

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

Диагностика плазмы

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.01.03.11

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 диагностики плазмы.

– Научиться применять понятийный аппарат и методы диагностики плазмы 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 8, 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: оптика, физика газового разряда, основы физики плазмы в объеме.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

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

– лекции: 24 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. Излучение из плазмы.

Тема 3. Модельные представления состояния плазмы.

Тема 4. Спектральные методы исследования однородной оптически тонкой плазмы.

Тема 5. Определение температуры тяжелых частиц.

Тема 6. Определение колебательной и вращательных температур молекул.

Тема 7. Диагностика оптически плотных неоднородных плазм.

Тема 8. Экспериментальная аппаратура, способы регистрации излучения и изображения.

Тема 9. Нестационарные плазмы. Квазистационарность. Понятие характерных времен установления температур, ионизации и рекомбинации.

Тема 10. Расчет и оценка населенностей возбужденных уровней и степени ионизации плазмы в неравновесном состоянии.

Тема 11. Определение параметров плазмы сильноточного импульсного разряда высокого давления в аргоне.

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 8 семестре проводится по результатам контрольной точки и письменного ответа на два вопроса.

Ниже даны примеры вопросов на зачет:

1. Модель локального термодинамического равновесия. Корональная модель. Критерии выполнимости.
2. Понятие излучательной способности и интенсивности излучения. Оптически тонкая и оптически плотная плазмы.
3. Определение температуры электронов по относительной интенсивности двух линий принадлежащих элементам разной степени ионизации.
4. Определение концентрации электронов на основе эффекта Штарка.
5. Линейчатое и непрерывное излучение из плазмы. Рекомбинационный и тормозной континуум.

11. Учебно-методическое обеспечение

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

Перечень вопросов, выносимых на зачет:

1. Понятие равновесия в плазме.
2. Соотношение Больцмана и соотношение Саха.
3. Модель локального термодинамического равновесия. Критерий выполнимости.
4. Коронарная модель. Критерий выполнимости.
5. Понятие излучательной способности и интенсивности излучения.
6. Линейчатое и непрерывное излучение из плазмы. Рекомбинационный и тормозной континуум.
7. Оптически тонкая и оптически плотная плазмы. Реабсорбция.
8. Уравнение переноса излучения.
9. Определение температуры электронов по относительной интенсивности линий, принадлежащих элементам одной степени ионизации (метод Орнштейна).
10. Определение температуры электронов по относительной интенсивности двух линий принадлежащих элементам разной степени ионизации.
11. Основные виды уширений спектральных линий в плазме.
12. Механизм естественного уширения спектральных линий.

13. Механизм уширения спектральных линий на основе эффекта Доплера.
14. Определение температуры тяжелых частиц на основе эффекта Доплера.
15. Эффект Штарка.
16. Определение концентрации электронов на основе эффекта Штарка.
17. Определение степени ионизации плазмы из относительной интенсивности ионной линии к атомной.
18. Определение концентрации тяжелых частиц в возбужденных состояниях.
19. Оптические схемы стенда для регистрации излучения и изображения объекта.
20. Спектрометры, основанные на матрицах с ПЗС связью.
21. Фотоэлектронные умножители, основные характеристики, особенность работы в режиме коротких импульсов.

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. Определение концентрации электронов на основе эффекта Штарка.
2. Определение степени ионизации плазмы из относительной интенсивности ионной линии к атомной.
3. Определение концентрации тяжелых частиц в возбужденных состояниях.
4. Оптические схемы стенда для регистрации излучения и изображения объекта.
5. Спектрометры, основанные на матрицах с ПЗС связью.
6. Фотоэлектронные умножители, основные характеристики, особенность работы в режиме коротких импульсов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Диагностика плазмы / Под редакцией Р. Хадлстоуна, С. Леонардо // Москва: Мир, 1967.
2. Методы исследования плазмы / Под редакцией Лохте-Хольтгрёвена // Москва: Мир, 1971.
3. Грим Г. / Спектроскопия плазмы // Москва: Атомиздат, 1964.
4. Биберман Л. М., Воробьев В. С., Якубов И. Т. / Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы // Москва: Наука, 1982. – 375 С.
5. Ю. П. Райзер. / Физика газового разряда // Москва: Наука, 1987.
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. И. М. Подгорный / Лекции по диагностике плазмы // Москва: Атомиздат, 1968.
9. С. Э. Фриш / Оптические спектры атомов // Москва: Физ-мат. Литература, 1963.

б) дополнительная литература:

1. Л. А. Вайнштейн, И. И. Собельман, Е. А. Юков. / Сечения возбуждения атомов и ионов электронами // – Москва.: Наука, 1973.
2. Стриганов А. Р., Свентицкий И. С. / Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов // Москва: Атомиздат, 1966. – 898 С.
3. Зайдель А. И., Островская Г. В. / Техника и практика спектроскопии // Москва: Наука, 1972. – 375 С.

4. Фирсов О. Б., Чибисов М. И. / Тормозное излучение медленных электронов на нейтральных атомах // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1960. Т. 39. Вып. 6(12). С.1770-1776.
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.