

Программа
вступительного испытания по специальной дисциплине
в аспирантуру НИЦ «Курчатовский институт»
по группе научных специальностей:

1.3. Физические науки

1.3.9. Физика плазмы

1. Общие положения

1.1. Данная программа предназначена для подготовки к вступительным испытаниям в аспирантуру по специальной дисциплине. Программа вступительных испытаний в аспирантуру подготовлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень магистра или специалиста).

Экзамен проводится с целью выявления у поступающего объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Поступающий должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

1.2. Программой устанавливается:

форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;

шкала оценивания;

максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;

критерии оценки ответов.

1.3. Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом НИЦ «Курчатовский институт».

1.5. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном

Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, процедура проведения и шкала оценивания вступительного испытания.

2.1. Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. Экзамен проходит в устной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Ответ на билет оценивается от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Билет включает в себя три вопроса которые охватывают вопросы по общей физике и по научной специальности 1.3.9. Физика плазмы.

В случае проведения экзамена в дистанционном формате вступительное испытание проводится в режиме видеоконференцсвязи.

2.2. Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 10-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания по специальной дисциплине, устанавливается равным 4 баллам.

Шкала оценивания

Оценка, баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
9-10	Поступающий уверенно владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их строгими и полными доказательствами, уверенно отвечает на дополнительные вопросы программы вступительного испытания.
6-8	Поступающий владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их доказательствами, в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.
4-5	Поступающий знаком с основным материалом программы, приводит формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, но допускает некоторые неточности, сопровождает их доказательствами, в которых допускает погрешности либо описывает основную схему доказательств без указания деталей. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.
0-3	Поступающий не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не способен приводить

формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, не умеет доказывать теоремы и другие утверждения, не знает даже схемы доказательств. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.
--

3. Вопросы к экзамену по научной специальности 1.3.9. Физика плазмы

1. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на диске. Дифракция Френеля на щели. Дифракция Фраунгофера на щели.
2. Волновое уравнение. Уравнение плоской волны.
3. Движение заряженных частиц в однородном и неоднородном магнитном поле. Магнитные линзы. Адиабатические инварианты. Дрейф в поле произвольной силы.
4. Движение заряженных частиц в электрическом поле. Основные уравнения электронной оптики. Электронные линзы.
5. Диффузия и теплопроводность плазмы в присутствии и в отсутствие магнитного поля.
6. Зажигание разряда в газе. Закон Пашена. Искровой пробой при высоком давлении, стримерная теория.
7. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Поле в центре и на оси кругового тока. Поле бесконечного прямого тока.
8. Законы термо-, фото- и автоэлектронной эмиссии. Эффект Шоттки. Формула Саха-Ленгмюра.
9. Захват частиц в твердое тело и обратное газовыделение. Блистерообразование
10. КПД тепловой машины. КПД цикла Карно. Теорема Карно.
11. Линии напряженности электрического поля и эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Работа силы электрического поля. Потенциал.
12. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Сила Лоренца. Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле.
13. Методы измерения основных параметров плазмы: концентрация,

температура электронов, температура ионов.

14. Оптическая спектроскопия плазмы. Систематика уровней в атомах и ионах. Непрерывный спектр излучения плазмы. Интенсивность излучения плазмы.

15. Основные термоядерные реакции, зависимость их сечений от энергии и температуры. Энергобаланс термоядерного реактора. Критерий Лоусона.

16. Плазменные ускорители. Электродинамическое ускорение плазменных сгустков.

17. Поле вне и внутри объёмно заряженного шара. Поле одной и двух заряженных плоскостей.

18. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.

19. Принцип Гюйгенса. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления.

20. Различные формы записи уравнения состояния идеального газа. Уравнение адиабаты идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при политропическом и адиабатическом процессах.

21. Распределение Максвелла. Наиболее вероятная скорость молекул, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. Распределение Больцмана.

22. Свободные колебания системы без трения. Математический маятник. Физический маятник. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

23. Сила и плотность тока. Закон Ома и закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Мощность тока. Удельная тепловая мощность тока.

24. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Оценка размеров и минимальной энергии волородоподобного атома.

25. Ток смещения. Полный ток. Уравнения Максвелла.

26. Токамаки и стеллараторы – сравнительный анализ. Геометрия магнитного поля. Способы создания и нагрева плазмы. Диффузия и теплопроводность плазмы. Энергетическое время жизни. Влияние примесей. Диверторы.

27. Торможение быстрых частиц в твердом теле. Ядерные и электронные столкновения. Потенциалы взаимодействия.

28. Уравнение Шрёдингера. Физический смысл и свойства пси-функции.

29. Фотоэффект. Уравнение А. Эйнштейна для фотоэффекта.

30. Число ударов молекул газа о стенку. Газокинетический вывод давления газа на стенку.

31. Электрический диполь в однородном и неоднородном поле (вращательный момент, энергия, сила). Дипольный электрический момент системы зарядов. Поле электрического диполя.

32. Электроёмкость. Конденсаторы. Ёмкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.

33. Эффект Комптона.

34. Явление интерференции. Сложение двух электромагнитных волн. Интенсивность суммарной волны.

35. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС индукции. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля.

36. Явления переноса. Диффузия газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента диффузии. Вязкость газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента вязкости. Теплопроводность газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента теплопроводности.

Основная литература

1. Морозов Д.Х. Введение в теорию горячей плазмы/Д. Х. Морозов. 2-е изд., испр. и доп. - Москва : НИЯУ МИФИ.Ч.1., Ч.2, 2013.

2. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках. Учебное пособие. М: МИФИ, 2007. 368 с.

3. Фортов В.Е. Лекции по физике экстремальных состояний вещества / В. Е. Фортов. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2013. - 234 с. - (Высшая школа физики. Вып.1).

4. Савельев И.В. Курс общей физики. т. 2. М: Наука, 1982.

5. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.

6. Г.А. Месяц Импульсная энергетика и электроника. М.: Наука, 2004.

7. П.Н. Дашук. Техника больших импульсных токов и магнитных полей. М.: Атомиздат, 1970.

8. В.Е. Черковец, С. А. Казаков, В. Г. Наумов. Лазерная техника для физических исследований и практических применений М.: МИФИ, 2006.

9. М.В. Кузелев, А. А. Рухадзе, П. С. Стрелков Плазменная релятивистская СВЧ-электроника. М.: МГТУ, 2002.

10. В.С. Стрелков, С.Е. Лысенко Основы техники термоядерного эксперимента Москва 2015г.МИФИ.

11. Физика высоких плотностей энергий. Под ред. П. Кальдиrola, Г. Кнопфель. М.: Мир, 1974.

12. А.С. Савелов Методы исследования плазмы (лазерная диагностика) М.: МИФИ, 2008.

13. А. Н. Диденко СВЧ – энергетика. М. : Наука, 2003.

14. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. М: Атомиздат, 1979.

15. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме. М: Наука, 1988.

16. Морозов А.И. Введение в плазмодинамику. М:ФИЗМАТЛИТ, 2006.

17. Трубников Б.А. Теория плазмы. Учебное пособие для вузов. М: Энергоатомиздат, 1996.

18. Лукьянов С.Ю., Ковальский Н.Г. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез. Учебник для вузов. М: МФТИ, 1999.

19. П.Н.Дашук. Техника больших импульсных токов и магнитных полей. М: Атомиздат, 1970.

20. Г.А.Месяц. Импульсная энергетика и электроника. М: Наука 2004.
Дополнительная литература

1. Миямото К. Основы физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. М: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

2. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К., Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках.

3. Арцимович Л.А. Управляемые термоядерные реакции. М:Физматгиз, 1963.
4. С.В.Мирнов. Физические процессы в плазме токамаков. М: Атомэнергоиздат, 1985.
5. Д.А.Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы. М: Атомиздат, 1963.
6. А.С.Савёлов. Методы исследования плазмы (лазерная диагностика) М: МИФИ, 2008.
7. Пустовитов В.Д. Основы МГД теории стеллараторов. ВИНТИ. Итоги науки и техники т.13, 1993, с 13-84.