

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физика плазмы

Код модуля
1146957(1)

Модуль
Физическая электроника

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шмелев Дмитрий Леонидович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	электрофизики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Шмелев Дмитрий Леонидович, Доцент, электрофизики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физика плазмы

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физика плазмы

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-12 -Способность применять знания физико-химических и технологических основ получения и использования пучков корпускулярного и электромагнитного излучения, электрического разряда в газах и вакууме, потоков плазмы для решения научных и инженерных задач наукоемкого производства на мировом уровне	3-1 - Объяснять фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики 3-2 - Различать основы физики плазмы, процессы переноса в плазме, поведения плазмы в магнитном поле, взаимодействия плазмы с твердым телом, современных плазменных технологий 3-3 - Описывать современные представления об энергетических состояниях и методах заселения квантовых систем, генерации, усиления и использования мощных потоков	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>излучения оптического диапазона, методик их регистрации и управления характеристиками таких потоков</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения законов физики</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт использования полученных знаний при работе с современными электрофизическими установками и ускорителями, в энергетике, электронике</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с современными квантовыми оптическими генераторами</p> <p>У-1 - Определять оптимальные математические методы, физические и химические законы для решения практических задач</p> <p>У-2 - Рассчитывать характеристики плазмы по заданным параметрам, делать оценки скорости дрейфового движения частиц в плазме, объяснить влияние магнитных полей простой конфигурации на поведение плазмы</p> <p>У-3 - Самостоятельно рассчитывать параметры лазерных излучателей</p>	
<p>ПК-13 -Способность к профессиональной эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту приборов, электронных средств и электронных систем</p>	<p>З-1 - Различать основные принципы генерирования электрических импульсов большой мощности</p> <p>З-2 - Описывать устройство генераторов большой мощности</p> <p>З-3 - Различать способы генерирования, сжатия и трансформирования наносекундных импульсов с использованием линий с распределенными параметрами и активных сред</p> <p>З-4 - Описывать основные методы электрофизической обработки материалов; явления, происходящие в процессе</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>обработки материалов корпускулярными и электромагнитными излучениями</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными генераторами большой электрической мощности</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт использования ионной, электронной и лазерной технологий</p> <p>У-1 - Выбирать с учетом практических целей тип устройства и его составных частей для генерирования импульсов с определенными заданными параметрами</p> <p>У-2 - Выбирать необходимый электрофизический способ обработки конкретного материала</p> <p>У-3 - Выбирать рабочие параметры установки; применять на практике ионные, электронные и лазерные технологии при обработке материалов</p>	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.9		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,8	50
<i>контрольная работа</i>	7,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.1		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение практический заданий</i>	7,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам,	Неудовлетворительно	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	(менее 40 баллов)	
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания	Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные количественные характеристик плазмы.
2. Дебаевское экранирование.
3. Виды равновесия в плазме.
4. Оценка равновесных параметров.
5. Оценки количественных критериев независимых частиц.
6. Виды дрейфа заряженных частиц плазмы в магнитном поле. Характеристики различных видов дрейфа.
7. Оценка количественных характеристик приэлектродных слоев.
8. Кинетические коэффициенты плазмы. Оценка влияния термосилы.

Примерные задания

- 1) Оценить размеры дрейфовых траекторий пролетного и запертого ионов водорода с энергией 1 кэВ в токамаке Т-10 (напряженность продольного магнитного поля 50 кГс), продольный ток 800 кА, большой радиус тороидальной камеры 1,5 м, радиус диафрагмы 0,2 м.
- 2) За какое время продрейфует вокруг Земли электрон с энергией 1 МэВ, инжектированный в магнитное поле Земли на магнитном экваторе на высоте 6400 км перпендикулярно силовой линии? Как изменится время дрейфа при наклонной инжекции (под углом 45 градусов) электрона. Насколько повлияют на этот дрейф случайные электрические поля в ионосфере ($E = 0,1$ мВ/см)? Не уйдет ли электрон за время дрейфа вокруг Земли в «конус потерь» из-за столкновения с частицами геокороны? Из-за воздействия случайных электромагнитных полей? То же для протона с энергией 1 МэВ.
- 3) До какой скорости можно разогнать золотую фольгу толщиной 10 мкм, испаряя вещество с её поверхности? Плотность выделяемой энергии 100 Дж/мм².
- 4) Найти длительность сжатия столба водородной плазмы (z-пинч) с начальным давлением 10^{-3} мм. рт. ст. в вакуумной камере длиной 1 м и радиусом 10 см при разряде батареи конденсаторов напряжением 100 кВ, емкостью 20 мкФ. Индуктивность подводящих проводов 0,1 мГн. Оценить температуру плазмы в момент сжатия.
- 5) Оценить радиус фокального пятна при прохождении через электростатическую линзу с фокусным расстоянием 100 см электронного пучка 100 мА, 10 кВ с круговым сечением радиуса 1 см.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Физика плазмы.

Примерные задания

1. В чем нельзя удержать плазму?
2. Чему приблизительно равен радиус дебая при $n = 10^{17} \text{ м}^{-3}$ и $T_e = 10 \text{ эВ}$?
3. Как проводимость сильно ионизованной плазмы зависит от температуры электронов?
4. От каких коэффициентов не зависит скорость ионов в квазистационарном диффузионном приближении?
5. Как классический коэффициент поперечной диффузии плазмы в сильном внешнем магнитном поле зависит от индукции магнитного поля B ?
6. Плазма типа А в 10 раз более плотная, чем плазма типа В, но имеет такую же температуру и ионный состав. Как соотносится сопротивление плазмы А по отношению к плазме В?
7. Чему приблизительно равна средняя скорость электронов в максвелловской плазме с температурой 10 кэВ?
8. Какой вид дрейфа заряженных частиц в сильном магнитном поле не сопровождается возникновением электрического тока?
9. Как определяется скорость ионов u_i на границе слоя согласно критерию Бома?
10. Как фазовая скорость электромагнитных волн в плазме соотносится со скоростью света?
11. Чему равна электронная плазменная частота для плазмы плотностью $n = 10^{20} \text{ м}^{-3}$?
12. Чему равно отношение газокINETического давления к давлению магнитного поля (коэффициент бета) в плазме с $n = 10^{16} \text{ м}^{-3}$, $T_e = 2 \text{ эВ}$, $T_i = 0,1 \text{ эВ}$ и $B = 0,3 \text{ Тл}$?
13. Пусть плазма имеет следующие параметры: материал: дейтерий ($m_a=2$); плотность ионов $n_i = 10^{14} \text{ см}^{-3}$; температура электронов $T_e = 20 \text{ кэВ}$; температура ионов $T_i = 20 \text{ кэВ}$; магнитное поле $B = 0$; плазма квазинейтральна, полностью ионизована, средний заряд ионов $Z = 1$. Найти: радиус Дебая - r_D ; число электронов в дебаевской сфере; дебаевское поле E_D (в ед. В/см); плазменную частоту (в герцах); поле Дрейсера E_{Dr} (в ед. В/см); среднюю тепловую скорость ионов; среднюю тепловую скорость электронов; скорость ионного звука (считая электроны изотермическими, а ионы адиабатическими); кулоновский логарифм; электрон – ионное время столкновений; ион-ионное время столкновений; длина свободного пробега электронов; длина свободного пробега ионов; полное давление плазмы; удельное сопротивление плазмы (в ед. Ом*м); плавающий потенциал плазмы (В); плотность Бомовского тока (А/см^2); плотность электронного теплового потока на изолированный медный электрод (Вт/см^2); плотность тока (А/см^2), при котором в плазме начинает развиваться Бунемановская неустойчивость; фазовую и

групповую скорость электронной электростатической волны с длиной волны $\lambda = 10 \cdot rD$.

14. Пусть плазму из п.13 помещают во внешнее магнитное поле $B = 5$ Т. Найти: альвеновскую скорость; верхнегибридную частоту; нижнегибридную частоту; параметр бета (Отношение полного кинетического давления к магнитному); скорость электрического дрейфа электронов, если добавляется электрическое поле $10^{-3} \cdot ED$, направленное перпендикулярно магнитному полю.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

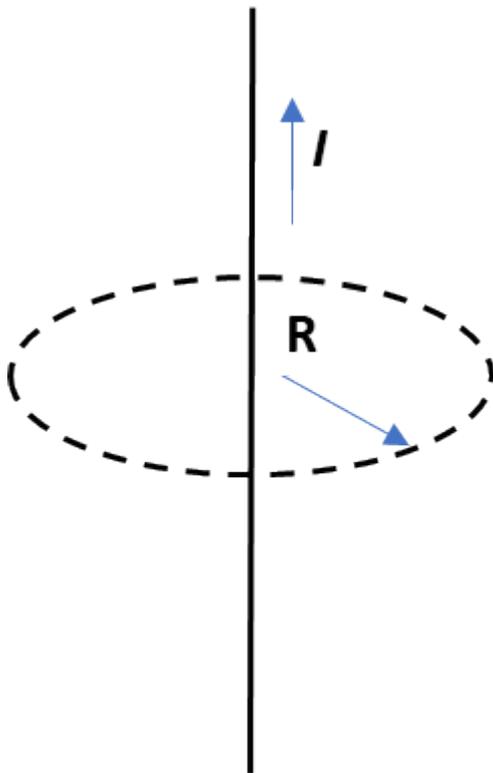
Примерный перечень тем

1. Физика плазмы.

Примерные задания

Задача 1. По бесконечно тонкому и бесконечно длинному проводнику, погруженному в плазму с известными параметрами ($n_i = n_e = n$, $T_i = T_e = T$) протекает ток I с компонентами $(0, 0, I)$. Найти: общее выражение для условия применимости дрейфового приближения. Плазму считать бесстолкновительной; направление и общее выражение для плотности дрейфового тока в окружающей плазме; вычислить плотность дрейфового тока (в единицах A/cm^2) в окружающей плазме для следующих параметров:

$I = 10^5$ А, $n = 10^{14}$ см⁻³; $T = 10$ кэВ, плазма водородная.



Задача 2. Пусть имеется слабоионизованная гелиевая плазма. Температура атомов газа равна 300 К, давление 1 Торр. Пусть для электронов с энергией 1 эВ, движущихся в гелии, сечение столкновений с атомами равно $6 \pi a^2$, где $a = 0.53 \cdot 10^{-8}$ см. 1) Вычислить коэффициент диффузии электронов в см²/с, считая, что усредненная по распределению скоростей величина $\langle \sigma \cdot v \rangle$ равна $\sigma \cdot v$ для электронов с энергией 1 эВ. 2) Вычислить величину электрического поля (в В/см) если через плазму протекает ток плотностью 1 кА/м², а плотность электронов в плазме 10^{16} м⁻³.

Задача 3. Получить дисперсионное уравнение для продольных волн в электронно-позитронной плазме. Считать температуры электронов и позитронов равными нулю. Внешнее магнитное поле отсутствует.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Понятие плазмы. Характеристики, вводимые для количественного описания плазмы. Идеальность, классичность, квазинейтральность плазмы. Дебаевская экранировка.

2. Определить дрейфовую скорость и проводимость ионов слабоионизованной плазмы в электрическом поле.

3. Методы описания столкновений. Основные понятия. Эффективные сечения для различных столкновений.

4. Определить коэффициент диффузии ионов в слабоионизованной плазме.

5. Электрический, градиентный, центробежный, поляризационный дрейф. Диамагнетизм и парамагнетизм плазмы.

6. Найти закон изменения со временем направленной скорости пучка заряженных частиц в плазме.

7. Бесстолкновительная плазма. Понятие слоя. Слой объемного заряда на границе плазмы с металлическим электродом. Условия Бома.

8. Понятия термосилы.

9. Потенциал плазмы относительно металлического электрода. Плавающий потенциал. Потоки частиц и энергии из плазмы на электрод.

10. Термодиффузия с учетом термосилы.

11. Гидродинамика слабоионизованной плазмы.

12. Электрический, градиентный, центробежный, поляризационный дрейф. Диамагнетизм и парамагнетизм плазмы.

13. Найти закон изменения со временем направленной скорости пучка заряженных частиц в плазме.

14. Нормировка распределения Дрювестейна.

15. Процессы переноса слабоионизованной плазмы в отсутствие магнитного поля.

16. Нормировка распределения Максвелла.

17. Особенности процессов переноса сильноионизованной в отсутствие магнитного поля. Эффект убегания.

18. Ток, ограниченный собственным объемным зарядом в эквипотенциальном диоде.

19. Процессы переноса в слабоионизованной плазме в присутствии магнитного поля.

20. Вычислить коэффициент электропроводности в отсутствие магнитного поля с помощью кинетического уравнения.

21. Вычислить коэффициент диффузии в отсутствие магнитного поля с помощью кинетического уравнения.

22. Амбиполярная диффузия слабоионизованной плазмы в отсутствие магнитного поля.

23. Вычислить коэффициент термодиффузии в отсутствие магнитного поля с помощью кинетического уравнения.
24. Амбиполярная диффузия слабоионизованной плазмы в присутствии магнитного поля.
25. Вычислить коэффициент теплопроводности в отсутствие магнитного поля с помощью кинетического уравнения.
26. Особенности амбиполярной диффузии сильноионизованной плазмы.
27. Электрический дрейф.
28. Уравнения одножидкостной магнитной гидродинамики.
29. Поляризационный дрейф.
30. Физические явления, описываемые одножидкостной МГД теорией.
31. Токи, ограниченные собственным объемным зарядом в субрелятивистском случае.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-12	З-2 У-2	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен