

· Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет



УТВЕРЖДАЮ:
Декан физического факультета

С.Н. Филимонов

«15» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Элементарные процессы в плазме

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2021

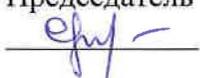
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.03.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.Н. Чайковская

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

– ОПК-2 - Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИПК-1.1 - Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования

– ИОПК-2.2 - Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить понятийный аппарат и методы анализа элементарных процессов в плазме.

– Научиться применять понятийный аппарат и методы элементарных процессов в плазме для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, входит в профессиональный модуль по выбору «Физика плазмы».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Теория функций комплексного переменного, Общая физика, Классическая механика, Квантовая механика, Методы математической физики.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 16 ч.;

–практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Предмет курса.

Цель, задачи и структура курса. Некоторые понятия и соотношения.

Тема 2. Основы векторной модели атома, диаграммы Гроттриана.

Тема 3. Элементарные процессы в плазме, общее описание. Классификация процессов.

Тема 4. Упругие процессы.

Газокинетические столкновения, столкновения электронов с тяжелыми частицами, кулоновские взаимодействия. Резонансная перезарядка.

Тема 5. Неупругие процессы, общее описание.

Представление процессов, метод модифицированного диффузионного приближения, понятие равновесных процессов.

Тема 6. Неупругие процессы с участие легких и тяжелых частиц.

Возбуждение и девозбуждение атома электронным ударом. Прямая ионизация и тройная рекомбинация. Ступенчатая ионизация.

Тема 7. Влияние вида ФРЭЭ на константы процессов.

Тема 8. Неупругие столкновения тяжелых частиц.

Критерий Мессе. Возбуждение и девозбуждение атомов и молекул. Ионизация и трехчастичная рекомбинация. Ассоциативная ионизация и диссоциативная рекомбинация. Конверсия. Термодиссоциация.

Тема 9. Элементарные процессы с излучением.

Торможение электронов на атомах и ионах. Фотоионизация и излучательная рекомбинация. Спонтанное и индуцированное излучение.

Тема 10. Прилипание электронов к атомам и молекулам.

Фотоприлипание. Прилипание в тройных столкновениях. Прилипание к сложным молекулам. Диссоциативное прилипание.

Тема 11. Освобождение электронов из отрицательных ионов.

Отлипание в результате столкновения с электронами. Отлипание вследствие столкновения с атомами и молекулами.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится с учетом посещаемости, решения задач и результатов выполнения контрольной работы. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в 5 семестре проводится по результатам контрольной точки и письменного ответа на два вопроса.

Ниже даны примеры вопросов на зачет:

1. Прямая ионизация атомов электронным ударом и тройная рекомбинация.
2. Ступенчатая ионизация.
3. Неупругие столкновения тяжелых частиц. Критерий Мессе.
4. Процесс Пеннинговской ионизации.
5. Конверсия, термодиссоциация.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Перечень вопросов, выносимых на зачет.

1. Понятие равновесия в плазме. Векторная модель атомов. Диаграммы Гроттриана. Основные характеристики энергетических уровней атомов.
2. Структура энергетических уровней 2-х атомных молекул.
3. Соотношения Больцмана и Саха.

4. Способ описания процессов. Понятие сечения, константы. Длина свободного пробега, частота и характерное время реакции, скорость процесса, поток.
5. Классификация элементарных процессов.
6. Газокинетические столкновения.
7. Упругое столкновение электронов с атомами.
8. Кулоновские столкновения.
9. Перезарядка, резонансная перезарядка.
10. Неупругие процессы. Возбуждение и девозбуждение атомов электронами.
11. Метод модифицированного диффузионного приближения, основные положения.
12. Прямая ионизация атомов электронным ударом и тройная рекомбинация.
13. Ступенчатая ионизация.
14. Неупругие столкновения тяжелых частиц. Критерий Мессе.
15. Процесс Пеннинговской ионизации.
16. Конверсия, термодиссоциация.
17. Процессы ассоциативной ионизации и диссоциативной рекомбинации.
18. Классификация процессов, связанных с излучением, спонтанное излучение.
19. Тормозное излучение электронов на ионах и атомах.
20. Фотоионизация и излучательная рекомбинация.
21. Прилипание электронов к атомам и молекулам, фотоприлипание.
22. Прилипание в тройных столкновениях, диссоциативное прилипание.
23. Прилипание к сложным молекулам.
24. Освобождение электронов от отрицательных ионов. Отлипание вследствие электронного удара.
25. Отлипание при столкновениях с тяжелыми частицами.

б) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Прилипание электронов к атомам и молекулам. Фотоприлипание.
2. Прилипание в тройных столкновениях. Прилипание к сложным молекулам. Диссоциативное прилипание.
3. Освобождение электронов из отрицательных ионов.
4. Отлипание в результате столкновения с электронами.
5. Отлипание вследствие столкновения с атомами и молекулами.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Биберман Л. М., Воробьев В. С., Якубов И. Т. / Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы // Москва: Наука, 1982. – 375 С.
2. Грим Г. / Спектроскопия плазмы // Москва: Атомиздат, 1964.
3. Ю. П. Райзер. / Физика газового разряда // Москва: Наука, 1987.
4. С. Браун / Элементарные процессы в газовом разряде // Москва: Атомиздат, 1961.
5. Г. Ф. Друкарев / Столкновения электронов с атомами и молекулами // Москва: Наука, 1978.

6. Плазма в лазерах / Под ред. Дж. Бекефи // Москва: Атомиздат, 1982
7. Биберман Л. М., Норман Г. Э. / Непрерывные спектры атомных газов и плазмы // Усп. Физ. Наук., 1967. Т. 91. вып. 2. С. 193-246.
8. Фирсов О. Б. / Тормозное излучение медленных электронов на нейтральных атомах // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1960. Т. 39. Вып. 6(12). С.1770-1776.
9. Б. М. Смирнов / Ионы и возбужденные атомы в плазме // Москва: Атомиздат, 1974.
10. С. Э. Фриш / Оптические спектры атомов // Москва: Физ-мат. Литература, 1963.
11. Александров И. А. и др. / Влияние электрон. – электронных столкновений на кинетические коэффициенты электронов в плазме инертных газов // Журнал технической физики. 1980. Т. 50. Вып. 9. С.481.

б) дополнительная литература:

1. Касабов Г. А., Елисеев В. В. / Спектроскопические таблицы для низкотемпературной плазмы // Москва: Атомиздат, 1971.
2. Л. А. Вайнштейн, И. И. Собельман, Е. А. Юков. / Сечения возбуждения атомов и ионов электронами // – Москва.: Наука, 1973.
3. Стриганов А. Р., Свентицкий И. С. / Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов // Москва: Атомиздат, 1966. – 898 С.
4. Зайдель А. И., Островская Г. В. / Техника и практика спектроскопии // Москва: Наука, 1972. – 375 С.
5. Корглис Ч., Бозман У. / Вероятности переходов и сил осцилляторов для 70 элементов // Москва: Мир, 1968.
6. Стриганов А. Р., Свентицкий И. С. / Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов // Москва: Атомиздат, 1966. 898. С

в) ресурсы сети Интернет:

Spectral lines by Kurukz, compiled by Claas Heise, <http://cfa-www.harvard.edu/ampdata/ampdata/kurukz23/secur.html>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Все виды материально-информационной базы Научной библиотеки ТГУ. Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ. Сеть Интернет. Программное обеспечение курсов, предшествующих изучению представленной

дисциплины.

15. Информация о разработчиках

Шемякин Илья Александрович, доктор физико-математических наук, с.н.с., кафедра физики плазмы физического факультета ТГУ, профессор.