



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики



201 3 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Код дисциплины Б3.В.ДВ.2.2

Наименование дисциплины (модуля) **Физика плазмы**

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)
011200.62 – физика, профиль «Солнечно-земная физика»

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета
(института)

Протокол № 30 от «12» 12 2013 г.
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики

Протокол № 3
От «15» 11 2013 г.

Зав.кафедрой профессор д.ф.-м.н. В.Л. Паперный

[Signature]

Иркутск 2013 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями).....	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.....	7
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
а) <i>основная литература</i>	8
б) <i>дополнительная литература</i>	8
в) <i>программное обеспечение</i>	8
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	8
10. Образовательные технологии	9
11. Оценочные средства (ОС)	9

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Одним из направлений модернизации российского образования является *интеграция* дисциплин естественнонаучного цикла. Данный курс соответствует этой концепции.

Цель программы - подготовка специалистов в области физики плазмы, газового разряда; разработки приборов и установок для создания, удержания и диагностики плазмы; плазменных технологий и математического моделирования закономерностей и явлений в плазме.

Задача курса: формирование физических представлений о закономерностях поведения плазмы в магнитном поле для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Физика плазмы» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла дисциплин. Физика плазмы является основой таких научных дисциплин как «Физика Солнца», «Физика межпланетного пространства», «Физика околоземного космического пространства» и т.п. Поэтому изучение физики плазмы является неотъемлемой частью образовательного цикла по кафедре общей и космической физики. Курс перебрасывает мост от таких общеобразовательных предметов как механика и электродинамика к спецкурсам по указанным выше дисциплинам.

Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Ядерная физика» и «Взаимодействие излучений с веществом».

В курсе излагаются основные методы теоретического описания плазмы и на этой основе рассмотрены важнейшие процессы, определяющие свойства и динамику плазмы. Неотъемлемой частью курса являются практические семинарские занятия. Решение большого числа задач различной трудности позволяет студентам не только закрепить и расширить сведения, полученные на лекциях, но и приобрести первоначальный опыт самостоятельной работы над научными проблемами.

Программа курса ориентирована на тематику научных исследований базового института кафедры – Института солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

В Федеральном компоненте ГОС подготовки бакалавра по направлению 011200.62 «физика», (профиль «Солнечно-земная физика») не указаны явно требования к результатам освоения дисциплины «Физика плазмы».

Согласно ФГОС выпускник с квалификацией бакалавр по направлению «физика» должен обладать рядом общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК). Дисциплине «Физика плазмы» соответствуют следующие из них:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16);
- способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способность понимать и излагать полученную информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).

В результате изучения курса “Физика плазмы” студенты должны

знать:

- основные характеристики и параметры плазмы;
- виды дрейфа и оценка скорости движения частиц плазмы
- диффузия и оценка коэффициента диффузии плазмы;
- методы нагрева плазмы;
- критерий Лоусона;
- виды волн, распространяющихся в плазме;

уметь:

- рассчитывать характеристики плазмы по заданным параметрам;
- делать оценки скорости дрейфового движения частиц в плазме;
- объяснить влияние магнитных полей простой конфигурации на поведение плазмы;

иметь представление:

- о физике плазмы как разделе физики, ее задачах и методах их решения;
- об основных процессах переноса в плазме в магнитном поле и без него;
- о видах дрейфового движения частиц в плазме;
- о цепной реакции деления ядер;
- о способах нагрева и удержания плазмы;
- об устройствах, с помощью которых получают и удерживают плазму;
- о волновых процессах в плазме.

быть готовым к самостоятельному проведению исследований, использованию информационных технологий для решения научных и профессиональных задач

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:			-	-	-
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	4	4			
Самостоятельная работа (всего)	32	32			
В том числе:			-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36	36			
Общая трудоемкость	часы	108	108		
	зачетные единицы	3	3		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Тема 1. Плазма – четвертое состояние вещества.

- 1.1. Ионизованный газ
- 1.2. Квазинейтральность, экранировка заряда, дебаевский радиус.
- 1.3. Основные характеристики плазмы.
- 1.4. Роль магнитного поля.

Тема 2. Элементарные процессы в плазме.

- 2.1. Упругие и неупругие соударения.
- 2.2. Ионизация, возбуждение, рекомбинация и перезарядка.
- 2.3. Формула Саха.
- 2.4. Излучение плазмы.
- 2.5. Фотохимия.

Тема 3. Движение частиц плазмы в электрических и магнитных полях

- 3.1. Движение в однородных полях.
- 3.2. Адиабатический инвариант, магнитная ловушка.

- 3.3. Электрический дрейф.
- 3.4. Дрейф в неоднородном магнитном поле.

Тема 4. Магнитная гидродинамика.

- 4.1. Уравнения магнитной гидродинамики.
- 4.2. Вмороженность плазмы.
- 4.3. Равновесие плазмы в магнитном поле.
- 4.4. Гидромагнитные неустойчивости.
- 4.5. Гидромагнитные волны.

Тема 5. Двухжидкостная гидродинамика.

- 5.1. Уравнения двухжидкостной гидродинамики.
- 5.2. Обобщенный закон Ома.
- 5.3. Проводимость плазмы.
- 5.4. Диффузия плазмы.
- 5.5. Волны в двухжидкостной плазме.

Тема 6. Кинетическое описание плазмы.

- 6.1. Кинетическое уравнение
- 6.2. Затухание Ландау.
- 6.3. Пучковая неустойчивость.
- 6.4. Квазилинейная релаксация.
- 6.5. Циклотронный резонанс.

Тема 7. Нелинейные процессы в плазме.

- 7.1. Трехволновые процессы.
- 7.2. Бесстолкновительные ударные волны.
- 7.3. Турбулентность плазмы.
- 7.4. Аномальное сопротивление.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)

Физика плазмы является основой таких научных дисциплин как физика Солнца, физика межпланетного пространства, физика околоземного космического пространства и т.п. Поэтому изучение физики плазмы является неотъемлемой частью образовательного цикла по кафедре общей и космической физики. Курс перебрасывает мост от таких общеобразовательных предметов как механика и электродинамика к спецкурсам по указанным выше дисциплинам.

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Экспериментальные методы в	Темы 1,2,3, 6,7

	геофизике и астрофизике	
2.	Физика Солнца	Темы 1,2,3, 6
3.	Геофизика	Темы 1,2,3
4.	Физика магнитосферы	Темы 3,4
5.	Физика ионосферы	Темы 1,2,3
6.	Астрофизика	Темы 1,2,3

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1.	Плазма-четвертое состояние вещества	Плазма-четвертое состояние вещества	2					2
2.	Элементарные процессы в плазме	Элементарные процессы в плазме	4	4			6	14
3.	Движение частиц плазмы	Движение частиц плазмы	2	2			6	10
4.	Магнитная гидродинамика	Магнитная гидродинамика	4	4			6	14
5.	Двужидкостная гидродинамика	Двужидкостная гидродинамика	2	2				4
6.	Кинетическое описание плазмы	Кинетическое описание плазмы	2	4			6	12
7.	Нелинейные процессы в плазме	Нелинейные процессы в плазме	2	2			6	10

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 2	Решение задач на тему движение элементарные процессы в плазме	4	Контрольная работа	ОК16 ПК1 ПК2 ПК10
2.	Тема 3	Решение задач на тему движение частиц плазмы	2	Контрольная работа	
3.	Тема 4	Решение задач на тему магнитная гидродинамика	4	Контрольная работа	
4.	Тема 5	Решение задач на тему двужидкостная гидродинамика	2	Контрольная работа	
5.	Тема 6	Решение задач на тему кинетическое описание плазмы	4	Контрольная работа	

6.	Тема 7	Решение задач на тему нелинейные процессы в плазме	2	Контрольная работа	
----	--------	--	---	--------------------	--

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Морозов, А.И. Введение в плазмодинамику / А.И. Морозов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 576 с.
2. Франк-Каменецкий, Д.А. Лекции по физике плазмы / Д.А. Франк-Каменецкий. – 3-е изд. – М., «Атомиздат», 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-91559-002-0

б) дополнительная литература

1. Кадомцев, Б.Б. Коллективные явления в плазме / Б.Б. Кадомцев. – 2-е изд. – М.: Наука, 1988. – 304 с.
2. Арцимович, Л.А. Физика плазмы для физиков / Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев. – М.: Атомиздат, 1979. – 314 с.
3. Голант, В.Е. Основы физики плазмы / В.Е. Голант; А.П. Жилинский, С.А. Сахаров. – М.: Атомиздат, 1977. – 384 с.
4. Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика. В 10 томах. Том 10. Физическая кинетика. / Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 536 с. – ISBN 978-5-9221-0053-3, 978-5-9221-0125-7

в) программное обеспечение: стандартные сервисы глобальной сети Интернет.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>.)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в физике плазмы.

10. Образовательные технологии:

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях в виде самостоятельных работ

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Пример практического задания

ЗАДАНИЕ 1 Характеристики плазмы

УСТНО:

1. Понятие квазинейтральности плазмы, пространственный масштаб разделения зарядов, радиус Дебая, временной масштаб разделения зарядов.
2. Дебаевское экранирование заряда в плазме.
3. Плазменная частота, плазменные колебания.

ПИСЬМЕННО:

1. Полностью ионизованная плазма получена из водорода, находящегося первоначально при комнатной температуре и давлении 1 торр. Найти напряженность электрического поля E [В/см] и потенциал φ [В], возникающих при масштабе разделения зарядов $x \sim 0,1$ см
2. Получить расчетную формулу для вычисления радиуса Дебая r_D . Найти r_D для типичных значений плотности и температуры плазмы газового разряда, термоядерной и космической плазмы.
3. Получить расчетную формулу для вычисления плазменной частоты ω_p . Найти ω_p для типичных значений плотности и температуры плазмы газового разряда, термоядерной и космической плазмы.

Примерный список устных вопросов:

1. Распределение потенциала пробного заряда в плазме.

2. Радиус Дебая. Зависимость от концентрации заряженных частиц и их температуры.
3. Плазменная частота. Ленгмюровские колебания.
4. Плазма и идеальный газ. Что общего?
5. Тепловая и кулоновская энергия плазмы.
6. Формула Саха.
7. Гирочастота и гирорадиус.
8. Что такое «конус потерь»?
9. Общее выражение для скорости дрейфового движения.
10. Приближения магнитной гидродинамики для плазмы.
11. Закон вмороженности магнитного поля.
12. Магнитное давление и натяжение силовых линий.
13. Диффузия магнитного поля.
14. Выражение для проводимости плазмы.
15. Классическая и неклассическая диффузия в плазме.
16. Амбиполярная диффузия.
17. Условие равновесия плазмы в магнитном поле.
18. Соотношение Беннетта для пинча.
19. Альфвеновские и магнитозвуковые волны.
20. Неустойчивость Релея-Тейлора.
21. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.
22. Электромагнитная волна в плазме. Метод отсечки.
23. Взаимодействие волна – частица.
24. Квазилинейная релаксация пучка в плазме.
25. Параметрическая неустойчивость.
26. Турбулентная диффузия.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к экзамену:

- 1) Плазма – четвертое состояние вещества. Ионизованный газ. Квазинейтральность, экранировка заряда, дебаевский радиус. Основные характеристики плазмы. Роль магнитного поля.
- 2) Элементарные процессы в плазме. Упругие и неупругие соударения. Ионизация, возбуждение, рекомбинация и перезарядка. Формула Саха. Излучение плазмы. Фотохимия. Процессы переноса.
- 3) Движение частиц плазмы в электрических и магнитных полях Движение в однородных полях. Адиабатический инвариант. Магнитная ловушка. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле
- 4) Магнитная гидродинамика. Уравнения магнитной гидродинамики. Вмороженность плазмы. Диффузия магнитного поля. Равновесие плазмы в магнитном поле. Гидромагнитные неустойчивости. Гидромагнитные волны.
- 5) Двухжидкостная гидродинамика. Уравнения двухжидкостной гидродинамики. Обобщенный закон Ома. Проводимость плазмы. Диффузия плазмы. Электромагнитные, плазменные и ионно-звуковые волны.
- 6) Кинетическое описание плазмы. Кинетическое уравнение. Затухание Ландау. Пучковая неустойчивость. Квазилинейная релаксация. Циклотронный резонанс.

- 7) Нелинейные процессы в плазме. Трехволновые процессы. Бесстолкновительные ударные волны. Турбулентность плазмы. Аномальное сопротивление.

Разработчики:

В.А. Мазур
(подпись)

профессор, д.ф.-м.н.
(занимаемая должность)

В.А., Мазур
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
«15» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой  В.Л. Паперный