


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

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

Председатель _____ / А.М.Хусаинов /
(подпись, расшифровка подписи)
«16» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физика атома
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра физического материаловедения
Курс	3

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия» (бакалавриат)**
(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Наноинженерия в машиностроении**
(полное наименование)

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.

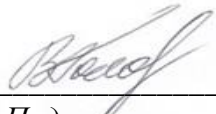
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


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

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

Сведения о разработчиках:

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

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой физи- ческого материаловедения
 _____ / В.Н.Голованов / Подпись ФИО
« 5 » июня 2020г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: Цель модуля «Общая физика» и курса «Атомной физики», в частности, состоит в формировании у студента целостной системы знаний по основам классической и современной физики, выработке навыков построения физических моделей и решения физических задач.

Задачи освоения дисциплины: Формирование компетенций ОПК-1, ОПК-3, ПК-3.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина "Атомная физика" (Б1.В.ОД.10) относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» Она читается в 1-ом семестре 3-ого курса и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- Механика;
- Термодинамика и молекулярная физика;
- Электричество и магнетизм;
- Оптика;
- Математический анализ.

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

- владеть методами математического анализа и векторной алгебры;
- владеть основными понятиями и законами предыдущих разделов общей физики;
- уметь пользоваться глобальными информационными ресурсами,
- владеть современными средствами телекоммуникаций,
- использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения образовательных задач.


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

- Квантовая теория;
- Ядерная физика;
- Физика конденсированного состояния;

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонауч-	Знать: формы и методы профессиональной коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности. Уметь: осуществлять профессиональную коммуникацию в устной и письменной формах на русском и иностранном

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


ных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	языках для решения задач профессиональной деятельности. Владеть: профессиональной коммуникацией в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.
ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знать: формы и методы взаимодействия с участниками образовательного процесса и социальными партнерами. Уметь: взаимодействовать с участниками образовательного процесса и социальными партнерами, руководить коллективом, толерантно воспринимая социальные, этноконфессиональные и культурные различия. Владеть: готовностью взаимодействовать с участниками образовательного процесса и социальными партнерами, руководить коллективом, толерантно воспринимая социальные, этноконфессиональные и культурные различия.
ПК-3 Проведение испытаний изделий из наноструктурированных композиционных материалов с целью выявления показателей уровня качества, функциональных потребительских свойств, брака и путей его устранения	Знать: основные методы наноизмерений Уметь: определять контролируемые параметры нанобъектов Владеть: методиками оценки погрешности и неопределенности измерений параметров нанобъектов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения- очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		5	6	7
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	108/108	108/108		
Аудиторные занятия:	108/108	108/108		
лекции	36/36	36/36		
Семинары и практические занятия	36/36	36/36		
ораторные работы, стикумы	36/36	36/36		
Самостоятельная работа	36/36	36/36		
Форма текущего контроля знаний и	Контрольные работы (2), до-	Контрольные работы (2),		

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


контроля самостоятельной работы	пуск к выполнению лаб. работы.	допуск к выполнению лаб. работы.		
Курсовая работа	Не предусмотр.	Не предусмотр.		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачёт по лаб практикуму; Экзамен (36/36)	Зачёт по лаб практикуму; Экзамен (36/36)		
Всего часов по дисциплине	180/180	180/108		

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

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

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Раздел 1. Развитие квантовых представлений</i>							
1. 1. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.	6	2	2	1		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
2. 2. Корпускулярные свойства света. Законы фотоэффекта. Эф-т Комптона.	8	1	1	4		1	
3. Квантование	3	1	1			1	

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


действия. Квантовый осциллятор.							
<i>Раздел 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда</i>							
4. Модель атома Бора. Опыты Франка и Герца.	7	2	2	2		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен

Раздел 3. Основные положения квантовой механики

5. Волновые свойства частиц. Стат. смысл волновой функции. Стандартные требования	7	1	1	4		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
6. Операторы	3	1	1			1	
7. Уравнение Шредингера. Свойства в-х функций. В-я функция и уровни энергии частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме.	6	1	1	3		1	
8. Решение уравнения Шредингера для потенциального барьера. Туннельный эффект.	3	1	1			1	

Раздел 4. Атомы с одним валентным электроном

9. Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома. Квантовые числа.	7	1	1	4		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы
10. Вер-ть пространственно-	4	1	1	1		1	

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

го распределе- ния электрона в атоме.							ты,экзамене
11. Спектры водородоподобных атомов.	9	1	1	6		1	
12. Щелочные металлы.	9	1	1	6		1	

Раздел 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле


13. Гирромагнитное отношение. Опыт Штерна-Герлаха	7	2	2	1		2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
14. Тонкая структура уровней энергии	4	1	1			2	
15. Механические моменты атомов. Правила сложения моментов. Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде.	4	1	1			2	
16. Объяснение аномального эффекта Зеемана.	4	1	1			2	
17. Магнитный резонанс.	4	1	1			2	

Раздел 7. Теория периодической системы элементов

18. Классификация электронных состояний.	5	1	1	1		2	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
19. Основные термы атомов. Правила Хунда.	4	1	1	1		1	
20. Рентгеновские спектры.	3	1	1			1	

Раздел 8. Строение и свойства молекул

21. Природа	7	2	2	1		2	Кон-
-------------	---	---	---	---	--	---	------

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

химических сил. Валентность.							трольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
22. Энергетические уровни двухатомной молекулы.	12	2	2	6		2	

Раздел 9. Квантовые свойства твёрдых тел

23. Спектр энергий электронов в ТТ.	9	1	1	6		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
24. Энергетические зоны.	4	1	1	1		1	

Раздел 10. Квантовые генераторы

25. Спонтанные и вынужденные переходы в веществе.	2	1	1				Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
26. Усиление света	2	1	1				
27. Квантовые системы с тремя уровнями.	4	1	1	1		1	


Раздел 11. Процессы в плазме

28. Характерные свойства плазмы.	6	2	2	1		1	Контрольные работы (2), допуск к выполнению лаб. работы, экзамен
29. Неупругие столкновения электронов с атомами.	6	1	1	3		1	
30. Электропроводность плазмы.	4	1	1	1		1	
Итого:	144	36	36	36		36	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Развитие квантовых представлений

Темы: 1. Две точки зрения на природу света. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса.

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

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 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 Шрёдингера 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 ротора.
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.

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

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

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.
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. Флюорисценция и фосфорисценция.
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.

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

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 Рэля-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.
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 ротора.
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.

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

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

7.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

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 спая термопары.

РАЗДЕЛ 11. Процессы в плазме.

- Работа 8. Определение температуры и концентрации электронов в плазме.
Описание работ и методические рекомендации по их выполнению содержатся в методиче-

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

ских пособиях:

4. Калашников Е.Г. Физика атомов и молекул. УлГУ, 2000. – 79с.
5. Калашников Е.Г. Физика атомных явлений. УлГУ, 2000. – 63с.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Курсовые работы и рефераты по курсу Физика атома не предусмотрены.

Тексты контрольных работ. Билеты контрольной работы (пример):

Билет 1.

1. Что такое оболочка и подоболочка, и что означает запись: (а) $2p^3$. (б) $4d^9$. (в) $3s^1$. (г) $5g^{16}$.
2. Определите терм основного состояния атома кремния ($Z=14$).
3. Найдите кинетическую энергию электронов, вырываемых с К-оболочки атомов никеля K_α -излучением золота.
4. Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами $3D2 \Rightarrow 3P2$?

Билет 2.

1. Какие из перечисленных состояний не реализуются? Почему?:
(а) $1p^3$ (б) $2p^8$ (в) $3g^{11}$ (г).
2. Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого nd^2 .
3. При увеличении напряжения на рентгеновской трубке от 10 до 20 кВ разность длин волн K_α -линии и коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра увеличилась в три раза. Какой элемент использовался в качестве антикатада?
4. Изобразите схему возможных переходов в слабом магнитном поле зеемановских компонент спектральной линии $2D_{3/2} \rightarrow 2P_{3/2}$.


Билет 3.

1. (а) Сколько электронов может быть в $n = 4$ оболочке? (б) Каковы его подоболочки и сколько электронов может быть в каждой?
2. Определите терм основного состояния атома фосфора ($Z=15$).
3. Какова максимальная энергия рентгеновского излучения свинца?
4. Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами $5I4 \rightarrow 5H4$?

Билет 4.

1. (а) Какое минимальное значение l возможно для подоболочки, которая содержит 11 электронов? (б) Если подоболочка находится в $n = 5$ оболочке, то каково спектроскопическое обозначение для этого атома?
2. Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого nd^3 .
3. Что за атом имеет $\lambda_{K\alpha}$ -линию излучения равную $2,75 \times 10^{-10}$ м?
4. Изобразите схему возможных переходов в слабом магнитном поле зеемановских компонент спектральной линии $3D3 \rightarrow 3P2$.

Билет 5.

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

- (а) Если подоболочка атома имеет 9 электронов, каково минимальное значение числа l ?
(б) Каковы спектроскопические обозначения для этого атома, если эта подоболочка является частью $n = 3$ оболочки?
- Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого $nd6$.
- Какова максимальная энергия рентгеновского излучения алюминия?
- Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами $3D1 \rightarrow 3P0$?

Билет 6.

- Какие из следующих спектроскопических обозначений разрешены (то есть, которые не нарушают ни одно из правил, касающихся значений квантовых чисел)? (а) $1s1$ (б) $1d3$ (с) $4s2$ (д) $3P7$ (е) $6h20$.
- Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей $0,01$ нм.
- В атоме вольфрама электрон перешёл с M-оболочки на L-оболочку. Принимая постоянную экранирования $\sigma = 5,5$, определите длину волны испущенного фотона.
- Изобразите схему возможных переходов в слабом магнитном поле зеемановских компонент спектральной линии $3D2 \Rightarrow 3P2$?

Билет 7.

- Что такое оболочка и подоболочка, и что означает запись: (а) $2p3$. (б) $4d9$. (в) $3s1$. (г) $5g16$.
- Определите терм основного состояния атома кремния ($Z=14$).
- Найти кинетическую энергию электронов, вырываемых с K-оболочки атомов никеля $K\alpha$ -излучением золота.
- Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами в атомах В?


Билет 8.

- Какие из перечисленных состояний не реализуются? Почему?: (а) $1p3$ (б) $2p8$ (в) $3g11$ (г).
- Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого $nd2$.
- При увеличении напряжения на рентгеновской трубке от 10 до 20 кВ разность длин волн $K\alpha$ -линии и коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра увеличилась в три раза. Какой элемент использовался в качестве антикатада?
- Изобразите схему возможных переходов в слабом магнитном поле зеемановских компонент спектральной линии $2D3/2 \rightarrow 2P3/2$.

Билет 9.

- (а) Сколько электронов может быть в $n = 4$ оболочке? (б) Каковы его подоболочки и сколько электронов может быть в каждой?
- Определите терм основного состояния атома фосфора ($Z=15$).
- Какова максимальная энергия рентгеновского излучения свинца?
- Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами в атомах С?

Билет 10.

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

1. (а) Какое минимальное значение l возможно для подоболочки, которая содержит 11 электронов? (б) Если подоболочка находится в $n = 5$ оболочке, то каково спектроскопические обозначение для этого атома?

2. Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого nd^3 .

3. Что за атом имеет $\lambda_{K\alpha}$ -линию излучения равную $2,75 \times 10^{-10}$ м?

4. Изобразите схему возможных переходов в слабом магнитном поле зеемановских компонент спектральной линии $2D_{3/2} \rightarrow 2P_{3/2}$.

Билет 11.

1. (а) Если подоболочка атома имеет 9 электронов, каково минимальное значение числа l ?

(б) Какое спектроскопические обозначения для этого атома, если эта подоболочка является частью $n = 3$ оболочки?

2. Используя правила Хунда, найдите терм основного состояния атома, электронная конфигурация незаполненной подоболочки которого nd^6 .

3. Какова максимальная энергия рентгеновского излучения алюминия?

4. Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами в атомах В?

Билет 12.

1. Какие из следующих спектроскопических обозначений разрешены (то есть, которые не нарушают ни одно из правил, касающихся значений квантовых чисел)? (а) $1s^1$ (б) $1d^3$ (с) $4s^2$ (д) $3P^7$ (е) $6h^{20}$.

2. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей $0,01$ нм.

3. В атоме вольфрама электрон перешёл с М-оболочки на L-оболочку. Принимая постоянную экранирования $\sigma = 5,5$, определите длину волны испущенного фотона.

4. Простой или сложный эффект Зеемана обнаруживают в слабом магнитном поле спектральные линии, обусловленные переходами в атомах О?

9. 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 микро-частиц. Опыты Девиссона и Джермера.

8. Мысленный опыт по дифракции электронов на двух щелях. Амплитуда вероятности.

9. Операторы. Основной постулат квантовой механики.

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

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 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 атомов. 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

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

квантового генератора, Свойства излучения ОКГ.

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

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

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

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
По всем темам семинарских занятий	Проработка учебного материала, решение задач, контрольная работа, подготовка к сдаче экзамена и др.)	36	КР и экзамен
По всем работам практикума	Подготовка к выполнению работы	36	Сдача допуска к выполнению работы

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы


Основная литература

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для физ. спец. вузов : в 5 т. Т. 5 : Атомная и ядерная физика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 2-е изд., стер. - Москва : Физматлит : МФТИ, 2002. - 784 с.
2. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика : сб. задач: учеб. пособие для физ. спец. вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 8-е изд., испр. - Санкт-Петербург ; Москва : Лань, 2002. - 288 с.

Дополнительная литература

1. Матвеев А.Н. Атомная физика : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Матвеев Алексей Николаевич. - Москва : Высшая школа, 1989. - 439 с.
2. Савельев И.В. Курс физики : учебник для втузов : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев Игорь Владимирович. - Москва : Наука, 1989. - 301 с.

Учебно-методическая:

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

1. Калашников Е. Г. Физика атомов и молекул : метод. указания к работам практикума по атом. физике / Е. Г. Калашников; под ред. В. Б. Тулвинского. - Ульяновск : УлГУ, 2000. - 79 с. Калашников Е.Г. Физика атомных явлений. УлГУ, 2000. – 63с
2. Калашников Е. Г. Физика атомных явлений : метод. указания к работам практикума по атом. физике / Е. Г. Калашников; под ред. В. Б. Тулвинского . - Ульяновск : УлГУ, 2000. - 63 с.

Согласовано:

И. И. Ибрагимова 0017 №61 *Чамиева С.Ф.* | *АМ* |
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) программное обеспечение:

МойОфис Стандартный, ОС Альт Рабочая станция 8

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
- 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
- 1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.
- 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
- 1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система/ Компания «Консультант Плюс». - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека/ ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.


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

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

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

8. Профессиональные информационные ресурсы:

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

- 8.1. Материалы о менеджменте качества. Режим доступа: <http://quality.eup.ru>.
8.2. Издательство «Стандарты и качество». Режим доступа: <http://www.stq.ru>.
8.3. Ассоциация Деминга. Режим доступа: <http://www.deming.ru>.
8.4. Центр «Приоритет». Режим доступа: <http://www.centerprioritet.ru>.

Согласовано:

Зашварь УИТТ | Ключков АВ | [Подпись]

Должность сотрудника УИТиТ

ФИО

подпись

дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Разработчик

[Подпись]
подпись

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

должность ФИО