



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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛАЗМЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Кафедра физической электроники

Образовательная программа
03.03.02 – Физика

Профиль подготовки:
Фундаментальная физика

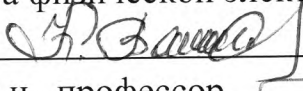
Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
вариативная по выбору

Махачкала, 2020 год

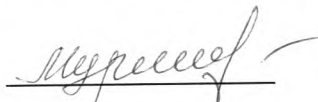
Рабочая программа дисциплины «Элементарные процессы в плазме газового разряда» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – Физика (уровень: бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик (и): кафедра физической электроники, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор. 
Ашурбеков Н.А., д.ф.-м.н., профессор. 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от « 21 » 02 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой  Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » декабря 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 10 » 03 2020 г.

/Начальник УМУ  Гасангаджиева А. Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Элементарные процессы в плазме газового разряда» входит в Блок 1., дисциплина вариативная по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 – Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основ физики элементарных процессов в ионизованных газах и процессы переноса: 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, фотонов, основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния, особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц, физику фото процессов, основы физики поверхностных явлений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК-3; *профессиональных*: ПК-2, ПК-5.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
		всего	из них					
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации	
5	144	48	12	-	34			62+36 экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Элементарные процессы в плазме газового разряда» является расширение и углубление знаний об элементарных процессах столкновений электронов, атомов, молекул, общей природе процессов соударений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития физики процессов рассеяния, изучение основ физики и техники получения пучков частиц, особенностей распространения и монокинетизации заряженных частиц, освоение терминологии, применяемой в теории рассеяния.

Курс лекций «Элементарные процессы в плазме газового разряда» является одним из цикла специальных курсов, читаемых для студентов по направлению 03.03.02 Физика на кафедре физической электроники Даггосуниверситета в 5 семестре.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Элементарные процессы в плазме газового разряда» входит в вариативную часть в блок дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика.

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 по дисциплине «Элементарные процессы в плазме газового разряда».

Студенты, изучающие данную дисциплину должны иметь сведения и базовые знания по курсу общей физики, математике, 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, основы физики конденсированного состояния, физики фундаментальных взаимодействий, специального физического практикума, а также при прохождении производственной практики.

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

Студенты в ходе изучения дисциплины должны **получить представление** 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; **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, фотонов, основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния, особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц, физику фотопроцессов, основы физики поверхностных явлений; **уметь** 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; **приобрести навыки** 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.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • основы физики и техники столкновений частиц; • физические процессы, происходящие в процессе рассеяния частиц; • принцип действия различных устройств монокинетизации заряженных частиц и их технические характеристики. Умеет: • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике элементарных процессов в

		плазме газового разряда; • составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме; • рассчитывать число процессов столкновений в плазме; • оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме.. Владеет: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • навыками работы с устройствами для получения электрических разрядов; • навыками работы с устройствами для получения электронных пучков низкой интенсивности, устройствами регистрации токов и напряжений и потоков фотонов; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда.
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает: • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих при газовом разряде. Умеет: • решать задачи для описания поведения элементарных процессов, протекающих при газовом разряде; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических

		исследований в области физики в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: • навыками исследования элементарных процессов, протекающих в газах высокого давления; • навыки для анализа протекания электрического тока в различных типах газового разряда, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями; • навыками проведения научных исследований в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.
ПК-5	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знает: • анализировать основные элементарные процессы образования и гибели заряженных частиц в плазме газового разряда и их роль в формировании и развитии электрического пробоя; • способы применения газовых разрядов в качестве активных сред лазеров; • особенности характеристик сечений упругого и неупругого рассеяния электронов, атомов, фотонов; • основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния; • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц, физику фото процессов, основы физики

		поверхностных явлений. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике элементарных процессов в плазме газового разряда; • проводить научные исследования в области физики газового разряда с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации; • строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов при проведении физических исследований. Владеет: • навыками решения задач для описания поведения частиц в различных типах газовых разрядов; • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физики газового разряда; • устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **4** зачетные единицы, **144** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Се мес тр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
			Лекции	Практич. занятия	Лаборат.з анятия	Контроль сам.раб	
1	Введение в физику элементарных процессов в плазме газового разряда.	5	1	6		8	устный опрос
2	Столкновения электронов с атомами	5	2	4		10	семинарское занятие
3	Столкновения тяжелых частиц	5	2	6		10	письменный опрос, семинарское занятие
4	Фотовозбуждение и фотоионизация	5	2	4		12	семинарское занятие
5	Термическое возбуждение и ионизация	5	2	6		10	семинарское занятие
6	Рекомбинация заряженных частиц	5	2	4		12	письменный опрос, семинарское занятие
7	Ударно-радиационная рекомбинация.	5	1	4		10	контрольная работа, семинарское занятие
	Итого		12	34		62	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Введение

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

Техника экспериментов по исследованию элементарных процессов. Способы получения электронов (фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, холодная эмиссия). Методы монокинетизации заряженных частиц (движение в скрещенных электрических и магнитных полях, движение в поперечном магнитном поле, метод конденсатора Южа-Рожанского, метод Фокса).

Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния. Угловое распределение сечения рассеяния. Эффект Рамзауэра.

Неупругое рассеяние электронов на атомах. Методы исследования сечений неупругого рассеяния (оптические и электрические методы). Характерные особенности сечений возбуждения атомов электронным ударом.

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

Ионизация атома электронным ударом. Сечение ионизации. Методы измерения сечений ионизации.

Тема 3. Столкновения тяжелых частиц

Столкновения тяжелых частиц между собой. Упругое соударение тяжелых частиц. Сечение упругого рассеяния. Определение потенциалов взаимодействия по сечениям рассеяния. Явление Пеннинга. Ассоциативная ионизация. Ионно-молекулярные реакции. Образование эксимерных молекул.

Тема 4. Фотовозбуждение и фотоионизация

Экспериментальные методы измерения сечений фотовозбуждения и фотоионизации. Сила осциллятора.

Тема 5. Термическое возбуждение и ионизация

Тема 6. Рекомбинация заряженных частиц

Рекомбинация заряженных частиц. Теория Ланжевена. Теория Томсона.

Электрон-ионная рекомбинация. Ион-ионная рекомбинация. Трехчастичная рекомбинация. Коэффициент рекомбинации. Ударно-радиационная рекомбинация. Коэффициент ударно-радиационной рекомбинации. Диссоциативная рекомбинация (прямой и не прямой механизмы). Влияние колебательной релаксации на коэффициент диссоциативной рекомбинации.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Физика элементарных процессов в плазме газового разряда.

Тема 1. Роль процессов столкновений в плазме. Классификация элементарных процессов. Вероятность рассеяния заряженных частиц. Дифференциальное и полное эффективные сечения рассеяния.

Тема 2. Столкновения электронов с атомами.

Техника экспериментов по исследованию элементарных процессов. Способы получения электронов (фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, холодная эмиссия).

Тема 3. Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния. Угловое распределение сечения рассеяния. Эффект Рамзауэра. Неупругое рассеяние электронов на атомах. Методы исследования сечений неупругого рассеяния (оптические и электрические методы). Характерные особенности сечений возбуждения атомов электронным ударом.

Модуль 2.

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.

Модуль 3. Методы получения и монокинетизации электронных пучков, сечения рассеяния

Тема 6. Методы монокинетизации электронных пучков

Вопросы к теме:

1. Какими методами можно получить электронные пучки?
2. Как определить предельный ток электронной пушки на основе термоэлектронной эмиссии?
3. Как регулировать степень монокинетичности пучка?

Тема 7. Сечения рассеяния электронов на атомах, ионах и молекулах.

Вопросы к теме:

1. Каков физический смысл дифференциального сечения рассеяния, эффективного сечения рассеяния, полного сечения рассеяния и вероятности рассеяния?
2. Каковы критерии применимости классического и квантового методов описания сечений рассеяния электронов на атомах?
3. Каковы основные общие закономерности сечений упругого и неупругого рассеяния?
4. Как определить число возбуждений атома электронным ударом в условиях плазмы и в условиях взаимодействия пучка электронов с газом?

Тема 8. Неупругие столкновения тяжелых частиц

Вопросы к теме:

1. Какие известны механизмы взаимодействия тяжелых частиц?
2. Что означает правило Вигнера для столкновений двух возбужденных атомов?
3. Каким методом можно получить пучок ускоренных нейтральных атомов?

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используются различные виды образовательных технологий, которые связаны с применением, как правило, компьютерных и технических средств, в том числе компьютерных презентаций. В числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение, контекстное обучение, междисциплинарное обучение и опережающая самостоятельная работа.

Среди интерактивных технологий, используемых в ходе реализации образовательного модуля, можно выделить кейс-технологию, метод проблемного изложения, защита проектов, web 2.0. технологии для дистанционного обучения. Web-технологии обеспечивают доступность информации о результатах научно-образовательной и инновационной деятельности различных вузов и научно-исследовательских групп, использование которой студентами позволяет повысить уровень формирования их дополнительных профессиональных компетенций.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями ЦКП «Аналитическая спектроскопия», с учеными из других вузов, принимающих участие в научных мероприятиях ДГУ по профилю дисциплины.

По отдельным разделам лекционного материала подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

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

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

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и	Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической	Устный опрос, письменный опрос

	теоретической физики для решения профессиональных задач	физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • основы физики и техники столкновений частиц; • физические процессы, происходящие в процессе рассеяния частиц; • принцип действия различных устройств монокинетизации заряженных частиц и их технические характеристики. Умеет: • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • составлять уравнения баланса для плотности различных сортов частиц в плазме; • рассчитывать число процессов столкновений в плазме; • оценивать средние длины свободного пробега частиц в плазме. Владеет: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • навыками работы с устройствами для получения электрических разрядов; • навыками работы с устройствами для получения	
--	--	--	--

		электронных пучков низкой интенсивности, устройствами регистрации токов и напряжений и потоков фотонов; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда.	
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает: • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих при газовом разряде. Умеет: • решать задачи для описания поведения элементарных процессов, протекающих при газовом разряде; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения	Устный опрос, письменный опрос

		физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: • навыками исследования элементарных процессов, протекающих в газах высокого давления; • навыки для анализа протекания электрического тока в различных типах газового разряда, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями; • навыками проведения научных исследований в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	
ПК-5	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знает: • анализировать основные элементарные процессы образования и гибели заряженных частиц в плазме газового разряда и их роль в формировании и развитии электрического пробоя; • способы применения газовых разрядов в качестве активных сред лазеров; • особенности характеристик сечений упругого и неупругого рассеяния электронов, атомов, фотонов; • основные методы расчета сечений электронного возбуждения, ионизации и упругого рассеяния • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики элементарных процессов в	Устный опрос, письменный опрос

		плазме газового разряда; • особенности рекомбинации заряженных частиц, физическую природу взаимодействия нейтральных и заряженных частиц, физику фотопроцессов, основы физики поверхностных явлений. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики элементарных процессов в плазме газового разряда; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике элементарных процессов в плазме газового разряда; • проводить научные исследования в области физики газового разряда с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • оценивать характерные времена релаксации плотности частиц в плазме в результате процессов ионизации и рекомбинации; • строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов при проведении физических исследований. Владеет: • навыками решения задач для описания поведения частиц в различных типах газовых разрядов; • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в	
--	--	---	--

		избранной области физики газового разряда; • устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.	
--	--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Примерный перечень вопросов к экзамену по изучаемому курсу

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. Техника экспериментов по исследованию элементарных процессов. Способы получения электронов (фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, холодная эмиссия).
5. Методы монокинетизации заряженных частиц (движение в скрещенных электрических и магнитных полях, движение в поперечном магнитном поле, метод конденсатора Южа-Рожанского, метод Фокса)
6. Упругое рассеяние электронов на атомах. Сечение упругого рассеяния.
7. Угловое распределение сечения рассеяния. Эффект Рамзауэра.
8. Неупругое рассеяние электронов на атомах. Методы исследования сечений неупругого рассеяния (оптические и электрические методы). Характерные особенности сечений возбуждения атомов электронным ударом.
9. Методы расчета сечений возбуждения атомов электронным ударом. Асимптотический метод теории рассеяния.
10. Общие понятия о приближениях Борна, Борна-Опенгеймера, сильной связи.
11. Ионизация атома электронным ударом. Сечение ионизации. Методы измерения сечений ионизации.
12. Столкновения тяжелых частиц между собой. Упругое соударение тяжелых частиц. Сечение упругого рассеяния.
13. Определение потенциалов взаимодействия по сечениям рассеяния.
14. Явление Пеннинга. Ассоциативная ионизация. Ионно-молекулярные реакции. Образование эксимерных молекул.

15. Фотовозбуждение и фотоионизация. Экспериментальные методы измерения сечений фотовозбуждения и фотоионизации.
16. Сила осциллятора. Спектральное распределение сил осцилляторов.
17. Термическое возбуждение и ионизация.
18. Рекомбинация заряженных частиц. Теория Ланжевена. Теория Томсона.
19. Электрон-ионная рекомбинация. Ион-ионная рекомбинация. Трехчастичная рекомбинация. Коэффициент рекомбинации.
20. Ударно-радиационная рекомбинация. Коэффициент ударно-радиационной рекомбинации.
21. Диссоциативная рекомбинация (прямой и непрямой механизмы). Влияние колебательной релаксации на коэффициент диссоциативной рекомбинации.

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

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

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

Лекции - Текущий контроль включает:

- | | |
|--|-------------|
| ▪ посещение занятий | __10__ бал. |
| ▪ активное участие на лекциях | __15__ бал. |
| ▪ устный опрос, тестирование, коллоквиум | __60__ бал. |
| ▪ и др. (доклады, рефераты) | __15__ бал. |

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- | | |
|---|-------------|
| ▪ посещение занятий | __10__ бал. |
| ▪ активное участие на практических занятиях | __15__ бал. |
| ▪ выполнение домашних работ | __15__ бал. |
| ▪ выполнение самостоятельных работ | __20__ бал. |
| ▪ выполнение контрольных работ | __40__ бал. |

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

а) основная литература:

1. Смирнов Б.М. Ионы и возбужденные атомы в плазме. М.1974.
2. Смирнов Б.М. Возбужденные атомы в плазме. М. 1982.
3. Смирнов Б.М. Атомные столкновения и элементарные процессы в плазме. М.1968.
4. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений. М.1967.
5. Райзер, Юрий Петрович. Физика газового разряда: [монография] / Райзер, Юрий Петрович. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект,

2009. - 734,[1] с. - Библиогр.: с. 725-734 . - ISBN 978-5-91559-019-8: 1386-00.

6. Щеголев, Игорь Фомич. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики: [учеб. пособие] / Щеголев, Игорь Фомич. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 207 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 978-5-91559-006-8: 509-85.
7. Виноградова Т.В. Кинетика простых гомогенных реакций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Виноградова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 75 с. — 978-5-7996-1103-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66160.html>

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.
3. Красников, Анатолий Сергеевич. Физика элементарных частиц: учебное пособие к спецкурсу / Красников, Анатолий Сергеевич. - Рязань: РГПИМ, 1992. - 99, [3] с. : ил.; 19 см. - Библиогр.: с. 101 (12 названий). - 0-25.
4. Булидорова Г.В. Кинетика сложных реакций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Булидорова, К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. - 88 с. - 978-5-7882-1919-6. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62180.html> (дата обращения 18.06.2018).
5. Ашурбеков Н.А., Омаров О.А., Курбанисмаилов В.С., Омарова Н.О. Кинетика нестационарной неравновесной плазмы наносекундных разрядов. Махачкала. ИПЦ ДГУ, 2007.

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

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).

4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г.
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике элементарных процессов в плазме газового разряда;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

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

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями специального физического практикума – 2 лаб.

При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Комплект мультимедийных слайд-лекций по всем разделам дисциплины.

Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.