = q^3 m_b H$ 2). * $\hbar\omega = q\ m_b H$ 3) $\hbar^2\omega = \sqrt{q}\ m_b H$

3. Энергия связи электрона в основном состоянии атома гелия E_0 =24,6 эВ. Найти энергию удаления обоих электронов
1) 40эВ 2) 50 эВ 3) * 79 эВ.

4. Найти возможные значения полных механических моментов атомов, находящихся в состояниях ^{4}Р и ^{5}Д.

1) * Для ^{4}Р состояния $\hbar\sqrt{3/4}; \hbar\sqrt{15/4}; \hbar\sqrt{35/4}$. Для ^{5}Д состояния $0; \hbar\sqrt{2}; \hbar\sqrt{6}; \hbar\sqrt{12}; \hbar\sqrt{20}$

2) Для ^{4}Р состояния $\hbar\sqrt{3}; \hbar\sqrt{15/2}; \hbar\sqrt{35}$ 3) Для ^{5}Д состояния $\hbar\sqrt{4}; \hbar\sqrt{7/2}; \hbar\sqrt{9/2}; \hbar\sqrt{12/3}$

5. Чем отличается собственная проводимость полупроводника от примесной проводимости?

1) Примесная проводимость обеспечивается примесями, при этом проводимость может быть, как дырочной, так и электронной.

2) Собственная проводимость обеспечивается электронами и дырками. При этом плотность дырок равна плотности электронов. 3) Примесную проводимость можно регулировать в широких пределах.

Варианты	Номера ответов				
	1	2	3	4	5
№1	3	2	3	1, 4	1
№2	2	2	1	3	4
№3	2	1	1	3	2
№4	5	3	1	2	3
№5	2	1	1	2	3
№6	3	2	3	1	3
№7	2	1	2	2	3
№8	2	1	2	3	3
№9	5	2	1	1	2

№10	4	1	1	1	3
№11	2	1	3	2	1
№12	2	4	3	3	2
№13	2	2	2	3	1
№14	2	1	2	2	2
№15	2	2	3	2	4
№16	3	2	3	1	1

Указанные тесты взяты из пособия:

1. Мутаева, Гайбат Ихласовна**.** Тестовые задания по физике: учеб. пособие / Мутаева, Гайбат Ихласовна, А.З. Эфендиев; Федерал. агентство по образованию, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала: Изд-во ДГУ, 2009. - 34 с. - 21-00.

Контрольные задания для проведения текущего контроля по практическим занятиям:

Модуль 1.

Корпускулярные свойства волн. Фотоны и волны. Схема опыта Комптона. Квантовая теория эффекта Комптона. Комптоновская длина волны. Энергия рассеянного фотона. Энергия отдачи электрона. Задачи: №1.4- 1.8; №1.11- 1.15 (|1|.ч.1)

Волновые свойства корпускул. Гипотеза де Бройля, уравнения де Бройля Задачи: №2.3 -2.9- и 2.18. – 2.28(|1|.ч.1).

Дискретность атомных состояний. Потенциалы возбуждения и ионизации, формула энергии атома, обобщенная формула Бальмера. Задачи: № 3-1 - 3.33 (|1| ч.1).

Модуль 2.

Магнитный и механический моменты атома. Квантовые числа, характеризующие атом, спиновый, орбитальный и полный моменты атома. Мультиплетное расщепление атома. Задачи: № 1.10 – 1.21 (|2| ч.2).

Многоэлектронные атомы. Символическое обозначение атома. Ридберговские термы. Задачи: № 2.1 – 2.21 из части 2 литературы 2.

Взаимодействие атома с магнитным полем. Смысл слабого и сильного поля. Сложный и простой эффекты Зеемана. Задачи: № 1.1- 1.6 (|2|.ч.2).

1. Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. М.: Лань 2006. 368 с.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - ***Текущий контроль*** включает:

- посещение занятий __10__ **бал.**
- активное участие на лекциях __ 15__**бал.**
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60__**бал.**
- и др. (доклады, рефераты) ___15__ **бал.**

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий 10 **бал.**

- активное участие на практических занятиях 15 бал.
- выполнение домашних работ 15 бал.
- выполнение самостоятельных работ 20 **бал.**
- выполнение контрольных работ 40 **бал.**

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

3. Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.
4. Шпольский Э.В. Атомная физика Т.1. Введение в атомную физику. М. Лань. 2010. 560 с.
5. Шпольский Э.В. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. М.: Лань. 2010. 448 с.
6. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика /Д.В. Сивухин.– М.: Физматлит, 2002. Т.5. – 784 с.
7. Попов А.М., Тихонова О.В. Лекции по атомной физике, М.: Физ. фак. МГУ, 2007
8. Сборник задач по атомной физике. М: Физфак МГУ, 2010 (под редакцией С.С. Красильникова, А.М. Попова, О.В. Тихоновой).
9. Матышев А.А. Атомная физика. Том 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Матышев. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. - 531 с. - 978-5-7422-4209-3. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/43939.html
10. Матышев А.А. Атомная физика. Том 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Матышев. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. - 344 с. - 978-5-7422-4210-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/43940.html

б) дополнительная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. М.: Лань 2006. 368 с.
2. Лорд Л., Лубуров Д. Практическая спектроскопия, М.: Наука,1950.
3. Гуляев А.В., Красильников С.С., Попов А.М., Тихонова О.В., Харин В.Ю. Сто одиннадцать задач по атомной физике, М.: МГУ, 2012.
4. Мутаева Г.И., Эфендиев А.З. Электронная база тестовых заданий для проверки приобретенных знаний. Махачкала 2009. 500 заданий.
5. Мутаева Г.И., Эфендиев А.З. Тестовые задания по физике. Учебное пособие. Махачкала издательство ДГУ. 2009. 34 с.
6. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной физике и ядерной физике /И.Е. Иродов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 215 с.
7. Кислов А.Н. Атомная физика: учебное пособие / А.Н. Кислов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 139 с
8. Фано У., Фано Л. Физика атомов и молекул, М.: Наука, 1980
9. Милантьев В.П. Физика атома и атомных явлений. Издательство: Абрис, 2012. 399 с.
10. Физика атомного ядра [Электронный ресурс]: учебное пособие /. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, Золотой колос, 2014. — 129 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64795.html

11. Специальные методы измерения физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Федоров [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2014. - 130 с. - 2227-8397.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68146.html

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

Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.

2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.

3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010

4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ https://e.lanbook.com/. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г.

5. Научная электронная библиотека http: //elibrary.ru. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г.

6. Национальная электронная библиотека https://нэб.рф/. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.

7. Scopus

Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. https://www.scopus.com

8. Wiley Online Library

Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. https://onlinelibrary.wiley.com/

9. Международное издательство Springer Nature

Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к

содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки https://link.springer.com/

10. Журналы American Physical Society

Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. http://journals.aps.org/about

11. Журналы Royal Society of Chemistry

База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. http://pubs.rsc.org/

12. Журнал Science (AAAS) http://www.sciencemag.org/
13. Единое окно http://window.edu.ru/ (интернет ресурс)
14. Дагестанский региональный ресурсный центр http://rrc.dgu.ru/
15. Нэикон http://archive.neicon.ru/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.

Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика атома".
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;
- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам.

а) Примерные вопросы для самоподготовки (перечень вопросов к зачету по дисциплине «Физика атома»).

1. В чем проявляется и чем обусловлен эффект Комптона?
2. Каков вид формулы, описывающей эффект Комптона?
3. Почему эффект Комптона удается наблюдать лишь в опытах с рентгеновским излучением?
4. Почему в рассеянном излучении появляется несмещенная частота?
5. Почему при рассеянии высокоэнергетических гамма – квантов несмещенной частоты не наблюдается?
6. Изложить принципиальную схему наблюдения индивидуальных актов столкновения фотонов с электронами.
7. Изобразить на рисунке схему установки Комптона.
8. Какие выводы были сделаны после опытов Комптона?
9. Описать модель атома Томсона и вывести формулу для радиуса атома исходя из этой модели.
10. В чем недостаток классической модели Томсона?
11. Какую модель строения атома предложил Резерфорд?
12. Какие результаты были получены в опытах Резерфорда по наблюдению рассеяния альфа-частиц при их прохождении через тонкие слои вещества?
13. Какую постоянную определяет отношение скорости электрона на орбите к скорости света в вакууме?
14. Сформулировать квантовые постулаты Бора.
15. В чем заключается новизна представлений о свойствах атомов в теории Бора.
16. Используя постулаты Бора вывести формулы для радиусов боровских орбит и полной энергии атома.
17. Используя постулаты Бора, вычислить кинетическую, потенциальную и полную энергию электрона в атоме водорода.
18. Какие состояния атома называются стационарными?
19. Какое состояние считается основным и какие – возбужденными?
20. Как описываются состояния атомов с помощью энергетических диаграмм?
21. В чем состоят главные недостатки теории Бора? Зарисовать схему опытов Франка и Герца.
22. Объяснить результаты опытов Франка и герца.

23. Какова длина волны излучения, испускаемого атомами ртути при напряжении 4,9 В между катодом и сеткой?
24. Как объясняется происхождение линейчатых спектров теорией Бора?
25. Почему линейчатые спектры у каждого химического элемента свои, а все атомы одного химического элемента излучают свет с одинаковым линейчатым спектром?
26. Какое соотношение между квантовыми и классическими законами устанавливается принципом соответствия Бор?
27. В чем суть гипотезы де Бройля?
28. Какие эксперименты свидетельствуют о существовании волновых свойств частиц вещества?
29. Каков физический смысл неопределенностей для координаты и импульса?
30. Каков физически смысл неопределенностей для энергии и времени?
31. В чем заключается принципиальное отличие квантово-механического описания системы от классического описания?
32. Какие сведения о квантово-механической системе можно получить на основании решения уравнения Шредингера?
33. Каковы требования, предлагаются к волновой функции?
34. Квантуется ли энергия свободной частицы?
35. Что такое нулевые колебания?
36. Перечислить математические требования к волновой функции.
37. В чем состоит фундаментальное свойство стационарного состояния, называемое его единством?
38. Чем отличаются статистические закономерности квантовой механики от статистических закономерностей классической механики?
39. В чем отличие принципа суперпозиции квантовой механики от принципа суперпозиции классической физики?
40. Сформулировать условия на границах бесконечно глубокой ямы и ямы конечной глубины.
41. Может ли частица проникнуть в некоторую область пространства с нарушением закона сохранения энергии?

43. Каково принципиальное отличие энергетического спектра щелочных элементов от энергетического спектра атома водорода?

44. Сформулировать правила отбора для переходов оптического электрона в щелочных металлах

45.Какими переходами обусловлено излучение резонансной линии, главной серии, диффузной серии и резкой серии?

46.Чем вызван дублетный характер линий излучения атомов щелочных элементов?

47.В чем состоит сущность спин-орбитального взаимодействия?

48.Чему равны потенциалы ионизации атомов однократно ионизованного гелия и двукратно ионизованного лития?

49. Чем определяется тип связи, которой осуществляется образование полного момента атома?

50. В каких пределах может изменяться фактор Ланде?

51. Как классифицируются состояния атома по квантовым числам полного спина, орбитального момента и полного момента атома?

52.Чему равна ларморова частота прецессии атома в магнитном поле?

53. Чем определяется мультиплетность термов атомов при L- S- связи?

54. Чем определяется мультиплетность линий излучения при оптических переходах?

55.Сформулировать правило мультиплетностей атомов.

56.Какие квантовые числа входят в символическое обозначение состояния атома?

56.Какие состояния являются вырожденными и чему равна кратность вырождения без учета спина электрона и с учетом?

57.Каково символическое обозначение оболочек и подоболочек атома?

58.Как можно вычислить максимальное число электронов, содержащихся в подоболочке и оболочке атома?

59.Сформулировать принцип Паули.

60. Сформулировать принцип минимальной энергии.

61.Сформулировать правило Гунда и показать последовательность заполнения электронных состояний в пределах подгруппы.

62. Каковы причины различия между реальной и идеальной схемами заполнения электронных оболочек атомов в таблице Менделеева?

63. При каких допущениях возможна идеальная схема заполнения электронных оболочек атомов?

64. Каков физический смысл внутреннего квантового числа?

65. Сколько ориентаций орбитального магнитного момента возможно в d- состоянии электрона?

66. Какова максимальная мультиплетность атомов с четным числом электронов?

67. Какова максимальная мультиплетность атомов с нечетным числом атомов?

68.Перечислить первый набор квантовых чисел, которыми характеризуется состояние электрона.

69. Перечислить второй набор квантовых чисел, которыми характеризуется состояние электрона.

70. Перечислить квантовые числа, которыми характеризуется состояние атома.

72. Какова причина не коллинеарности полного магнитного момента атома полному механическому моменту?

73. К чему приводят различия гиромагнитных отношений для орбитального движения и спина?

74.Что называется гиромагнитным отношением?

75.Что является источником атомного магнетизма?

76.Какие значения может принимать проекция орбитального магнитного момента на заданное направление?

77.Чему равен модуль орбитального магнитного момента?

78.Какой смысл имеет угол между направлением магнитного момента и заданным направлением?

79.Чему равен модуль спинового магнитного момента?

80. Чему равен модуль орбитального механического момента?

81. Чему равен модуль спинового механического момента?

82.Сколько значений может принимать проекция полного механического момента при значении внутреннего квантового числа, равного 2?

83. Каково разительное отличие квантового представления об орбитальном моменте от классического?

84.Какому отличию квантового представления об орбитальном моменте от классического нельзя дать классическую интерпретацию?

Перечень вопросов к экзамену

Развитие атомистических представлений об излучении

1. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. “Ультрафиолетовая катастрофа”.
2. Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта.
3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект.

4. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона. Природа электромагнитного излучения.

Волновые свойства частиц

5. Корпускулярно-волновая двойственность свойств электромагнитного излучения.
6. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера).
7. Свойства волн де Бройля.
8. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Строение атома и теория Бора

9. Спектральные серии атома водорода. Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Рица.
10. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров.
11. Ядерная модель атома (модель Резерфорда). Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц. Формула Резерфорда. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки.
12. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца).
13. Элементарная боровская теория атома водорода. Теория строения водородободобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора.
14. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.

Физические основы квантовой механики

15. Основные положения квантовой механики. Операторы в квантовой механике (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии).
16. Операторы важнейших физических величин: оператор координаты, оператор импульса, оператор вектора импульса, оператор момента импульса, оператор квадрата момента импульса, оператор проекции момента импульса, оператор кинетической энергии, оператор потенциальной энергии, оператор полной энергии.
17. Волновое уравнение Шредингера. Временное и стационарное уравнения Шредингера.
18. Движение свободной частицы в одномерной потенциальной яме. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор в квантовой механике.
19. Прохождение частиц через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности. Туннельный эффект.
20. Квантово-механическое описание атома водорода: уравнение Шредингера, энергия, квантовые числа, энергетический спектр.
21. Электрон в водородоподобном атоме. 1s – состояние электрона в атоме водорода.
22. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.

Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме

23. Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
24. Нормальное и возбужденные состояния атома водорода.
25. Снятие вырождения состояний в атоме водорода: снятие вырождения состояний по магнитному квантовому числу, снятие вырождений по орбитальному квантовому числу.

26. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа.
27. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде.
28. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.

Структура и спектры сложных атомов

29. Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.
30. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов.
31. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном Магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).

Молекулярные спектры

32. Элементарные сведения о строении молекул. Энергия молекулы. Особенности молекулярных спектров.
33. Квантование колебательных и вращательных уровней молекул. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.

Рентгеновское излучение.

34. Рентгеновское излучение. Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
35. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.
36. Вынужденное излучение. Элементы физики лазеров.

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

Учебная и научная литература по курсу. Видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания. Свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ общего назначения.

Операционные системы: семейства Windows (не ниже Windows XP).

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

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума – 2 лаб.
- При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.
- Комплект мультимедийных слайд-лекций по основным разделам дисциплины.
- Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.