

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Оценочные материалы
по дисциплине
Физика плазмы**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Будаев В.П.
	Идентификатор	Rd3677197-BudayevVP-5d24f851

(подпись)


В.П. Будаев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

(подпись)


М.В.

Лукашевский

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

- ПК-1 Готов анализировать и моделировать технологические процессы, используемые в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках
- ИД-2 Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы типа токамак как прототипов энергетического термоядерного экспериментального реактора

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Движение частиц в электрическом и магнитном полях (Контрольная работа)
2. Колебания и волны в плазме (Контрольная работа)
3. Столкновения. Гидродинамическое приближение (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)
2. Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	16
Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме						
Плазма: основные понятия и характеристики	+			+		
Движение частиц во внешних полях	+			+		
Упругие столкновения в плазме	+			+		
Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме						
Однокомпонентные модели. Магнитная гидродинамика		+		+		

Двухкомпонентные модели. Коэффициенты переноса в плазме		+		+	
Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы					
Колебания и волны в плазме. Основные понятия			+		+
Волны в холодной плазме			+		+
Волны в теплой плазме			+		+
Кинетическое описание плазмы					
Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы					+
Уравнение Больцмана					+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2ПК-1 Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы типа токамак как прототипов энергетического термоядерного экспериментального реактора	Знать: механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики Уметь: выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях выполнять оценки ключевых плазменных параметров	Движение частиц в электрическом и магнитном полях (Контрольная работа) Столкновения. Гидродинамическое приближение (Контрольная работа) Колебания и волны в плазме (Контрольная работа) Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание) Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Движение частиц в электрическом и магнитном полях

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное выполнение задания

Краткое содержание задания:

Выбрать варианты ответов и решить задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях	<ol style="list-style-type: none">1. Вычислить дебаевский радиус, плазменную частоту и плотность тепловой энергии плазмы в термоядерной установке, если ее плотность 10^{14} см⁻³, а температура 2 эВ.2. Вычислить ларморовский радиус и циклотронную частоту электрона с энергией 3 кэВ движущегося в однородном магнитном поле 0.1 Т под углом 45° к силовым линиям;3. Вычислить скорость дрейфа ядра гелия в скрещенных электрическом ($E = 1000$ В/М) и магнитном ($H = 1$ Т) полях.4. Вычислить среднюю скорость ионов дейтерия в максвелловской плазме с температурой 10 кэВ5. Плазма медленно сжимается магнитным полем с $B_1 = 1$ Тл до $B_2 = 5$ Тл. Столкновений нет. Во сколько раз вырастет полная кинетическая энергия частицы, если в начальный момент времени распределение по скоростям определяется соотношением $v_x = v_y = v_z$. (помним, что нормально полю направлены две оси свободы).
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Столкновения. Гидродинамическое приближение

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное выполнение задания

Краткое содержание задания:

Выберите правильный ответ и решите задачи

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики	1.Проводимость полностью ионизованной плазмы зависит от плотности электронов n_e и температуры как? а) не зависит от n_e б)растет с температурой как $T^{3/2}$ в) растет с ростом n_e г) падает с ростом температуры 2.Времена установления равновесного распределения по температуре в электронной подсистеме и выравнивания температур ионов и электронов соотносятся как ($t_{ee}:t_{ei}$) а) 1:43 б)1:2000 в)1:1 г) 43:1 д) 2000:1 3.Классический коэффициент диффузии плазмы поперек силовых линий магнитного поля зависит от его напряженности как а) $D \sim H^{-2}$ б) $D \sim H^{-1}$ в) $D \sim H$ г) не зависит
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Колебания и волны в плазме

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное выполнение задания

Краткое содержание задания:

Выберите правильный ответ и решите задачи

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах</p>	<p>1. Электромагнитная волна может распространяться в плазме, если её частота а) выше плазменной б) ниже плазменной в) выше ионной циклотронной частоты 2. В холодной плазме в присутствии магнитного поля могут существовать следующие виды волн: а) альфвеновская б) ионный звук в) электромагнитная волна 3. При распространении низкочастотных волн <i>вдоль</i> магнитного поля частотами отсечки являются: а) нижнегибридная частота б) плазменная частота в) ионная и электронная циклотронные частоты</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях.

Гидродинамика плазмы

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент сдает выполненное задание. Преподаватель при беседе выборочно просит объяснить задачи и выполнить более простые упражнения на оценку основных величин

Краткое содержание задания:

Решите все задачи задания

Вычислите плазменную частоту, дебаевский радиус, число частиц в сфере Дебая в следующих случаях:

- а) тлеющий разряд ($n_e = 10^{16} \text{ м}^{-3}$, $T_e = 1.5 \text{ эВ}$);
- б) ионосфера Земли ($n_e = 10^{12} \text{ м}^{-3}$, $T_e = 0,1 \text{ эВ}$);
- в) θ -пинч ($n_e = 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $T_e = 800 \text{ эВ}$).

Характерный размер возмущения электрического поля вокруг внесённого в плазму ленгмюровского зонда равен 15 мкм. Найти концентрацию электронов плазмы, если их температура $T_e = 5 \text{ кэВ}$.

В токамаке круглого сечения T-10 с большим радиусом $R = 1,5$ м и радиусом плазмы $a = 30$ см удерживается водородная плазма с концентрацией электронов $n = 3 \cdot 10^{13}$ см⁻³ и температурой $T = 1$ кэВ. На сколько градусов можно нагреть ею стакан воды объемом 200 мл? Считать, что одна калория равна 4,186 Дж.

Вычислить равновесную степень ионизации паров ртути при $T = 4$ кК, $n = 10^{15}$ см⁻³. Мультиплетность термов принять равной $g = (2J + 1)$. Таблица уровней доступна на (https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/levels_form.html) . Потенциал ионизации ртути 10,4 эВ.

Выразить концентрацию трижды ионизованного кислорода O IV в плазме, где кислород присутствует в виде малой примеси. (указание: уравнение Саха можно применить к последовательным реакциям ионизации).

В установке термоядерного синтеза плазма нагревается посредством инжекции нейтральных атомов дейтерия с энергией 200 кэВ, которые, войдя в магнитное поле, из-за перезарядки превращаются в ионы дейтерия с атомным номером $A = 2$ и с той же энергией. Такие ионы могут удерживаться в ловушке, только если их ларморовский радиус много меньше R_a , где $R_a = 0,6$ м — меньший радиус плазменного тора. Проверьте, выполняется ли это условие, вычислив максимальный ларморовский радиус иона в магнитном поле $B = 5$ Тл.

Пусть $n_e = 10^{10}$ см⁻³. При какой величине магнитного поля электронная циклотронная частота сравнивается с плазменной?

Вычислить ларморовский радиус и циклотронную частоту для

А) дейтона с энергией 15 КэВ, движущегося в однородном магнитном поле 0,85 Т под углом 60° к силовым линиям;

Б) электрона с энергией 10 КэВ движущегося в однородном магнитном поле 0,6 Т под углом 45° к силовым линиям

Плазма, находящаяся в зеркальной ловушке с пробочным отношением $Rm = 9$, имеет изотропное распределение частиц по скоростям. Столкновения отсутствуют, так что частицы, попавшие в конус потерь, сразу уходят, а не попавшие — остаются. Определить долю захваченных частиц.

Заряженный пучок электронов плотностью $n_e = 10^{14}$ см⁻³ и радиусом $a = 1$ см движется вдоль магнитного поля 2 Тл. Найти скорость $v_{\text{дрейфа}}$ дрейфа в собственном поле пучка

Рассчитать проводимость водородной плазмы при $T = 1$ keV, $n = 10^{10}$ см⁻³

Бесстолкновительная водородная плазма удерживается в торе, внешние обмотки

которого создают магнитное поле. Плазма в начальный момент максвелловская, ее температура $T = 1$ кэВ. Начиная с $t = 0$, магнитное поле B за 100 мкс увеличивается с 1 Тл до 3 Тл, в результате чего плазма сжимается.

а) Покажите, что магнитный момент как у ионов, так и у электронов остается инвариантным.

б) Вычислите температуры распределений по полю и нормально ему после сжатия.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выполнять оценки ключевых плазменных параметров</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать проводимость полностью ионизованной водородной плазмы при $T=1$кэВ 2. Оценить дебаевский радиус и плазменную частоту для $T=1$кэВ и $n=10^{12}$ см⁻³ 3. Оценить ларморовский радиус и ларморовскую частоту для ионов дейтерия с $B=5$Тл
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-5. Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент сдает выполненное задание. Преподаватель при беседе выборочно просит объяснить задачи и выполнить более простые упражнения на оценку основных величин

Краткое содержание задания:

Оценить соотношение между холловским током и током проводимости в полностью ионизованной плазме водорода при $n=10^{12}$ см⁻³ при температуре электронов 10 эВ в поле 2 Тл. (указание: частоту столкновений вычислить из времени замедления электронов на ионах).

В цилиндрическом плазменном столбе в поле B концентрация распределена по закону $n(r)=n_0 \exp(-r^2/r_0^2)$, при этом электроны находятся в равновесии с полем:

$$n_e = n_0 \exp(e\phi / T_e)$$

$$r_0 = 1 \text{ см}$$

- а) Найти скорости диамагнитного и электрического дрейфа
 б) Вычислить диамагнитный ток, считая $t_0=1016$, $T_e=T_i=0.25\text{кэВ}$, $B=0.4\text{Тл}$

На поверхности солнца возник протуберанец диаметром 1000км, скорость выброса плазмы в котором составляет 500 км/с. Температура выбрасываемой плазмы $T \sim 2\text{эВ}$. На какое расстояние будут вытягиваться вместе с плазмой силовые линии магнитного поля? Плазму считать полностью ионизованной.

Перед спускаемым аппаратом в верхних слоях атмосферы образуется мощная ударная волна, температура за которой достаточна для ионизации воздуха. Формирующаяся плазма препятствует радиосвязи. Связь с кораблем осуществляется на длине волны 300 МГц. Оцените минимальную плотность плазмы.

Микроволны, которые в свободном пространстве имеют длину волны $\lambda_0 = 1$ см, проходят через слой плазмы плотностью $n_0 = 2,8 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ и толщиной 10 см, помещенный в постоянное магнитное поле $B_0 = 1,07$ Тл. Вычислите число длин волн, укладывающихся внутри слоя, если:

- а) волновод ориентирован так, что вектор электрического поля волны E параллелен магнитному полю;
 б) волновод ориентирован так, что вектор E параллелен оси u .

СВЧ интерферометр используется для определения плотности плазмы в бесконечном плоском слое толщиной 10см. Интерферометр работает на длине волны 8мм. Рассчитайте плотность плазмы, если сдвиг составляет 1/10 интерференционной полосы. Вычислите альфвеновскую скорость в области магнитосферы, где $B = 10^{-8}$ Тл, $n = 10^8 \text{ м}^{-3}$, а $M = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Корабль движется в атмосфере Юпитера со скоростью 100 км/с параллельно магнитному полю напряженностью 10^{-5} Тл. Если движение является сверхзвуковым, то перед кораблем образуется ионно-звуковая ударная волна. Если скорость корабля также выше Альфвеновской, то перед ним существует магнитозвуковая ударная волна. Известно, что наблюдаются ударные волны только первого типа. Найти пределы, в которых меняются плотность и температура плазмы. Считать, что верхние слои атмосферы Юпитера состоят из холодных, однократно ионизованных молекул и атомов со средней молекулярной массой 10.

В однородной плазме, помещенной в поле 0.1 Тл изучается фарадеево вращение СВЧ волн с длиной волны 8мм. Обнаружено, что при прохождении 1 м длины столба поляризация повернулась на 90°. Какова плотность плазмы?

Рассчитайте частоты верхне- и нижне-гибридного резонанса для плазмы плотность 10^{12} см^{-3} в поле напряженностью 2 Тл.

В плазме с $n=10^{15}\text{м}^{-3}$ и $T=10\text{эВ}$ возбуждается электронная плазменная волна с длиной волны 1 см. Затем источник возбуждения отключается. Оцените время бесстолкнительного затухания волны в e раз.

Плотность ионного тока насыщения, приходящего на плоский зонд $10\text{ мА}/\text{см}^2$.
Вычислить плотность плазмы, если температура электронов равна 5 эВ.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме</p>	<p>1. Рассчитайте частоту отсечки СВЧ излучения в плазме с концентрацией электронов 10^{12} см^{-3} 2. Рассчитайте набег фазы обыкновенной волны в плазме длиной 2 м с концентрацией 10^{12} см^{-3}, при длине волны в вакууме 5 мм. 3. Рассчитайте ионный ток насыщения на зонд при 10^{12} см^{-3}, $T_e=1\text{эВ}$</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Пример билета

1. Основные понятия физики плазмы. Квазинейтральность, временной и пространственный масштабы разделения зарядов
2. Сечение кулоновских соударений
3. Вычислить ларморовский радиус и циклотронную частоту дейтона с энергией 1 КэВ, движущегося в однородном магнитном поле 0.3 Т под углом 45° к силовым линиям

Процедура проведения

Студент получает билет, на подготовку ответа отводится до 40 минут. Знания оцениваются при беседе с преподавателем. Кроме вопросов билета, могут быть заданы дополнительные вопросы.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы типа токамак как прототипов энергетического термоядерного экспериментального реактора

Вопросы, задания

- 1.1. Поле точечного заряда в плазме.
2. Проводимость плазмы в кинетическом подходе.
3. Вычислить скорость дрейфа электрона в неоднородном магнитном поле напряженностью 3 Тл, напряженность которого меняется в поперечном направлении со скоростью $dB/du=0.01$ Тл/см. Температуру электронов принять равной 1кэВ.
 - 2.1 Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
 - 2 Магнитный звук.
 - 3 Вычислить дебаевский радиус и плазменную частоту в термоядерной установке, если плотность плазмы 10^{13} см⁻³, а её температура 10кэВ.
- 3.
1. 1 Градиентный и центробежный дрейфы
2. 2 Кинетический подход в теории плазмы. Кинетическое уравнение без столкновений.
3. Вычислить ларморовский радиус и циклотронную частоту электрона с энергией 15 кэВ движущегося в однородном магнитном поле 0.1 Т под углом 30° к силовым линиям;
 - 4.1 Одножидкостная модель плазмы, основные уравнения.
 - 2 Интеграл столкновений. Условия нормировки.
 - 3 Оценить плотность тепловой энергии плазмы в термоядерной установке, если её плотность 10^{15} см⁻³, а температура 1 кэВ

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дать определение плазмы
Ответы:

Плазма - квазинейтральная смесь нейтральных и заряженных частиц, проявляющая коллективные взаимодействия

Ионизованный газ

Энергонасыщенная среда

Плазма - квазинейтральная смесь нейтральных и заряженных частиц

Верный ответ: Плазма - квазинейтральная смесь нейтральных и заряженных частиц, проявляющая коллективные взаимодействия

2. Дать определение и критерий существования идеальной плазмы

Ответы:

1. Идеальная плазма - среда для которой применимо уравнение состояния идеального газа. Критерий идеальности - большое количество частиц в сфере Дебая
2. Идеальная плазма - среда для которой применимо уравнение состояния идеального газа. Критерий идеальности - малое количество частиц в сфере Дебая
3. Любая плазма идеальна
4. Идеальная плазма - среда для которой применимо уравнение состояния идеального газа. Критерий идеальности - малость ларморовского радиуса по сравнению с дебаевским

Верный ответ: Идеальная плазма - среда для которой применимо уравнение состояния идеального газа. Критерий идеальности - большое количество частиц в сфере Дебая

3. Каковы критерии замагниченности плазмы?

Ответы:

Ларморовский радиус больше кулоновского, частота столкновений выше плазменной частоты

Ларморовский радиус меньше характерных размеров задачи, частота столкновений меньше ларморовской частоты

Частота столкновений меньше ларморовской частоты, ларморовский радиус - любой

Частота ион-электронных столкновений выше ларморовской частоты

Верный ответ: Ларморовский радиус меньше характерных размеров задачи, частота столкновений меньше ларморовской частоты

4. Квазинейтральность в плазме соблюдается

Ответы:

На масштабах больше дебаевского радиуса и временах больше обратной плазменной частоты

На масштабах больше ларморовского радиуса и временах больше обратной циклотронной частоты

На масштабах больше длины свободного пробега и временах больше обратной частоты соударений

На масштабах больше радиуса электронной оболочки атомов и временах больше периода обращения электрона по орбите

Верный ответ: На масштабах больше дебаевского радиуса и временах больше обратной плазменной частоты

5. Какие виды дрейфа в магнитном поле не зависят от параметров (массы и заряда) частицы

Ответы:

Дрейф в однородных скрещенных магнитном и электрическом полях

Градиентный дрейф

Центробежный дрейф

Инерционный дрейф

Верный ответ: Дрейф в однородных скрещенных магнитном и электрическом полях

6. Кулоновский логарифм это

Ответы:

Логарифм отношения кулоновского радиуса к дебаевскому
Логарифм отношения дебаевского радиуса к кулоновскому
Логарифм отношения ларморовского радиуса к кулоновскому
Логарифм отношения кулоновского радиуса к комптоновскому

Верный ответ: Логарифм отношения дебаевского радиуса к кулоновскому

7. Проводимость полностью ионизованной плазмы следующим образом зависит от параметров плазмы

Ответы:

Растет пропорционально концентрации электронов, не зависит от температуры
Растет с температурой как $T^{3/2}$, не зависит от концентрации электронов
Падает с температурой как $T^{-3/2}$, растет пропорционально концентрации электронов
Растет пропорционально температуре и плотности электронов

Верный ответ: Растет с температурой как $T^{3/2}$, не зависит от концентрации электронов

8. Классический коэффициент диффузии в плазме следующим образом зависит от магнитного поля:

Ответы:

Коэффициент диффузии больше вдоль силовых линий магнитного поля, поперек силовых линий падает как $D \sim B^{-2}$
Коэффициент диффузии меньше вдоль силовых линий магнитного поля, поперек силовых линий падает как $D \sim B^{-1}$
Коэффициент диффузии меньше вдоль силовых линий магнитного поля, поперек силовых линий растет как $D \sim B^2$
Коэффициент диффузии больше вдоль силовых линий магнитного поля, поперек силовых линий растет как $D \sim B^2$

Верный ответ: Коэффициент диффузии больше вдоль силовых линий магнитного поля, поперек силовых линий падает как $D \sim B^{-2}$

9. Холловский ток в плазме возникает из-за

Ответы:

$E \times B$ дрейфа электронов
Столкновительного дрейфа электронов
Кулоновского взаимодействия частиц плазмы
Ларморовского вращения ионов

Верный ответ: $E \times B$ дрейфа электронов

10. При рассмотрении движений плазмы в магнитном поле можно пренебречь её упругостью по сравнению с электромагнитными силами, если

Ответы:

Магнитное давление намного выше газового
Магнитное давление намного ниже газового
Плазма является идеальной
Сжимаемость плазмы изотропна

Верный ответ: Магнитное давление намного выше газового

11. Магнитное поле искажается движением плазмы, если

Ответы:

Магнитное число Рейнольдса велико
Магнитное число Рейнольдса мало
Длина магнитного скин-слоя много меньше размеров системы
Длина магнитного скин-слоя много больше размеров системы

Верный ответ: Магнитное число Рейнольдса велико

12. Альфвеновскую и магнитозвуковую волны в плазме можно коротко описать как:

Ответы:

Колебания электронов относительно неподвижных ионов
Изгибные и продольные колебания плазмы с замороженным магнитным полем
Звуковую волну с разделением зарядов электронов и ионов
Электромагнитную волну в высокочастотном пределе
Верный ответ: Изгибные и продольные колебания плазмы с замороженным магнитным полем

13. Ионно-звуковая волна может распространяться в плазме с холодными ионами благодаря

Ответы:

Амбиполярному электрическому полю, возникающему в волне
Экранированию низкочастотных колебаний в плазме
Вмороженности магнитного поля в среду
Не может распространяться

Верный ответ: Амбиполярному электрическому полю, возникающему в волне

14. Уравнение Власова описывает

Ответы:

Эволюцию функции распределения в самосогласованном поле в отсутствие столкновений
Эволюцию функции распределения под действием столкновений
Проводимость полностью ионизованной плазмы

Верный ответ: Эволюцию функции распределения в самосогласованном поле в отсутствие столкновений

15. Приведите пример коллективного процесса в плазме

Ответы:

Альфвеновская волна
Ларморовское вращение
Столкновительный дрейф
Электронный звук

Верный ответ: Альфвеновская волна Электронный звук

16. Отражение и поглощение падающей на границу плазмы волны происходит при:

Ответы:

Отражение- при фазовой скорости стремящейся к бесконечности, поглощение- к нулю
Отражение- при фазовой скорости стремящейся к скорости света в вакууме, поглощение- к нулю
Отражение- при фазовой скорости стремящейся к нулю, поглощение- к скорости света
Отражение- при фазовой скорости стремящейся к нулю, отражение- к скорости света в вакууме

Верный ответ: Отражение- при фазовой скорости стремящейся к бесконечности, поглощение- к нулю

17. Плазменная частота это -

Ответы:

Частота колебаний свободных электронов относительно неподвижных ионов
Частота вращения электронов по ларморовским окружностям
Частота низкочастотных волн в замагниченной плазме
Частота колебаний плазмы как целого

Верный ответ: Частота колебаний свободных электронов относительно неподвижных ионов

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу