

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОН-АТОМНЫХ**  
**СТОЛКНОВЕНИЙ**

Кафедра физической электроники  
физического факультета

**Образовательная программа**  
**03.04.02 Физика**

**Профиль подготовки:** физика плазмы

**Уровень высшего образования:**  
**Магистратура**

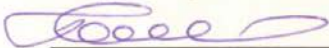
**Форма обучения:** очная

**Статус дисциплины:** вариативный

**Махачкала, 2016 год**

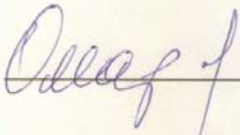
Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратура), утвержденным Приказом Минобрнауки России от 07.08.2014 N 937 .

Разработчик: кафедра физической электроники,

 Ашурбеков Н.А., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физической электроники от «14» марта 2016 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «14» марта 2016 г., протокол № 6.

Председатель 

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«15» марта 2016 г.  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **Теория электро-атомных столкновений** входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению **03.03.02 Физика (уровень магистратура)**.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими представлениями об элементарных процессах столкновений электронов с атомами и молекулами, общей природе процессов соударений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития физики процессов рассеяния частиц.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

**профессиональных** - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4); способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5); педагогическая и просветительская деятельность: способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме двух **контрольных работ**, **и двух коллоквиумов** и промежуточный контроль в форме **зачета**.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	зачет	консультации			
10	38	16	-	18	3	1	72	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целями освоения дисциплины теория электрон-атомных столкновений** является расширение и углубление знаний о процессах столкновений электронов, атомов, молекул, общей природе процессов соударений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития физики процессов рассеяния, изучение основ физики получения пучков частиц, освоение терминологии, применяемой в теории рассеяния.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Теория электрон-атомных столкновений» относится к вариативной части профессионального цикла ООП. Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные с способностью использовать теоретические знания в области теоретической физики, квантовой механики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики плазмы и физической электроники.

Студенты, изучающие данную дисциплину должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц на основе концепции волновых функций, строении атомов и молекул в объеме знаний курса атомной физики, статистических законах распределения.

Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения основ физики плазмы, спектроскопии плазмы, основ физики газовых лазеров, физических основ плазменных технологий.

Преподавание курса «Теория электрон-атомных столкновений» сочетает традиционную лекционную форму с мультимедийными компьютерными презентациями и демонстрациями графического представления результатов численного моделирования сечений рассеяния электронов на атомах.

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК1 ПК4 ПК5 ПК9	<p><b>профессиональных</b> - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4); способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5); педагогическая и просветительская деятельность: способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими</p>	<p><b>получить представление</b> о вероятностях и сечениях рассеяния, экспериментальных методах измерения сечений возбуждения и ионизации атомов, ионов и молекул, о современном состоянии и перспективах развития теории рассеяния и физики столкновений, об особенностях применения сведений о сечениях рассеяния в разработке газоразрядных приборов и систем, об основных направлениях практического использования пучков заряженных и нейтральных частиц и процессах их формирования и разрушения;  <b>знать</b> основы физики и техники столкновений частиц, физические процессы, происходящие в процессе рассеяния частиц, принцип действия различных устройств монокинетизации заряженных частиц и их технические характеристики, особенности характеристик сечений упругого и неупругого рассеяния электронов, атомов, основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния, особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц;</p>

	дисциплинами (ПК-9).	<p><b>уметь</b> составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме, рассчитывать число процессов столкновений в плазме, оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме, оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации;</p> <p><b>владеть навыками</b> расчета сечений упругих и неупругих столкновений частиц в плазме. Приобрести навыки работы с устройствами для получения электрических разрядов, электронных пучков низкой интенсивности, устройствами регистрации токов и напряжений и потоков фотонов.</p>
--	----------------------	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 34 аудиторных академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п / п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Упругое рассеяние электронов на атомах</b>									
1	<p><b>Тема 1. Введение в физику процессов столкновений.</b></p> <p>Предмет курса. Основные этапы развития физики столкновений. Роль процессов столкновений в плазме. Классификация элементарных</p>	10	1-4	4	4	-	8		Устный опрос

	<p>процессов. Вероятность рас- сеяния заряженных частиц. Дифференциальное и полное эффективные сечения рассеяния. Прохождение заряженных частиц через слой пара или газа. Связь сечения рассеяния с длиной свободного пробега.</p>								
2	<p><b>Тема 2.</b> <b>Столкновения</b> <b>электронов с</b> <b>атомами</b> Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния. Квантовый метод парциальный волн в задачах упругого рассеяния. Угловое распределение сечения рассеяния. Эффект Рамзауэра.</p>	7	5-8	4	4	-	8		Устный опрос
<b>Модуль 2. Неупругое рассеяние электронов на атомах</b>									
1	<p><b>Тема 3.</b> <b>Неупругое</b> <b>рассеяние</b> <b>электронов на</b> <b>атомах.</b> Характерные особенности сечений воз- буждения атомов электронным ударом.</p>	10	9- 10	2	2	-	4		Устный опрос
2	<p>Тема 4. Методы расчета сечений возбуждения атомов электронным ударом. Асимптотический метод теории</p>	7	11- 12	2	2	-	4		Устный опрос

	рассеяния. Общие понятия о приближениях Борна, Борна-Опенгеймера, сильной связи.								
3	<b>Тема 5. Ионизация атома электронным ударом.</b> Сечение ионизации. Методы измерения сечений ионизации.	10	13-15	2	3	-	5		Устный опрос
4	<b>Тема 6. Рекомбинация заряженных частиц</b> Рекомбинация заряженных частиц. Теория Ланжевена. Теория Томсона. Электрон-ионная рекомбинация. Трехчастичная рекомбинация. Коэффициент рекомбинации. Ударно-радиационная рекомбинация. Коэффициент ударно-радиационной рекомбинации.	10	15-17	2	3	-	5		Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>	10	1-17	16	18	-	32		Письменная контрольная работа, коллоквиум

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

##### *Модуль 1. Упругое рассеяние электронов на атомах*

##### *Тема 1. Введение в физику процессов столкновений*

Предмет курса. Основные этапы развития физики столкновений. Роль процессов столкновений в плазме. Классификация элементарных процессов. Вероятность рассеяния заряженных частиц. Дифференциальное и полное



эффективные сечения рассеяния. Прохождение заряженных частиц через слой пара или газа. Связь сечения рассеяния с длиной свободного пробега.

### ***Тема 2. Столкновения электронов с атомами***

Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния. Квантовый метод парциальной волн в задачах упругого рассеяния. Угловое распределение сечения рассеяния. Эффект Рамзауэра.

***Тема 3.*** Неупругое рассеяние электронов на атомах. Характерные особенности сечений возбуждения атомов электронным ударом.

***Тема 4.*** Методы расчета сечений возбуждения атомов электронным ударом. Асимптотический метод теории рассеяния. Общие понятия о приближениях Борна, Борна-Опенгеймера, сильной связи.

***Тема 5.*** Ионизация атома электронным ударом. Сечение ионизации. Методы измерения сечений ионизации.

### ***Тема 6. Рекомбинация заряженных частиц***

Рекомбинация заряженных частиц. Теория Ланжевена. Теория Томсона. Электрон-ионная рекомбинация. Трехчастичная рекомбинация. Коэффициент рекомбинации. Ударно-радиационная рекомбинация. Коэффициент ударно-радиационной рекомбинации.

## **4. Образовательные технологии**

Освоение данного курса специальной дисциплины предполагается с использованием лекционных занятий, практических занятий с элементами разбора определенных тем дисциплины в сочетании с внеаудиторной работой в виде написания курсовой работы с использованием новейших достижений в данной области из периодических отечественных и зарубежных научных изданий. На лекционных занятиях предусмотрены компьютерные презентации с наглядными иллюстрациями процессов рассеяния частиц. Кроме того, предусмотрено посещение научных лабораторий Федерального НОЦ «физика плазмы» с ознакомлением с устройствами для получения электронных пучков и анализа их

энергетических характеристик. В рамках учебного курса предусмотрена встреча с ведущими специалистами в данной области из МГУ им. М.В. Ломоносова, ОИВТ РАН, ИОФ РАН, которые ежегодно приглашаются в ДГУ в качестве председателей ГАК или для участия в работе Всероссийской конференции «физическая электроника», организуемой Научным Советом РАН по проблеме «физика низкотемпературной плазмы».

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Учебной программой дисциплины теория электрон-атомных столкновений предусмотрено половина объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой, обрабатывать экспериментальные данные, формировать отчет о проделанном исследовании.

Самостоятельная работа по курсу «Теория электрон-атомных столкновений» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;
- решение расчетных задач по темам практических работ;
- выполнение заданий.

Выполненные задания оформляются в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов и сдаются преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы.

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

К **оценочным средствам** результатов обучения по данной дисциплине относятся:

**Устный опрос (экзамен, теоретический зачет)** – диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.

**Коллоквиум** – способ промежуточной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

**Контрольная работа** – средство промежуточного контроля остаточных знаний и умений, обычно состоящее из нескольких вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить.

**Курсовая работа** – научно-методическая работа, выполняемая студентом самостоятельно, с учетом определенных требований, под руководством выбранного преподавателя, в заданные сроки.

**Проектная деятельность** – воплощение имеющегося замысла, идеи, образа решения какой-либо проблемы в подходящей для этого форме (описание, обоснование, расчеты, чертежи).

**Презентация** – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

**Кейс-задача** – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Студент самостоятельно формулирует цель, находит и собирает информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации.

**Доклад, сообщение** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению

полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

**Реферат** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

**Портфолио** – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

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

<b>Компетенция</b>	<b>Знания, умения, навыки</b>	<b>Процедура освоения</b>
ПК-1	знать основы физики и техники столкновений частиц, физические процессы, происходящие в процессе рассеяния частиц, принцип действия различных устройств монокинетизации заряженных частиц и их технические характеристики, особенности характеристик сечений упругого и неупругого рассеяния электронов, атомов, основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и	Устный опрос, письменный опрос

	упругого рассеяния, особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц;	
ПК-4, ПК-5	<b>уметь</b> составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме, рассчитывать число процессов столкновений в плазме, оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме, оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации;	Письменный опрос
ПК-9	<b>уметь</b> составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме, рассчитывать число процессов столкновений в плазме, оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме, оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации;	Круглый стол, проектная работа, презентация

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

### ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>профессионал</b>	Оценки " <u>удовл.</u> "	Оценки " <u>хорошо</u> "	Оценки

	<b>ьных</b> - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	<b>"отлично"</b> заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
--	---	---	--	---

### ПК-4, ПК-5, ПК-9

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4); способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5); педагогическая и просветительская деятельность: способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9)»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

<p>Пороговый</p>	<p><b>получить представление</b> о вероятностях и сечениях рассеяния, экспериментальных методах измерения сечений возбуждения и ионизации атомов, ионов и молекул, о современном состоянии и перспективах развития теории рассеяния и физики столкновений, об особенностях применения сведений о сечениях рассеяния в разработке газоразрядных приборов и систем, об основных направлениях практического использования пучков заряженных и нейтральных частиц и процессах их формирования и разрушения;</p> <p><b>знать</b> основы физики и техники столкновений частиц, физические процессы, происходящие в процессе рассеяния частиц, принцип действия различных устройств монокинетизации заряженных частиц и их технические характеристики, особенности характеристик сечений упругого и неупругого рассеяния электронов, атомов, основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния, особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу</p>	<p>Оценки "<b>удовл.</b>" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "<b>удовлетворительно</b>" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимым и знаниями для их устранения под руководством</p>	<p>Оценки "<b>хорошо</b>" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "<b>хорошо</b>" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p>	<p>Оценки "<b>отлично</b>" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.</p>
------------------	--	---	---	---

	<p>взаимодействия нейтральных и заряженных частиц;  <b>уметь</b> составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме, рассчитывать число процессов столкновений в плазме, оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме, оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации;  <b>владеть навыками</b> расчета сечений упругих и неупругих столкновений частиц в плазме. Приобрести навыки работы с устройствами для получения электрических разрядов, электронных пучков низкой интенсивности, устройствами регистрации токов и напряжений и потоков фотонов.</p>	преподавателя		
--	--	---------------	--	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### **Перечень вопросов к коллоквиуму**

1. Основные этапы развития физики столкновений. Роль процессов столкновений в плазме.
2. Классификация элементарных процессов. Вероятность рассеяния заряженных частиц. Дифференциальное и полное эффективные сечения рассеяния.



3. Прохождение заряженных частиц через слой пара или газа. Связь сечения рассеяния с длиной свободного пробега.
4. Методы монокинетизации заряженных частиц (движение в скрещенных электрических и магнитных полях, движение в поперечном магнитном поле, метод конденсатора Южа-Рожанского, метод Фокса)
5. Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния. Квантовый метод парциальных волн.
6. Угловое распределение сечения рассеяния. Трехмерный случай квантового метода парциальных волн. Эффект Рамзауэра.
7. Неупругое рассеяние электронов на атомах. Методы исследования сечений неупругого рассеяния (оптические и электрические методы). Характерные особенности сечений возбуждения атомов электронным ударом.
8. Методы расчета сечений возбуждения атомов электронным ударом. Асимптотический метод теории рассеяния.
9. Общие понятия о приближениях Борна, Борна-Опенгеймера, сильной связи.
10. Ионизация атома электронным ударом. Сечение ионизации. Методы измерения сечений ионизации.
11. Определение потенциалов взаимодействия по сечениям рассеяния.
12. Сила осциллятора. Спектральное распределение сил осцилляторов.
13. Рекомбинация заряженных частиц. Теория Ланжевена. Теория Томсона.
14. Электрон-ионная рекомбинация. Трехчастичная рекомбинация. Коэффициент рекомбинации.
15. Ударно-радиационная рекомбинация. Коэффициент ударно-радиационной рекомбинации.
16. Диссоциативная рекомбинация электронов с атомами (прямой и непрямоугольной механизмы).

17. Влияние колебательной релаксации на коэффициент диссоциативной рекомбинации.

**Тематика рефератов и курсовых работ и  
методические указания по их выполнению**

1. Методы получения электронных пучков низкой интенсивности
2. Упругое рассеяние электронов на атомах
3. Методы расчета сечений неупругого рассеяния электронов на атомах
4. Потенциалы взаимодействия электрона с тяжелыми частицами
5. Ионно-молекулярные процессы в плазме
6. Рекомбинация молекулярных ионов с электронами
7. Ударно-радиационная рекомбинация заряженных частиц

***Методические указания к выполнению курсовой работы***

Целью выполнения курсовой работы по дисциплине "Теория электрон-атомных столкновений" является проверка знаний студентов по вопросам основ физики столкновений, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом, углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов физики столкновений.

Основные задачи выполнения рефератов и курсовых работ:

- изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
- анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам физики столкновений;
- изучение теоретических вопросов анализа столкновительных процессов;
- анализ различных областей физики столкновений в науке и технике;

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа столкновений или процесса рассеяния.

Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Изменение формулировки темы по инициативе студента не допускается. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем. Это позволяет выдержать логику изложения и проверить ключевые моменты усвоения студентами базовых физических понятий, умение анализировать конкретные ситуации с применением характеристик лазерного излучения.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине "Теория электрон-атомных столкновений", как правило, включает:

- введение;
- теоретическую часть;
- аналитическую часть;
- практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу. Очень важно различать понятия "объект" и "предмет" исследования. Как правило, под объектом понимается определенный тип лазера или оптического явления (например, лазерная искра). Предмет исследования – это более конкретная характеристика

определенных аспектов объекта (например, методы расчета порога лазерной искры и т.п.).

**В теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта. Теоретическая часть работы может включать исторические аспекты появления и развития данного направления исследований.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Необходимо привести общие сведения об объекте, в т.ч.:

- новые теоретические и экспериментальные результаты, полученные за последние десять лет;
- области применения полученных результатов;
- имеющиеся проблемы и нерешенные вопросы

В данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

Проведенный анализ объекта исследования с использованием современных, включая квантовых, методов является базой для разработки конкретных предложений.

**Практическая часть** реферата по дисциплине "Теория электрон-атомных столкновений» включает собственные экспериментальные результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В

данной части необходимо рассмотреть схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

**Список использованной литературы** должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложения** включаются вспомогательные материалы, использованные в курсовой работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

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

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине

и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 0 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 0 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 90 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов,

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,**

**необходимой для освоения дисциплины.**

***а) основная литература:***

1. Генерация убегающих электронов и рентгеновского излучения в разрядах повышенного давления. Под редакцией В.Ф. Тарасенко. Томск. Издательство STT. 2015. 566 с..
2. Н.А. Ашурбеков, К.О. Иминов. Наносекундные электрические разряды с полым катодом. Махачкала. ИПЦ ДГУ. 2012. 164 с.
3. Б.М. Смирнов. Ионы и возбужденные атомы в плазме. М.1974.
4. Б.М. Смирнов. Возбужденные атомы в плазме. М. 1982.
5. Ашурбеков Н.А., Омаров О.А., Курбанисмаилов В.С., Омарова Н.О. Кинетика нестационарной неравновесной плазмы наносекундных разрядов. Махачкала. ИПЦ ДГУ, 2007.
6. Б.М. Смирнов. Атомные столкновения и элементарные процессы в плазме. М.1968.
7. В.М. Галицкий и др. Теория столкновений атомных частиц. М.1981.
8. Друкарев Г.Ф. Столкновения электронов с атомами. М.1978.
9. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений. М.1967.

***б) дополнительная литература:***

1. Юбилейный сборник научных статей «Кафедре оптики СПбГУ 70 лет. Санкт Петербург. ИПЦ СПбГУ. 2004. 198 с.
2. Плазма в лазерах. Сб. ст. под ред. Дж. Бекефи. М.1982.
9. **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**
  1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
  2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
  3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень вопросов, включенных в рабочую программу дисциплины, может быть дополнен отдельными разделами из последних научных достижений в данной области, отраженных в современных обзорах, опубликованных в журналах «Успехи физических наук» и научных монографиях.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

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

Работа с презентациями Power Point Power Point template ppt presentation. Работа с документами WORD, ADOBE ACROBAT, работа с электронными библиотеками образовательных и научных ресурсов, в том числе с Научной электронной библиотекой eLibrary/, работа с WEB-2 технологиями.

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

Для сопровождения лекций наглядным материалом (мультимедийными презентациями), необходим персональный компьютер и мультимедийный проектор.