



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Всички специалности на Физическия факултет (изборен курс)

Магистърска програма: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

Физика на плазмата

(код и наименование)

Преподавател: доц. д-р Цветелина Венелинова Паунска

Асистент: доц. д-р Стилиян Лишев, доц. д-р Снежана Йорданова

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	
	Практически упражнения (хоспетиране)	30
Обща аудиторна заетост		75
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна подготовка за две контролни работи	40
	Доклад/Презентация	35
	Писане на протоколи	30
Обща извънаудиторна заетост		105
ОБЩА ЗАЕТОСТ		180
Кредити аудиторна заетост		2.5
Кредити извънаудиторна заетост		3.5
ОБЩО ЕКСТ		6

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Тестова проверка (провеждат се 2 теста през семестъра)	60
2.	Оценка от практикума	20
3.	Оценка от реферат	20

Анотация на учебната дисциплина:

Курсът запознава студентите с основите на физиката на йонизираните среди. Последователно се разглеждат различните модели на плазма: ансамбъл от невзаимодействащи помежду си йони и електрони във външни електрични и магнитни полета, флуидни модели и увод в кинетичната теория на плазма. Разглеждат се различните дрейфове на водещия център на обикалящи по ларморовски траектории заредени частици, както и най-простият инвариант – магнитен момент и свързаните с него интерпретации на магнитните огледала и адиабатната компресия на плазма. Основно внимание се отделя на изграждането на флуидните модели, на ударите между заредени частици и неутрали, на изясняване на флуидните дрейфове и транспортните процеси в плазма, както и на голямото разнообразие на вълнови явления в изотропна и анизотропна плазма. Кинетичната теория на плазмата се излага конспективно като главният акцент в нея са електронните и йонни плазмени вълни и затихването на Ландау, както и получаването на флуидните уравнения от моментите на функцията на разпределение на частиците по скорости (самата функция на разпределение е решение на кинетичното уравнение на Болцман или Власов). Разглеждат се физичните основи на сондовата и спектрална диагностика на плазма. Като най-перспективни приложения на физиката на плазмата се разглеждат магнитохидродинамичните генератори и двигатели, както и управляемия термоядрен синтез с магнитно удържане на плазмата (програмата ITER) и с лазери.

Предварителни изисквания:

Курсът по Физика на плазмата използва, като основа познанията на студентите по основните курсове по математика, обща физика и математични методи на физиката.

Очаквани резултати:

Курсът дава основни знания на студентите в областта на Физиката на плазмата. Полезен е за студенти, които ще продължат обучението си в магистърските програми "Физика на плазмата" и "Физика на плазмата и термоядрен синтез", както и в докторантури по научните специалности 01.03.16 *Физика на плазмата и газовия разряд* и 01.03.13 *Радиофизика и физическа електроника*.

Учебно съдържание (лекции)

№	Тема:	Хорариум
1.	Дефиниция на плазма – основни концепции. Квазинеутралност и температура на плазма. Дебаевско екраниране. Плазмен параметър. Критерии за плазма.	2
2.	Движение на заредени частици във външни E и B хомогенни полета. Движение на заредени частици в нехомогенно B поле – $\text{grad}B$ -дрейф, криволинеен дрейф, магнитни огледала.	6
3	Удари на частици в плазма. Предаване на енергия и импулс при удар. Методи за описание на ударите в плазмата. Статистическо описание на ударите, диференциални и транспортни сечения. Еластични удари на електрони и йони с атоми. Нееластични удари за възбуждане и йонизация. Рекомбинация.	6
4.	Кинетична теория на плазма. Функция на разпределение на частиците по скорости. Уравнения на кинетичната теория (уравнения на Болцман, Власов и на Фокер–Планк). Получаване на флуидните уравнения. Плазмени трептения и затихване на Ландау.	4
5.	Флуиден модел. Флуидни уравнения за описание на плазмата – уравнение за непрекъснатост, уравнение за движение и уравнение за баланса на енергията.	4
6.	Дифузия и проводимост на плазма. Дифузия и подвижност в слабо йонизирани газове. Амбиполарна дифузия, напречно на B .	3
7.	Вълни в плазма. Електронни плазмени трептения и вълни. Йонно–звукови вълни. Електромагнитни вълни при $\mathbf{B}_0 = 0$. Електромагнитни вълни, перпендикулярни на \mathbf{B}_0 . Честоти на отсечки и резонанси. Електромагнитни вълни, успоредни на \mathbf{B}_0 . Хидромагнитни вълни. Магнитозвукови вълни.	8
8.	Диагностика на плазма. Единична (Ленгмюрова) и двойна сонда. Микровълнови методи. Спектрални методи. Нови методи за диагностика на плазма.	6
9.	Магнитна хидродинамика на плазма. Магнитохидродинамичен поток на Хартман. Магнитохидродинамични генератори и плазмени двигатели.	3
10.	Управляем термоядрен синтез с магнитно удържане на плазма (международната програма ITER). Инерционен термоядрен синтез (термоядрен синтез с лазери).	3

Учебно съдържание (практикум)

№	Тема:	Хорариум
1.	Единична (Ленгмюрова) сонда: Определяне на електронната температура, електронната концентрация и потенциала на плазмата.	5
2.	Двойна сонда: Определяне на плътността на плазмата и електронната температура.	5
3.	Определяне на концентрацията на отрицателните йони по метода на лазерното фотоотделяне.	5
4.	Определяне на температурата на променливотокова дъга при атмосферно налягане чрез измерване на относителните интензивности на спектралните линии.	5
5.	Определяне на температурата на неутралната компонента на плазмата в разряд с кух катод при ниско налягане по Доплеровото разширение на спектралните линии.	5
6.	Определяне на електронната концентрация на плазма, създавана от искров разряд при атмосферно налягане, по Штарковото разширение на линията H_{β} .	5

Конспект за изпит (изпит се провежда върху третата част на курса)

№	Въпрос
1.	Дефиниция на плазма – основни концепции. Квазинеутралност и температура на плазма. Дебаевско екраниране. Плазмен параметър. Критерии за плазма.
2.	Движение на заредени частици във външни E и B хомогенни полета. Движение на заредени частици в нехомогенно B поле – $\text{grad}B$ -дрейф, криволинеен дрейф, магнитни огледала.
3.	Удари на частици в плазма. Предаване на енергия и импулс при удар. Методи за описание на ударите в плазмата. Статистическо описание на ударите, диференциални и транспортни сечения. Еластични удари на електрони и йони с атоми. Нееластични удари за възбуждане и йонизация. Рекомбинация.
4.	Кинетична теория на плазма. Функция на разпределение на частиците по скорости. Уравнения на кинетичната теория (уравнения на Болцман, Власов и на Фокер–Планк). Получаване на флуидните уравнения. Плазмени трептения и затихване на Ландау.
5.	Флуиден модел. Флуидни уравнения за описание на плазмата – уравнение за непрекъснатост, уравнение за движение и уравнение за баланса на енергията.

6.	Дифузия и проводимост на плазма. Дифузия и подвижност в слабо йонизирани газове. Амбиполярна дифузия, напречно на \mathbf{B} .
7.	Вълни в плазма. Електронни плазмени трептения и вълни. Йонно–звукови вълни. Електромагнитни вълни при $\mathbf{B}_0 = 0$. Електромагнитни вълни, перпендикулярни на \mathbf{B}_0 . Честоти на отсечки и резонанси. Електромагнитни вълни, успоредни на \mathbf{B}_0 . Хидромагнитни вълни. Магнитозвукови вълни. Микровълнови методи. Спектрални методи.
8.	Диагностика на плазма. Единична (Ленгмюрова) и двойна сонда. Микровълнови методи. Спектрални методи. Нови методи за диагностика на плазма.
9.	Магнитна хидродинамика на плазма. Магнитохидродинамичен поток на Хартман. Магнитохидродинамични генератори и плазмени двигатели.
10.	Управляем термоядрен синтез с магнитно удържане на плазма (международната програма ITER). Инерционен термоядрен синтез (термоядрен синтез с лазери).

Библиография

Основна:

- [1] Ф. Чен, *Введение в физику плазмы*, (Мир, Москва, 1987).
 [2] Иванка Колева, Антония Шиварова, *Практикум по физика на плазмата*, (Университетско издателство “Св. Климент Охридски”, София, 1989).
 [3] В. Е. Голант, А. П. Жилинский и И.Е. Сахаров, *Основы физики плазмы* (Атомиздат, Москва, 1977).

Допълнителна:

- [1] M. A. Liberman and A. J. Lichtenberg, *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, (Wiley, Hoboken, 2005).
 [2] John Wesson, *Tokamaks*, (Clarendon Press-Oxford, 2004).
 [3] Н. Кролл, А. Трайвелпис, *Основы физики плазмы*, (Мир, Москва, 1975).

Дата: 05.03.2018 г.

Съставил:

доц. д-р Цв. Паунска/