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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С. Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Введение в физику плазмы

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

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.

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

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– посещаемость;

– ответы на вопросы на семинарских занятиях;

Примеры вопросов (ИПК-1.1, ИОПК-2.2.)

1. Что такое плазменная частота?
2. Как движется электрон в скрещенных E и B полях?
3. Когда наблюдается самоизоляция?
4. Когда наблюдается холловский ток?

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты участия в работе на семинаре, и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом):

– посещаемость, максимальный балл 10,

– выступление и работа на семинарах, максимальный балл 10 баллов на одном семинаре.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Первая часть представляет собой два теоретических вопроса, проверяющих ИОПК-2.2. Ответы на вопросы даются в развернутой форме. Вторая часть содержит 2 задачи, проверяющих ИПК 1.1.

Перечень теоретических вопросов:

1. Экранирование зарядов в плазме, дебаевский радиус. Плазменная частота.
2. Классификация видов плазмы. Какая плазма называется идеальной? Какая плазма называется равновесной?
3. Движение заряженной частицы в скрещенных однородных полях E и B .
4. Нестационарное электрическое поле. Поляризационный дрейф.
5. Инвариантность магнитного момента в переменном магнитном поле.
6. Дрейф заряженных частиц при наличии столкновений. Эффект Холла.
7. Дрейф заряженных частиц в продольно-неоднородном магнитном поле.
8. Градиентный и центробежный дрейф.

9. Гравитационный дрейф заряженных частиц.
10. Нестационарное магнитное поле. Магнитный момент.
11. Индукционный ускоритель – бетатрон.
12. Циклотронный резонанс.
13. Ускоритель электронов – циклотрон.

Примеры задач:

1. Вычислить ларморовский радиус: электрона с энергией 1 эВ, находящегося в магнитном поле Земли с индукцией 0,5 Гс; протона из потока солнечного ветра, скорость которого 300 км/с, а индукция межпланетного магнитного поля $5 \cdot 10^9$ Тл;

2. Предполагая, что магнитное поле Земли является диполем с магнитным моментом $8.1 \cdot 10^{22}$ А·м², вычислите скорость дрейфа электрона на магнитном экваторе на расстоянии $2 \cdot 10^4$ км от центра Земли при энергии 10^4 эВ и пич-угле 45° .

3. Заряженный пучок электронов плотностью 10^{14} м⁻³ и радиусом 1 см движется вдоль магнитного поля с индукцией 1 Тл. Вычислить скорость и направление $E \times B$ дрейфа внешних электронов пучка, если электрическое поле создается зарядом пучка. Как изменится эта скорость, если ток пучка будет нарастать.

4. По проводнику с радиусом 1 мм течет постоянный ток 1 кА. Разность потенциалов между проводником и коаксиальной с ним заземленной стенкой, расположенной на расстоянии 10 см, равна 100 В. Определить скорость и направление дрейфа электрона, стартующего с нулевой скоростью в точке, удаленной от оси симметрии системы на 1 см. (Указание: воспользоваться результатами расчета магнитной самоизоляции)

5. Плазма с изотропным распределением частиц по скоростям помещена в магнитную зеркальную ловушку с пробочным отношением 6. Столкновений нет. Какая доля частиц останется в ловушке?

6. Протон с энергией 1 кэВ и нулевой продольной скоростью находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Поле медленно возрастает до величины 1 Тл, и протон ускоряется. После этого он упруго сталкивается с тяжелой частицей и меняет направление движения так, что продольная скорость становится равной поперечной. Поле после этого медленно уменьшается до первоначальной величины. Какой станет энергия протона?

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию и выполнившие все практические задания.

Оценка «отлично» выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и, по существу, излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, способному самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и, по существу, излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему незначительные неточности в ответе

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неполно или неточно формулирующему базовые понятия.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Теоретические вопросы:

1. Экранирование зарядов в плазме, дебаевский радиус. Плазменная частота.
2. Классификация видов плазмы. Какая плазма называется идеальной? Какая плазма называется равновесной?
3. Движение заряженной частицы в скрещенных однородных полях E и B .
4. Нестационарное электрическое поле. Поляризационный дрейф.
5. Инвариантность магнитного момента в переменном магнитном поле.
6. Дрейф заряженных частиц при наличии столкновений. Эффект Холла.
7. Дрейф заряженных частиц в продольно-неоднородном магнитном поле.
8. Градиентный и центробежный дрейф.
9. Гравитационный дрейф заряженных частиц.
10. Нестационарное магнитное поле. Магнитный момент.
11. Индукционный ускоритель – бетатрон.
12. Циклотронный резонанс.
13. Ускоритель электронов – циклотрон.

Информация о разработчиках

Семенюк Наталья Степановна, физический факультет НИ ТГУ, доцент