


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

УТВЕРЖДЕНО

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

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физика элементарных частиц
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра Физического материаловедения
Курс	3

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

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

Форма обучения: **очная**

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

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

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

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

Сведения о разработчиках:


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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ФМ

/В.Н. Голованов/

13 июня 2020 г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

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

Задачи освоения дисциплины:

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП, ОПОП:

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

Дисциплина читается в 5 семестре 3 курса и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения курса физики и математики в средней школе.

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


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

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

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

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

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

(МОДУЛЯ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	<p>Знать: основные принципы и законы физики, их математическое выражение; границы применимости физических моделей и гипотез; основные физические явления, методы их наблюдения и экспериментального исследования; основные методы измерения физических величин, простейшие методы обработки результатов эксперимента и основные физические приборы.</p> <p>Уметь: применять знания физики в области материаловедения и технологии материалов; правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели; учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения; анализировать результаты эксперимента и делать правильные выводы; оценивать точность окончательного результата; вести запись измерений и расчетов аккуратно, ясно и кратко; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа.</p> <p>Владеть: методами физического анализа в области материаловедения и технологии материалов; методами экспериментального исследования в физике (планирование, постановка и обработка эксперимента).</p>
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>Знать: основные законы и явления микромира.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания в практической деятельности.</p> <p>Владеть: методами и приборами измерения физических величин, анализа оптических спектров атомов и двухатомных молекул.</p>
ПК-12 готовностью работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	<p>Знать: основные методы и приемы работы на исследовательском оборудовании.</p> <p>Уметь: практически применять теоретические знания, методы теоретического и экспериментального исследования при решении физических задач.</p> <p>Владеть: методами и приборами измерения физических величин, анализа оптических спектров атомов и двухатомных молекул.</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) -33Е

4.2. по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		5	1-4, 6-8
1	2	3	4


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

Контактная работа обучающихся с преподавателем	108	108	—
Аудиторные занятия:			—
Лекции	36	36	—
практические и семинарские занятия	36	36	—
лабораторные работы (лабораторный практикум)	36	36	—
Самостоятельная работа	72	72	—
Текущий контроль (количество и вид: контр. работа, коллоквиум, реферат)	Ответы на вопросы при защите лабораторных работ, контр. работы	Ответы на вопросы при защите лабораторных работ, контр. работы	—
Курсовая работа	—	—	—
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен (36)	—
Всего часов по дисциплине	216	216	—


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

Форма обучения очная


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1. Развитие квантовых представлений						
1. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон	7	2	2	1		2

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

Вина.						
2. Корпускулярные свойства света. Законы фотоэффекта. Эф-т Комптона.	5	1	1	1		2
Раздел 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда						
3. Квантование действия. Квантовый осциллятор.	4	1	1			2
4. Модель атома Бора. Опыты Франка и Герца.	6	2	2			2
Раздел 3. Основные положения квантовой механики						
5. Волновые свойства частиц. Стат. смысл волновой функции. Стандартные требования.	5	1	1			2
6. Операторы	4	1	1			2
7. Уравнение Шредингера. Свойства в-х функций. В-я функция и уровни энергии частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме.	5	1	1	1		2
8. Решение ур-я Шредингера для потенциального барьера. Туннельный эффект.	4	1	1			2
Раздел 4. Атомы с одним валентным электроном						
9. Решение ур-я Шредингера для водородоподобного атома. Квантовые числа.	5	1	1	1		2
10. Вер-ть пространственного распределения электрона в	5	1	1	1		2

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

атоме.						
11. Спектры водородоподобных атомов.	5	1	1	1		2
12. Щелочные металлы.	4	1	1	1		2
Раздел 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле						
12. Гиромагнитное отношение. Опыт Штерна-Герлаха.	7	2	2	1		2
13. Тонкая структура уровней энергии	3	1	1			1
Раздел 6. Механические и магнитные моменты многоэлектронных атомов						
14. Механические моменты атомов. Правила сложения моментов. Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.	4	1	1			2
15. Объяснение аномального эффекта Зеемана.	4	1	1	1		1
16. Магнитный резонанс.	5	1	1	1		2
Раздел 7. Теория периодической системы элементов						
17. Классификация электронных состояний.	4	1	1			2
18. Основные термы атомов. Правила Хунда.	5	1	1	1		2
19. Рентгеновские спектры.	4	1	1			2
Раздел 8. Строение и свойства молекул						
20. Природа химических сил. Валентность.	7	2	2	1		2
21. Энергетические уровни двухатомной молекулы.	7	2	2	1		2
Раздел 9. Квантовые свойства твёрдых тел						
22. Спектр	4	1	1			2

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

энергий электронов.						
24. Энергетические зоны.	5	1	1	1		2
Раздел 10. Квантовые генераторы						
22. Спонтанные и вынужденные переходы в веществе.	3	1	1			2
23. Усиление света	3	1	1			1
24. Квантовые системы с тремя уровнями.	4	1	1	1		1
Раздел 11. Процессы в плазме						
25. Характерные свойства плазмы.	6	2	2	1		1
26. Неупругие столкновения электронов с атомами.	5	1	1	1		2
27. Электропроводность плазмы.	5	1	1	1		2
Экзамен	36					
Итого	216	36	36	36		72

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА


Раздел 1. Развитие квантовых представлений

- Темы:** 1. Две точки зрения на природу света. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса.
2. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.
3. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта с волновой точки зрения.
4. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны.
5. Рассеяние электромагнитных волн на электронах.
6. Классический подход. Томсоновское рассеяние электромагнитных волн.
7. Эффект Комптона. Объяснение эффекта Комптона.
8. Дифракция света на двух щелях. Объяснение с волновой и корпускулярной точек зрения.

Раздел 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда

9. Квантование действия. Спектры энергии квантовых систем. Частица в потенциальной яме бесконечной глубины. Квантовый осциллятор.
10. Экспериментальные основания квантовой теории атомов. Атомные спектры. Планетарная модель атома и её несостоятельность.
11. Круговые орбиты водородоподобных атомов. Спектр их энергий.
12. Спектры излучения и поглощения света атомом водорода. Постоянная Ридберга. Изотопический сдвиг. Недостатки старой квантовой теории.

Раздел 3. Корпускулярно-волновые свойства частиц вещества. Основные положения

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

квантовой механики

13. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Экспериментальное обнаружение волновых свойств микрочастиц. Опыты Девиссона и Джермера.
14. Мысленный опыт по дифракции электронов на двух щелях. Амплитуда вероятности. Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Стандартные требования.
15. Решение уравнения Шредингера для свободно движущейся частицы. Нормировка плоских волн.
16. Локализованная частица. Принцип суперпозиции. Вероятность найти определённое значение импульса. Соотношение неопределённостей.
17. Средние значения физических величин. Операторы. Основной постулат квантовой механики.
18. Роль собственных значений операторов. Собственные состояния. Задача на собственные значения оператора энергии.
19. Вероятности дозволённых значений физических величин. Условие одновременной измеримости различных динамических переменных.
20. Квантование проекции момента импульса, квадрата момента импульса и энергии ротатора.
21. Решение уравнения Шредингера в задаче о частице в потенциальной яме бесконечной глубины. Спектр энергий частицы. Набор волновых функций.
22. Туннельный эффект. Барьер произвольной формы.

Раздел 4. Атомы с одним валентным электроном

23. Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Орбитальное и магнитное квантовые числа.
24. Понятие о решении радиальной части уравнения Шредингера для частицы в кулоновском поле. Квантовые числа. Вырождение состояний.
25. Радиальная зависимость плотности электронного облака в атоме водорода.
26. Уровни энергии атомов щелочных металлов. Разрешенные переходы. Спектры излучения атомов щелочных металлов.

Раздел 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле


27. Орбитальный магнитный момент электрона. Квантование магнитного момента и его проекции. Магнетон Бора. Магнитный момент во внешнем маг-ном поле.
28. Микрочастица во внешнем магнитном поле. Объяснение простого эффекта Зеемана.
29. Гипотеза о спине. Опыт Штерна и Герлаха.
30. Полный момент импульса электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура линий.

Раздел 6. Механические и магнитные моменты многоэлектронных атомов

31. Механические моменты атомов. Правила сложения моментов.
32. Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.
33. Объяснение аномального эффекта Зеемана. Сильное поле. Эффект Пашена-Бака.
34. Экспериментальное измерение магнитных моментов атомов. Магнитный резонанс.

Раздел 7. Теория периодической системы элементов

35. Теория периодической системы элементов. Классификация электронных состояний. Идеальная таблица элементов.
36. Основные термы атомов. Правила Хунда.

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

37.Рентгеновские спектры. Характеристическое рентгеновское излучение. Определение рентгеновских уровней энергии атома. Определение длин волн рентгеновских лучей.

Раздел 8. Строение и свойства молекул

38.Строение и свойства молекул. Молекула водорода. Природа химических сил. Валентность. Объяснения насыщения и направленности химического взаимодействия.

39.Энергетические уровни двухатомной молекулы. Электронные, колебательные и вращательные движения. Спектры излучения. Флюоресценция и фосфоресценция.

40.Спектры поглощения двухатомных молекул.

Раздел 9. Квантовые свойства твёрдых тел

41.Проблема определения энергетического спектра электронов в твердом теле. Приближение свободных электронов. Спектр энергий электронов. Энергия Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Плотность состояний.

42.Энергетические зоны. Зонные модели проводников, диэлектриков и полупроводников. Примесные полупроводники. Проводимость в полупроводниках.

Раздел 10. Квантовые генераторы

43.Спонтанные и вынужденные переходы в веществе. Коэффициенты Эйнштейна. Формула Планка.

44.Усиление света при прохождении через вещество. Инверсная заселённость уровней энергии атомов.

45.Квантовые системы с тремя уровнями. Условие самовозбуждения оптического квантового генератора. Свойства излучения ОКГ.

Раздел 11. Процессы в плазме

46.Характерные свойства плазмы. Квазинейтральность плазмы. Дебаевский радиус и ленгмюровская частота.

47.Упругие столкновения электронов с атомами. Установление ионизационного равновесия в плазме. Средняя энергия установившегося хаотического движения электронов.

48.Неупругие столкновения электронов с атомами. Опыты Франка и Герца. Процессы ионизации газа. Формула Саха.

49.Электропроводность плазмы. Температурная зависимость проводимости плазмы.

6.ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Развитие квантовых представлений

Темы: 1. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса.

2.Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.

3. Фотоэлектрический эффект. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны.


4.Эффект Комптона. Объяснение эффекта Комптона.

Раздел 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда

5.Квантование действия. Частица в потенциальной яме бесконечной глубины.

Квантовый осциллятор.

6.Круговые орбиты водородоподобных атомов. Спектр их энергий.

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

7.Спектры излучения и поглощения света атомом водорода.

Раздел 3. Основные положения квантовой механики

7.Решение уравнения Шрёдингера для свободно движущейся частицы. Соотношение неопределенностей.

8.Задача на собственные значения оператора энергии.

9.Квантование проекции момента импульса, квадрата момента импульса и энергии ротатора.

10.Решение уравнения Шрёдингера в задаче о частице в потенциальной яме бесконечной глубины. Спектр энергий частицы. Набор волновых функций.

11.Туннельный эффект. Барьер произвольной формы.

Раздел 4. Атомы с одним валентным электроном

12.Радиальная зависимость плотности электронного облака в атоме водорода.

13.Уровни энергии атомов щелочных металлов. Спектры излучения атомов щелочных металлов.

Раздел 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле

14.Орбитальный магнитный момент электрона. Квантование магнитного момента и его проекции. Магнетон Бора.

15.Микрочастица во внешнем магнитном поле. Объяснение простого эффекта Зеемана.

16.Полный момент импульса электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура линий.

Раздел 6. Механические и магнитные моменты многоэлектронных атомов

17.Механические моменты атомов. Правила сложения моментов.

Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.

18.Аномальный эффект Зеемана. Сильное поле. Эффект Пашена-Бака.

Магнитный резонанс.

Раздел 7. Теория периодической системы элементов

18. Классификация электронных состояний. Основные термы атомов. Правила Хунда.

19.Рентгеновские спектры. Характеристическое рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение.

Раздел 8. Строение и свойства молекул

20.Энергетические уровни двухатомной молекулы. Электронные, колебательные и вращательные движения.


Раздел 9. Квантовые свойства твёрдых тел

21.Приближение свободных электронов. Спектр энергий электронов. Энергия Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Плотность состояний.

Раздел 11. Процессы в плазме

22. Дебаевский радиус и ленгмюровская частота. Формула Саха.

23.Электропроводность плазмы. Температурная зависимость проводимости плазмы

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

7.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

РАЗДЕЛ 1. Развитие квантовых представлений

Работа 1. Изучение внешнего фотоэффекта. Измерение постоянной Планка.

Работа 2. Определение первого потенциала возбуждения атомов ксенона.

РАЗДЕЛ 2. Корпускулярно-волновые свойства частиц вещества.

Работа 3. Измерение размеров атома ксенона в эффекте Рамзауэра.

РАЗДЕЛ 4. Атомы с одним валентным электроном

Работа 4. Изучение спектра атомов водорода.

Работа 5. Оптические спектры щелочных металлов.

РАЗДЕЛ 8. Строение и свойства молекул

Работа 6. Изучение спектра двухатомных молекул (иода).

РАЗДЕЛ 7. Квантовые свойства твердого тела

Работа 7. Измерение отношения плотности эл-нов в металлах с пая термопары.

РАЗДЕЛ 11. Процессы в плазме.


Работа 8. Определение температуры и концентрации электронов в плазме.

8.ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Контрольные работы по темам 8,9 и 11,12.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Две точки зрения на природу света. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса.
- 2 Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.
3. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта с волновой точки зрения. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны.
4. Рассеяние электромагнитных волн на электронах. Классический подход. Томсоновское рассеяние электромагнитных волн. Классический радиус электрона.
5. Эффект Комптона. Объяснение эффекта Комптона
6. Дифракция света на двух щелях. Объяснение с волновой и корпускулярной точек зрения.
7. Гипотеза де-Бройля. Экспериментальное обнаружение волновых свойств микрочастиц. Опыты Девиссона и Джермера.
8. Мысленный опыт по дифракции электронов на двух щелях. Амплитуда вероятности.
9. Операторы. Основной постулат квантовой механики.
10. Роль собственных значений операторов. Собственные состояния.
11. Вероятности дозволённых значений физических величин.
12. Задача на собственные значения оператора энергии. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Стандартные требования.
13. Решение уравнения Шрёдингера для свободно движущейся частицы. Плоские

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

волны. Нормировка плоских волн.

14. Задача о частице в прямоугольной потенциальной яме бесконечной глубины. Спектр энергий частицы. Набор волновых функций.

15. Туннельный эффект. Потенциальный барьер произвольной формы.

16. Квантование проекции момента импульса. Квантование момента импульса.

17. Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Орбитальное и магнитное квантовые числа.

18. Понятие о решении радиальной части уравнения Шредингера для частицы в кулоновском поле. Квантовые числа. Вырождение состояний.

19. Радиальная зависимость плотности электронного облака в атоме водорода.

20. Спектры излучения и поглощения света атомом водорода. Постоянная Ридберга. Изотопический сдвиг.

21. Уровни энергии щелочных металлов. Разрешенные переходы. Спектры атомов щелочных металлов. Тонкая структура линий излучения щелочных металлов.

22. Орбитальный магнитный момент электрона. Квантование магнитного момента и его проекции. Магнетон Бора.

23. Микрочастица во внешнем магнитном поле. Простой эффект Зеемана.

24. Гипотеза о спине. Опыт Штерна и Герлаха.

25. Полный момент импульса электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура линий.

26. Правила сложения механических моментов в квантовой механике.

27. Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.

28. Объяснение аномального эффекта Зеемана.

29. Эффект Зеемана в сильном поле. Эффект Пашена-Бака.

30. Магнитный резонанс. Измерение множителя Ланде.

31. Теория периодической системы элементов. Классификация электронных состояний. Идеальная таблица элементов.

32. Основные термы атомов. Правила Хунда.

33. Рентгеновские спектры. Характеристическое рентгеновское излучение. Определение рентгеновских уровней энергии атома.

34. Тормозное рентгеновское излучение. Определение длин волн рентгеновских лучей.

35. Строение и свойства молекул. Молекула водорода. Природа химических сил. Валентность. Объяснения насыщения и направленности химического взаимодействия.

36. Энергетические уровни двухатомной молекулы. Электронные, колебательные и вращательные движения. Спектры излучения.

37. Проблема определения энергетического спектра электронов в твердом теле. Приближение свободных электронов. Спектр энергий. Энергия Ферми. Энергетические зоны.


38. Зонные модели проводников, диэлектриков и полупроводников. Примесные полупроводники. Проводимость в полупроводниках.

39. Спонтанные и вынужденные переходы в веществе. Усиление света при прохождении через вещество. Инверсная заселенность.

40. Квантовые системы с тремя уровнями. Условие самовозбуждения оптического квантового генератора, Свойства излучения ОКГ.

41. Характерные свойства плазмы. Квазинейтральность плазмы. Дебаевский радиус и ленгмюровская частота.


9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

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


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

Форма обучения – очная.


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
2. Корпускулярные свойства света. Законы фотоэффекта. Эф-т Комптона.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
3. Квантование действия. Квантовый осциллятор.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
4. Модель атома Бора. Опыты Франка и Герца.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного 	1	проверка решения задач, устный опрос,

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


	<p>обеспечения дисциплины</p> <ul style="list-style-type: none"> • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 		экзамен, проверка отчётов по лабораторным
5. Волновые свойства частиц. Стат. смысл волн-вой функции. Стандартные требования.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
6. Операторы	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
7. Уравнение Шредингера. Свойства ψ -функций. V -я функция и уровни энергии частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к лабораторным работам • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен, проверка отчётов по лабораторным
8. Решение ур-я Шредингера для потенциального барьера. Туннельный эффект.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
9. Решение ур-я Шредингера для водородоподобного атома. Квантовые числа.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
10 Вер-ть пространственного распределения электрона в атоме.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
11. Спектры водородоподобных атомов.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с 	1	проверка решения задач,

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

	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины <ul style="list-style-type: none"> • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 		устный опрос, экзамен
12. Щелочные металлы.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
12. Гирромагн-ное отношение. Опыт Штерна-Герлаха.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
13. Тонкая структура уровней энергии	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
14. Механические моменты атомов. Правила сложения моментов.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
15. Объяснение аномального эффекта Зеемана.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
16. Магнитный резонанс.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
17. Классификация электронных состояний.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с 	1	проверка решения задач,

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

	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины <ul style="list-style-type: none"> • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 		устный опрос, экзамен
18. Основные термы атомов. Правила Хунда.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
19. Рентгеновские спектры.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
20. Природа химических сил. Валентность.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
21. Энергетические уровни двухатомной молекулы.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
22. Спектр энергий электронов.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
24. Энергетические зоны.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
22. Спонтанные и вынужденные переходы в веществе.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
23. Усиление света	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с 	1	проверка решения задач,

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


	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины <ul style="list-style-type: none"> • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 		устный опрос, экзамен
24. Квантовые системы с тремя уровнями.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
25. Характерные свойства плазмы.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
26. Неупругие столкновения электронов с атомами.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен
27. Электропроводность плазмы.	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины • Решение задач • Подготовка к сдаче экзамена 	1	проверка решения задач, устный опрос, экзамен

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная:

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

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

Дополнительная:

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

Учебно-методическая:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика атомов и молекул» : для обучающихся по направлениям бакалавриата: 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.02 "Наноинженерия", 03.03.03 "Радиофизика", 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Калашников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6361>
2. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика» : для направлений бакалавриата всех форм обучения / Д. А. Богданова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5782>

Согласовано:

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


б) Программное обеспечение:

- МойОфис Стандартный
- ОС Альт Рабочая станция 8

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
- 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

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

- 1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.
- 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
- 1.5. **Znanium.com**[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.
2. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.
3. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.
4. **Федеральные информационно-образовательные порталы:**
 - 4.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.
 - 4.2. Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>.
5. **Образовательные ресурсы УлГУ:**
 - 5.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>.
 - 5.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>.

Согласовано:

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


11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

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

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

Для проведения лабораторных работ имеется следующее оборудование:

Учебно-лабораторное оборудование НТЦ-22.01.3 "Изучение спектра атома водорода".
 Спектрофотометр СФ-2000. Источник постоянного тока Б5-50. Источник постоянного тока Б5-44А. Источник постоянного тока Б5-45А. Источник постоянного тока Б5-47. Блок питания БП-30, БП-5. Источник постоянного тока Б5-48. Блок высокого напряжения БНВ-30-01. Вольтметр универсальный В7-16А. Вольтметр универсальный В7-21А. Монохроматор МУМ. Монохроматор МУМ-2. Монохроматор МСД-2. Лампа спектральная натриевая ДНас-18. Тиратрон ТГЗ-0.1/1.3. Источник постоянного тока Б5-50. Источник постоянного тока Б5-44А. Источник постоянного тока Б5-45А. Источник постоянного тока Б5-47. Блок питания БП-30. БП-5. Источник постоянного тока Б5-48. Блок высокого напряжения БНВ-30-01.

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

Вольтметр универсальный В7-16А. Вольтметр универсальный В7-21А. Монохроматор МУМ. Монохроматор МУМ-2. Монохроматор МСД-2. Оборудование: дозиметр МКС-01Р-01, дозиметр МКД-2300-01, радиометр РУБ-01П1, радиометр РКС-08П, спектрофотометр атомный адсорбционный, набор ОСГИ, ОСАИ, прибор поисковый (дозиметр) СРП-88Н, набор «Плутон», радиометр 20046. Лампа спектральная натриевая ДНаС-18. Тиратрон ТГЗ-0.1/1.3. Радиометр «ROBOTRON» 20046. Дозиметр МКС-01Р-01. Наборы ОСГИ, ОСАИ.

12. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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

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

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

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

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

Разработчик



доцент, Калашников Евгений Гаврилович