

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Воронежский государственный технический университет»

кафедра физики твердого тела

«ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

**для студентов направления 16.03.01 «Техническая физика» (профиль под-
готовки «Физическая электроника») очной формы обучения**

Воронеж 2021

УДК 539.67

Составители:

Стогней О.В.

Физика плазмы: методические указания к практическим занятиям для студентов направления 16.03.01 «Техническая физика» (профиль подготовки «Физическая электроника») очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.В.Стогней. - Воронеж, 2021. 10 с.

В методических указаниях приводятся примерные вопросы для подготовки к практическим занятиям и список литературных источников по рассматриваемым темам.

Издание предназначено для студентов очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле «МУ ПР ФизикаПлазмы.pdf».

Библиогр.: 7 назв.

Рецензент – В.А. Макагонов, канд. физ-мат. наук, доц. кафедры физики ВГТУ

*Рекомендовано методическим семинаром кафедры ФТТ и
методической комиссией ФРТЭ Воронежского
государственного технического университета в качестве
методических материалов*

Введение

Практическое занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности

Целью практического занятия является привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачами практических занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения дисциплины.

Результат такой работы должен проявиться в способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов

изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. В чём заключается отличие свойств плазмы от свойств обычного газа?
2. Влияют ли магнитные и электрические поля на частицы, находящиеся в плазме и в обычном газе?
3. Что такое идеальная плазма?
4. Что понимается под «термодинамически равновесной» плазмой?
5. В том случае, когда на плазму начинает действовать магнитное поле, под действием силы Лоренца частицы, в свою очередь, начинают:
6. На плазму действуют взаимно перпендикулярные электрическое и магнитное поле. Будет ли скорость электрического дрейфа для электронов и ионов различаться?
7. Как зависит средняя длина свободного пробега частиц плазмы от концентрации (частиц)?
8. При анализе проводимости плазмы, на которую не действует магнитное поле, необходимо учитывать:
9. В том случае, когда плазма используется для распыления твердых веществ (распыления мишени), что понимается под «коэффициентом распыления»?
10. Дать определение понятия «давление насыщенного пара».
11. Дать определение понятия «условная температура испарения».
12. Что конденсируется на поверхности подложки в методах термо-вакуумного напыления – ионы или атомы?
13. Что является рабочей атмосферой внутри камеры в методах термовакuumного напыления?
14. Что такое коэффициент распыления?
15. Для чего в методах ионно-плазменного напыления используется аргон?
16. Каким образом происходит ионизация атомов аргона?
17. Что конденсируется на поверхности подложки в методах ионно-плазменного напыления – ионы или атомы?

18. Что является источником электронов в методе катодного (двухэлектродного) распыления?

19. Почему газовый разряд в методе катодного распыления называется «самостоятельный тлеющий разряд»?

20. Какие процессы происходят в области «темного катодного пространства» в методе катодного распыления?

21. Как соотносятся (что больше) длина свободного пробега и расстояние мишень-подложка в методе катодного распыления?

22. Почему в методе ионно-плазменного распыления можно использовать более низкое рабочее давление по сравнению с катодным распылением?

23. Что является источником электронов в методе трехэлектродного ионно-плазменного распыления?

24. Зачем в методе ионно-плазменного распыления используют магнитное поле?

25. Какая необходимость обуславливает использование методов ВЧ-распыления? Какая проблема решается этим способом?

26. В чем особенность магнетронного распыления?

27. Почему при магнетронном распылении скорость напыления пленки более высокая по сравнению с другими методами?

28. Почему в методе магнетронного напыления возникают проблемы с распылением магнитных материалов?

29. Основная особенность реактивного напыления?

30. Какой смысл кроется в названии «реактивное»?

31. Какие материалы можно получать с помощью реактивного напыления и какая рабочая атмосфера для этого используется? (привести примеры).

32. Идеальность. Вырождение. Квазинейтральность

33. Способы классификации ионно-электронной плазмы

34. Дебаевская экранировка. Энергия кулоновского взаимодействия частиц в плазме

35. Степень ионизации термодинамически равновесной плазмы. Формула Саха

36. Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм
37. Релаксация импульса и энергии. Динамика установления равновесной функции распределения.
38. Выравнивание электронной и ионной температур. Проводимость плазмы, убегание электронов
39. Движение частиц в электрическом и магнитном полях.
40. Дрейфовое приближение.
41. Электрический дрейф
42. Центробежный дрейф
43. Градиентный дрейф
44. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем
45. Моменты кинетического уравнения
46. Уравнение непрерывности
47. Уравнение движения
48. Уравнение теплопереноса
49. Приближение одножидкостной гидродинамики
50. Коэффициенты переноса
51. Подвижность
52. Проводимость
53. Диффузия
54. Амбиполярная диффузия

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерии оценки учебных действий студентов по решению учебно-профессиональных задач на практических занятиях:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, способен выразить собственное отношение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты со ссылками на

соответствующие нормативные документы, делать самостоятельные обобщения и выводы, заключения, рекомендации, правильно выполняет все этапы практического задания.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, недостаточно четко сделаны обобщение и выводы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теплофизические свойства горячей плотной плазмы / Эбелинг Вернер, Фёрстер Андреас, В. Фортов [и др.] ; перевод Ю. В. Колесниченко. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 400 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/92008.html>
2. Кузенов, В. В. Численное моделирование разреженной плазмы : учебное пособие / В. В. Кузенов, С. В. Рыжков. — 2-е изд. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2019. — 112 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111341.html>
3. Бельков, С. А. Основы физики плазмы / С. А. Бельков. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИ-ЭФ, 2002. — 99 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/60860.html>
4. Лекции по основам физики плазмы / С.Н. Янин – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. - 2012. – 78 с.
5. Берлин, Е. В. Индуктивные источники высокоплотной плазмы и их технологические применения / Е. В. Берлин, В. Ю. Григорьев, Л. А. Сейдман. — Москва : Техносфера, 2018. — 464 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/93367.html>
6. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках / С.К. Жданов, В.А. Курнаев, М.К. Романовский, И.В. Цветков - М: МИФИ. - 2007. - 368 с.
7. Физика и техника низкотемпературной плазмы / С.В. Дресвин, А.В.Донской, В.М.Гольдфарб, В.С.Клубникин – М.: Атомиздат. – 1972. – 352 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Вопросы для практических занятий	5
Критерии оценки	7
Список литературы	9

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению самостоятельных работ
для обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая
физика» (профиль подготовки «Физическая электроника»)
очной формы обучения**

**Составитель:
Стогней Олег Владимирович**

В авторской редакции

Уч.-изд. л. 0,5.

**ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет"
394026 Воронеж, Московский просп., 14**