

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
(ИКИ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

*Директор ИКИ РАН
академик РАН Л. М. Зеленый*

« ____ » _____ 20__ г.

**Дополнительная программа
кандидатского экзамена по специальности**

01.04.02 – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

аспиранта ИКИ РАН Кислова Р. А.

Тема диссертационного исследования:
«Структура квазистационарных токовых слоёв в солнечном ветре»

УТВЕРЖДЕНО

*на Ученом совете ИКИ РАН
« ____ » _____ 20__ г.*

Протокол № _____

Москва - 2016

Физика космической плазмы

1. Понятие плазмы. Классификация видов плазм. Характерные особенности космической плазмы.
2. Движение частиц в электрическом и магнитном поле. Дрейфовое приближение и виды дрейфов. Адиабатические инварианты движения частиц в магнитном поле. Ток намагничивания и диамагнетизм плазмы.
3. Магнитная гидродинамика и магнитогидродинамическое подобие. Проводимость плазмы. Понятие вмороженности. Неустойчивость плазмы, обусловленная конечной проводимостью.
4. Анизотропия, вносимая магнитным полем. Применимость магнитной гидродинамики. Шланговая неустойчивость.
5. Кинетическая теория плазмы в магнитном поле. Уравнение Власова. Диэлектрическая проницаемость бесстолкновительной плазмы. Затухание Ландау. Ленгмюровские и ионно-звуковые волны.
6. Пучковая неустойчивость: гидродинамическая и кинетическая стадии. Квазилинейная теория.
7. Волны в плазме без магнитного поля - ленгмюровские и ионно-звуковые. Волны в рамках одножидкостной МГД. Продольные и поперечные волны в холодной магнитоактивной плазме. Циклотронные резонансы и отсечки. Обыкновенная и необыкновенная моды.
8. Дрейфовые волны и дрейфовые неустойчивости.
9. Неустойчивость Релея-Тейлора. Устойчивость границы плазмы в магнитном поле.
10. Неустойчивость плазменных потоков. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.
11. Бесстолкновительные ударные волны и солитоны.
12. Магнитное пересоединение. Модели вынужденного пересоединения Паркера-Свита и Петчека. Модель Сыроватского. Стохастическое пересоединение. Аномальное сопротивление и образование двойных слоёв. Разрывная неустойчивость.
13. Осесимметричные и стационарные течения в магнитной гидродинамике. Уравнение Грэда-Шафранова. Изоротация Ферраро. Альвеновская, магнитозвуковая и касповая поверхности. Зеркальная неустойчивость.

Литература

Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. М.: Атомиздат, 1979.

Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г., Космическая электродинамика. М.: Мир, 1967.

Бескин В.С. Осесимметричные стационарные течения в магнитной гидродинамике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

Lazarian, Alex; Vishniac, Ethan (1999). "Reconnection in a Weakly Stochastic Field". *The Astrophysical Journal*. 517: 700–718. doi:10.1086/307233.

Основы физики плазмы: в 2-х томах. Под редакцией А.А. Галеева, Р. Судана. М.: Энергоатомиздат, 1983.

Франк-Каменецкий, Д.А., Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат, 1968.

Солнечный ветер и Солнце.

1. Строение Солнца. Солнечная атмосфера и её границы. Солнечная активность.
2. Проблема нагрева солнечной короны. Механизмы нагрева.
3. Механизмы ускорения солнечного ветра. Источники солнечного ветра. Быстрый и медленный солнечный ветер.
4. Параметры солнечного ветра на различных гелиоцентрических расстояниях и гелиоширотах. Гелиосфера.
5. Гелиосферный токовый слой: параметры, структура на разных пространственных масштабах, динамика. Отличия от окружающего солнечного ветра.
6. Гелиосферная токовая цепь.
7. Магнитосферы планет. Представление о магнитосферах комет.
8. Модель солнечного ветра Паркера. Квазипаркеровские модели. Альтернативные модели.
9. Глобальные модели солнечного ветра. Ближняя и дальняя гелиосфера.
10. Модели гелиосферного токового слоя.
11. Пересоединение и турбулентность в гелиосферном токовом слое и солнечном ветре.

Литература:

1. Плазменная гелиогеофизика. В 2 т./ Под ред. Л.М. Зеленого, И.О. Веселовского. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
2. Parker E.N., *Interplanetary dynamical processes*. Interscience publishers, J. Wiley and Sons, New-York-London, 1963.
3. Parker E.N., *Spontaneous current sheets in magnetic fields*. Oxford university press, New-York, Oxford, 1994.
4. Прист Э.Р., *Солнечная магнитогидродинамика*. М.: Мир, 1985.

5. Alfvén H., Electric currents in cosmic plasmas. Rev. Geophys. Space Phys., 15, 271-283, 1977.
6. Бескин В.С. Осесимметричные стационарные течения в магнитной гидродинамике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
7. Schatten K.H., Current sheet magnetic model for the solar corona. Cosm. Electrodyn., 2, 232-245, 1971.
8. Smith E.J., The heliospheric current sheet. JGR, 106 A8, 15819-15832, 2001.

Токовые слои.

1. Модель токового слоя Харриса и её обобщения.
2. Динамика заряженных частиц в токовых слоях. Пролётные, захваченные и квазизахваченные частицы. Ускорение частиц в токовых слоях.
3. Кинетические самосогласованные модели стационарных токовых слоёв. Двойные токовые слои. Периодические решения. Экранированный токовый слой.
4. Цилиндрические токовые слои. Пинч Беннета.
5. Рассеяние заряженных частиц на токовых слоях. Термализация функции распределения в толстых и периодических токовых слоях.
6. Многомасштабные вложенные токовые слои.
7. Стационарные МГД модели токовых слоёв.
8. Гибридные модели токовых слоёв.
9. Устойчивость токовых слоёв. Энергетический принцип. Метастабильные токовые слои.
10. Турбулентность в токовых слоях: магнитные пузыри и пакеты волн.

Литература:

1. Зелёный Л.М., Малова Х.В., Артемьев А.В., Попов В.Ю., Петрукович А.А., Тонкие токовые слои в бесстолкновительной плазме: равновесная структура, плазменные неустойчивости и ускорение частиц. Физика плазмы, Т.37, №2, с.137-182, 2011.
2. Малова Х.В., О.В. Мингалев, В.Ю. Попов, А.А. Петрукович, Л.М. Зелёный, Особенности внутренней структуры токовых слоев в бесстолкновительной плазме в присутствии широкой компоненты магнитного поля, в книге: Современные достижения в плазменной гелиогеофизике, под. Ред. А. Садовского, Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского, М., 2015; <http://sdpg.cosmos.ru>
3. Л.М. Зеленый, А.И. Нейштадт, А.В. Артемьев, Д.Л. Вайнштейн, and Х.В. Малова. Квазиadiaбатическое описание динамики заряженных частиц в космической плазме. *Успехи физических наук*, 183(4):365–415, 2013.

4. Зеленый Л М, Милованов А В "Фрактальная топология и странная кинетика: от теории перколяции к проблемам космической электродинамики", УФН, 174, 809–852, 2004.
5. Greco, A.; Taktakishvili, A. L.; Zimbardo, G.; Veltri, P.; Zelenyi, L. M., Ion dynamics in the near-Earth magnetotail: Magnetic turbulence versus normal component of the average magnetic field, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, Volume 107, Issue A10, pp. SMP 1-1, CiteID 1267, DOI 10.1029/2002JA009270, 2002.

Составители:

д.ф.-м.н.

Х. В. Малова