ФОНД
оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также
методические указания для проведения контроля освоения

Вопросы для итоговой аттестации

Теоретические вопросы к экзамену

1. Понятие плазмы, квазинейтральность, микрополя, дебаевский радиус, идеальная и неидеальная плазма.
2. Условие термодинамического равновесия, термическая ионизация, формула Саха, корональное равновесие, снижение потенциала ионизации.
3. Вырождение плазмы, статистика Больцмана и Ферми-Дирака, модель Томаса-Ферми.
4. Столкновения заряженных частиц, дальное действие, частоты столкновений, столкновения электронов с атомами (упругие и неупругие), столкновения тяжелых частиц.
5. Ионизация, рекомбинация, перезарядка и прилипание.
6. Возбуждение и диссоциация молекул электронным ударом.
7. Уравнения Больцмана и Власова, интеграл столкновений, время максвеллизации и скорость выравнивания температур различных компонент плазмы.
8. Скорость ионообразования и рекомбинации электронов и ионов, образование и разрушение возбужденных атомов (ионов).
9. Явления переноса в плазме, электропроводность, диффузия и теплопроводность частиц при наличии и отсутствии магнитного поля.
10. Кинетика возбужденных молекул в плазме
11. Движение в скрещенных электрическом и магнитном полях.
12. Дрейфовое приближение, разновидности дрейфового движения.
13. Заряженная частица в высокочастотном поле.
14. Понятие адиабатического инварианта
15. Уравнения движения плазмы в магнитном поле, проникновение магнитного поля в плазму, замороженность магнитного поля.
16. Равновесные конфигурации плазмы в магнитной гидродинамике, пинч.
17. Неустойчивость плазмы, виды неустойчивости, перегревная и ионизационная неустойчивости.
18. Энергетический принцип МГД-устойчивости.
19. Основные типы колебаний и волн в плазме: ленгмюровские электронные и ионные,
20. электромагнитные, ионно-звуковые, магнитозвуковые, альфвеновские.
21. Показатель преломления плазмы, пространственная и временная дисперсия, фазовая и групповая скорости плазменных волн.
22. Возбуждение и затухание волн в плазме, черенковское излучение, затухание Ландау.
23. Раскачка плазменных колебаний пучками. Квазилинейное приближение.
24. Распространение электромагнитных волн в неоднородной плазме, геометрическая оптика.
25. Основные нелинейные процессы взаимодействия волн, неустойчивость плазмы в сильном электромагнитном поле.
26. Рассеяние и трансформация волн.
27. Элементарные радиационные процессы, интенсивность спектральных линий, сплошные спектры, вынужденное испускание.
28. Пробеги излучения, перенос излучения в среде, оптически прозрачная и непрозрачная плазма, лучистая теплопроводность.
29. Зондовые методы, оптические методы, СВЧ-методы, корпускулярные методы, лазерное рассеяние, магнитные измерения.
30. Основные виды разряда: тлеющий разряд, искра, электрическая дуга, ВЧ-, СВЧ- и оптический разряд.
31. Условия стационарности разряда, излучающий разряд в плотной плазме, плазменно-пучковый разряд.

32. Ударные волны в плазме, скачок уплотнения, релаксационный слой. Управляемый термоядерный синтез, магнитное удержание и нагрев плазмы в магнитных ловушках и инерциальных системах.
33. Геофизические и астрофизические плазменные явления - ионосфера Земли, межпланетная плазма, звезды.
34. Плазменные источники излучения, плазменная СВЧ-электроника.
35. Преобразование тепловой энергии в электрическую: МГД-преобразователи, тепловые преобразователи.
36. Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме.
37. Механизмы и кинетика осуществления плазмохимических реакций, роль заряженных и возбужденных частиц.
38. Энергетика химических реакций в электрических разрядах.
39. Закалка продуктов плазмохимических процессов.
40. Методы диагностики химически активной плазмы.
41. Взаимодействие плазмы с поверхностью твердых тел.
42. Плазменные технологии (травление, имплантация, упрочнение, нанесение покрытий и пр.).

Задачи к билетам

1. В одном из ранних проектов термоядерного реактора предполагалось с помощью сходящихся к оси ионных пучков создать в центре установки популяцию быстрых ионов. Оценить максимально достижимую среднюю концентрацию ионов при энергии ионов 1 МэВ, если характерный размер области, в которую фокусируются ионы, равен 1 см
2. Изобразите конфигурацию магнитных полей в установке с обращенным полем. Как может создаваться и поддерживаться такая конфигурация? 3. Поток быстрых электронов проходит через плазму толщиной 1 м с $n_e = n_i = 10^{14} \text{ см}^{-3}$.
3. Приняв значения транспортных сечений для столкновений с электронами и ионами плазмы $\sigma_{ee} = 10^{-18} \text{ см}^2$ и $\sigma_{ei} = 2 \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$, найти относительное изменение средней энергии и направленного импульса быстрых электронов. Как зависит сила, с которой действуют быстрые электроны на плазму, от начальной энергии электронов?
4. Какие элементарные процессы доминируют в плазме, находящейся в локальном термодинамическом равновесии? При температуре 0,8 эВ для атомарного водорода в условиях локального термодинамического равновесия константа равновесия равна 10^{14} см^{-3} . Определить концентрацию электронов, для которой степень ионизации при указанной температуре составляет 1/2.
5. Облако космической плазмы излучает как черное тело. Как изменится мощность излучения при увеличении на 1% а) температуры; б) плотности, в) линейных размеров облака (остальные локальные параметры считать постоянными)?
6. Пятикратно ионизованный ион углерода C^{+5} имеет потенциал ионизации 490 эВ. Укажите диапазоны длин волн, в которых может наблюдаться линейчатое, рекомбинационное и тормозное излучение, возникающее при столкновении электронов с этим ионом. Какие параметры плазмы можно определить. Обоснуйте ответ
7. В длинном соленоиде с полем $B_0 = 0.2 \text{ Тл}$ удерживается плазменный шнур диаметром d_0 . Начальная концентрация 10^{14} см^{-3} , температура $T_0 = 300 \text{ эВ}$, водород. В результате нагрева температура плазмы увеличилась до $T_0 = 1000 \text{ эВ}$, при этом система управления изменяла магнитное поле в соленоиде так, чтобы диаметр плазмы не изменился. Чему равно магнитное поле в соленоиде (вне плазмы) после нагрева
8. Объясните принцип работы диагностики, измеряющей концентрацию плазмы по отсечке электромагнитного излучения. В каких диапазонах частот должен работать используемый в диагностике источник электромагнитного излучения для измерения концентрации плазмы в диапазоне $10^{13} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$?
9. В идеальном термоядерном реакторе (в котором нет потерь частиц) создали плазму с концентрацией электронов $n_e = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и относительным содержанием дейтерия и трития $n_D = n_T = 0.5 \cdot n_e$ и стали поддерживать постоянную температуру $T = 40 \text{ кэВ}$. Оценить время, за которое мощность реакции уменьшится на 10% и назвать причину этого уменьшения. Рас-

считать только основную реакцию, скорость реакции принять равной $=8 \cdot 10^{-22} \text{ м}^3 / \text{с}$.

10. Пучок ионов водорода с энергией $E_0=10 \text{ кэВ}$ проходит через газовую мишень толщиной $L=0.6 \text{ м}$, состоящую из молекулярного водорода при комнатной температуре и давлении $P=1 \text{ Па}$. Найти долю быстрых нейтралов (атомов водорода с энергией E) на выходе из мишени. Сечение перезарядки равно $\sigma_{cx}=10^{-15} \text{ см}^2$, $\sigma_{ion}=10^{-16} \text{ см}^2$

11. Объясните принцип работы дисперсионного интерферометра для диагностики плазмы. В чем состоят преимущества применения этой схемы?

12. Укажите основные элементарные процессы, приводящие к образованию отрицательных ионов в плазменных эмиттерах.