

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРИНЯТО

на заседании кафедры прикладной физики
Протокол от « 11 » ноября 2022 г. № 3

Зав. кафедрой  Ковалева Л.А.

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по учебно-методической работе



Галимханов А.Б.

« 28 » декабря 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена по научной специальности
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы**

Разработчик:  / д.т.н., профессор Ковалева Л.А.

Уфа – 2022

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности **1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы»** составлена в соответствии с требованиями ФГТ.

Данная программа вступительных испытаний предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускников к выполнению образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров и представляет собой перечень и краткое содержание тем, список рекомендованной литературы для сдачи вступительного экзамена.

Вступительные испытания проводятся в форме экзамена, целью которого является выявление способности и готовности абитуриента к обучению по образовательным программам аспирантуры. На экзамене для ответа даются три вопроса: один, связанный с научными интересами поступающего, и два вопроса из основного теоретического курса. Поступающий в аспирантуру должен показать глубокие знания теоретического материала, иметь представление о фундаментальных работах в избранной области, ориентироваться в проблематике дискуссий и критических взглядов ведущих ученых по затрагиваемым вопросам, уметь логично излагать материал, показать навыки владения понятийно-исследовательским аппаратом применительно к области специализации, продемонстрировать свободное владение материалом, изложенным в научных работах.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры прикладной физики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (протокол от « 11 » ноября 2022 г. № 3).

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.1. Математика и механика

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:
физико-математические науки

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ АБИТУРИЕНТОВ НА ЭКЗАМЕНЕ.

Баллы	Критерии
0-39	Не усвоена большая часть изученного ранее материала, имеются лишь отдельные отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. Не проявлена способность доказательно объяснять факты и процессы; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная точка зрения и логические рассуждения относительно проблемных вопросов. Отрывочные теоретические высказывания не иллюстрируются собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности. Владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.
40-59	Знает основной материал, но испытывает трудности в его самостоятельном изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений; испытывает трудности в объяснении фактов и процессов. В ответе ссылается на классические труды и работы современных исследователей, но не в полном объеме; слабо прослеживаются межпредметные связи, нарушена логика в выстраивании ответа.
60-79	Демонстрирует достаточно высокий уровень овладения теоретическими знаниями, свободно ориентируется в специальных терминах. В ответе ссылается на классические общепризнанные научные труды и работы

	современных авторов. Проявляет умение доказательно объяснять факты и явления, однако, допускает некоторые неточности. Ответ иллюстрируется собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности; прослеживаются межпредметные связи. В целом ответ имеет логическую последовательность в изложении материала, речь профессионально грамотная, на вопросы предоставляет развернутые правильные ответы.
80-100	Демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями; свободно ориентируется в вопросах теории и практики. В своем ответе он 3 апеллирует к классическим трудам и работам современных исследователей; проявляет умение доказательно объяснять факты и явления; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулируем свое мнение. Ответ логически построен, речь грамотная, осмысленно использует в суждениях общенаучную и профессиональную терминологию, не затрудняется в ответах на заданные членами комиссии вопросы.

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.

Раздел I. КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1.1. Кинематика

Механическое движение. Тело отсчета. Система отсчета. Радиус-вектор. Траектория. Путь. Перемещение. Скорость. Ускорение (полное, тангенциальное, нормальное). Поступательное и вращательное движения. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными кинематическими величинами.

1.2. Динамика

Свободное тело. Инерциальные системы отсчета. Инерция, масса, импульс тела. Сила. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Импульс силы. Третий закон Ньютона. Силы в механике (закон всемирного тяготения, сила тяжести, вес тела, реакция опоры, упругая сила, сила трения). Принцип относительности Галилея. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Основной закон динамики вращательного движения. Теорема Штейнера.

1.3. Работа, энергия, законы сохранения в механике

Работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Графическое представление потенциальной энергии (потенциальные кривые). Замкнутая система. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Закон сохранения и изменения механической энергии. Упругий и неупругий удар. Всеобщий закон сохранения энергии.

1.4. Механика жидкостей и газов

Внутреннее и внешнее давления. Закон Архимеда. Физически малая частица. Линии тока. Закон Бернулли.

1.5. Специальная теория относительности

Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и основные следствия из них. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистские импульс и масса. Релятивистская динамика. Работа и энергия в теории относительности. Полная энергия уединенного тела. Энергия покоя.

Раздел II. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

2.1. Электростатика

Электромагнитное поле. Закон Кулона. Электрический заряд и его свойства. Напряженность электрического поля. Графическое представление электрического поля. Принцип суперпозиции для напряженности электрического поля. Расчет полей симметричных заряженных тел методом дифференцирования-интегрирования. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса для потока вектора напряженности. Расчет напряженностей полей, создаваемых симметричными зарядами.

Работа сил электростатического поля при перемещении точечного заряда. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Энергия взаимодействия зарядов. Потенциал электростатического поля. Напряженность, как градиент потенциала. Расчет потенциалов полей симметричных тел.

Электрический диполь. Диэлектрик. Вектор поляризации. Напряженность поля в диэлектриках. Индукция электрического поля. Теорема Гаусса для индукции электрического поля. Диэлектрическая восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры. Диэлектрическая проницаемость среды. Граничные условия для напряженности и индукции электростатического поля на границе раздела двух диэлектрических сред. Типы диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект.

Распределение зарядов в проводниках. Электрическая емкость уединенного проводника. Емкость электрического конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.

2.2. Постоянный ток

Электрический ток, его характеристики и условия существования. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной форме. Электрическое сопротивление. Удельное электрическое сопротивление. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Электрические токи в твердых, жидких телах, газах и вакууме.

2.3. Магнетизм

Магнитное поле. Элемент тока. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара. Вихревой характер магнитного поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля. Расчет полей симметричных токов методом дифференцирования-интегрирования.

Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля по замкнутому контуру. Расчет полей симметричных токов.

Закон Ампера. Взаимодействие параллельных проводников с током. Единица силы тока – Ампер. Контур с током в магнитном поле, его магнитный момент. Работа вращения контура с током в магнитном поле.

Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.

Магнетик. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля в веществе. Магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость. Характеристики магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Типы магнетиков. Ферромагнетики. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Домены.

2.4. Электромагнетизм

Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Вихревые токи.

Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность. Явление взаимной индукции.

Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

Закон магнитоэлектрической индукции (закон о токах смещения) Максвелла. Вихревое электрическое поле.

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электромагнитное поле и основные его характеристики.

Раздел III. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

3.1. Колебания

Колебания и их характеристики. Кинематика и динамика гармонических колебаний. Энергия гармонического осциллятора. Сложение одинаково направленных и взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Затухающие колебания. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания. Вынужденные колебания в резонансных системах. Резонанс. Анализ колебательных процессов в механических и электромагнитных системах.

3.2. Волны. Основные характеристики

Волны и их характеристики. Уравнения кинематики и динамики волновых процессов (уравнение волны и волновое уравнение). Вектор Пойнтинга.

Поляризация света. Рассеяние, поглощение и дисперсия волн. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред.

3.3. Интерференция и дифракция

Интерференция волн. Понятие когерентности. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. Стоячие волны. Расчет параметров интерференционной картины от двух источников (опыт Юнга). Интерференция волн в тонких пленках. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на щели. Дифракционная решетка. Голография.

Раздел IV. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

4.1. Равновесное состояние идеального газа

Молекулярно-кинетический и термодинамический методы изучения макроскопических систем. Идеальный газ. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Температура. Закон Дальтона. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Распределение Максвелла. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

Внутренняя энергия. Степени свободы. Работа и теплопередача, как две формы обмена энергией. Первое начало термодинамики. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Теплоемкость. Работа газа. Адиабатный процесс. Термодинамические циклы. Термодинамическая вероятность. Энтропия. Второе начало термодинамики.

4.2. Реальные газы и жидкости. Фазовые переходы

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Неидеальный газ. Жидкость. Фазовый переход газ-жидкость на примере уравнения Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Капиллярность.

4.3. Неравновесные процессы

Явления переноса. Уравнения Фика, Фурье, Ньютона. Коэффициенты переноса. Длина свободного пробега молекул. Микроскопический расчет кинетических коэффициентов.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Механическое движение. Тело отсчета. Система отсчета. Поступательное движение и его характеристики (радиус-вектор, траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение).
2. Вращательное движение и его угловые характеристики (угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение). Связь между угловыми и линейными кинематическими величинами.
3. Свободное тело. Инерциальные системы отсчета. Инерция, масса, импульс тела. Сила. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона.
4. Второй закон Ньютона. Импульс силы. Третий закон Ньютона.
5. Силы в механике (закон всемирного тяготения, сила тяжести, вес тела). Силы в механике (реакция опоры, упругая сила, сила трения).
6. Принцип относительности Галилея.
7. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Основной закон динамики вращательного движения.
8. Теорема Штейнера.
9. Работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия.
10. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Графическое представление потенциальной энергии (потенциальные кривые).
11. Замкнутая система. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса.
12. Закон сохранения и изменения механической энергии. Упругий и неупругий удар. Всеобщий закон сохранения энергии.
13. Внутреннее и внешнее давления. Закон Архимеда.
14. Физически малая частица. Линии тока. Закон Бернулли.
15. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и основные следствия из них. Релятивистский закон сложения скоростей.
16. Релятивистские импульс и масса. Релятивистская динамика.
17. Работа и энергия в теории относительности. Полная энергия уединенного тела. Энергия покоя.
18. Электромагнитное поле. Закон Кулона. Электрический заряд и его свойства.
19. Напряженность электрического поля. Графическое представление электрического поля. Принцип суперпозиции для напряженности электрического поля.
20. Расчет полей симметричных заряженных тел методом дифференцирования-интегрирования.
21. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса для потока вектора напряженности. Расчет напряженностей полей, создаваемых симметричными зарядами.
22. Работа сил электростатического поля при перемещении точечного заряда. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Энергия взаимодействия зарядов.

23. Потенциал электростатического поля. Напряженность, как градиент потенциала. Расчет потенциалов полей симметричных тел.
24. Электрический диполь.
25. Диэлектрик. Вектор поляризации. Напряженность поля в диэлектриках. Индукция электрического поля.
26. Теорема Гаусса для индукции электрического поля.
27. Диэлектрическая восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры. Диэлектрическая проницаемость среды.
28. Граничные условия для напряженности и индукции электростатического поля на границе раздела двух диэлектрических сред.
29. Типы диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект.
30. Распределение зарядов в проводниках. Электрическая емкость уединенного проводника.
31. Емкость электрического конденсатора.
32. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.
33. Электрический ток, его характеристики и условия существования. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение.
34. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной форме. Электрическое сопротивление. Удельное электрическое сопротивление.
35. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи.
36. Правила Кирхгофа.
37. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме.
38. Электрические токи в твердых, жидких телах, газах и вакууме.
39. Магнитное поле. Элемент тока. Индукция магнитного поля.
40. Закон Био-Савара. Вихревой характер магнитного поля. Принцип суперпозиции.
41. Расчет полей симметричных токов методом дифференцирования-интегрирования.
42. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля.
43. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля по замкнутому контуру. Расчет полей симметричных токов.
44. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных проводников с током. Единица силы тока - Ампер.
45. Контур с током в магнитном поле, его магнитный момент. Работа вращения контура с током в магнитном поле.
46. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
47. Магнетик. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
48. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля в веществе. Магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость.
49. Характеристики магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.
50. Типы магнетиков. Ферромагнетики. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Домены.
51. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Вихревые токи.
52. Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность.
53. Явление взаимной индукции.
54. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
55. Закон магнитоэлектрической индукции (закон о токах смещения) Максвелла. Вихревое электрическое поле.

56. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
57. Электромагнитное поле и основные его характеристики.
58. Колебания и их характеристики. Кинематика и динамика гармонических колебаний.
59. Энергия гармонического осциллятора.
60. Сложение одинаково направленных колебаний.
61. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний.
62. Затухающие колебания. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания.
63. Вынужденные колебания в резонансных системах. Резонанс.
64. Анализ колебательных процессов в механических системах.
65. Анализ колебательных процессов в электромагнитных системах.
66. Волны. Основные характеристики волны. Уравнения кинематики и динамики волновых процессов (уравнение волны и волновое уравнение). Вектор Пойнтинга.
67. Поляризация света.
68. Рассеяние, поглощение и дисперсия волн.
69. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред.
70. Интерференция волн. Понятие когерентности. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода.
71. Стоячие волны.
72. Расчет параметров интерференционной картины от двух источников (опыт Юнга).
73. Интерференция волн в тонких пленках.
74. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
75. Дифракция на щели.
76. Дифракционная решетка.
77. Голография.
78. Молекулярно-кинетический и термодинамический методы изучения макроскопических систем.
79. Идеальный газ. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Температура. Закон Дальтона.
80. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
81. Распределение Максвелла.
82. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
83. Внутренняя энергия. Степени свободы.
84. Работа и теплопередача, как две формы обмена энергией. Первое начало термодинамики. Обратимые и необратимые термодинамические процессы.
85. Теплоемкость.
86. Работа газа.
87. Адиабатный процесс.
88. Термодинамические циклы.
89. Термодинамическая вероятность. Энтропия.
90. Второе начало термодинамики.
91. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
92. Неидеальный газ. Жидкость.
93. Фазовый переход газ-жидкость на примере уравнения Ван-дер-Ваальса.
94. Критическое состояние.
95. Внутренняя энергия реального газа.
96. Свойства жидкостей.
97. Поверхностное натяжение. Капиллярность.

98. Явления переноса. Уравнения Фика, Фурье, Ньютона. Коэффициенты переноса.
99. Длина свободного пробега молекул.
100. Микроскопический расчет кинетических коэффициентов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. М.: Академия., 2003.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1–3. СПб: Лань, 2006.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 1–5. М.: Физматлит, 2005.
4. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Академия., 2007.
5. Хайкин С. Э. Физические основы механики. СПб.: Лань, 2008.
6. Кикоин И. К., Кикоин А. К. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.
7. Ландсберг Г. С. Оптика. М.: Физматлит, 2010.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Физматлит, 2004.

Дополнительная литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994.
- 2 Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978
- 3 Киттель Ч., Найт У., Рудерман М., Парселл Э., Крауфорд Ф., Вихман Э., Рейф Ф. Берклеевский курс физики. Т. 1–5. М.: Наука, 1971–1974.
- 4 . Астахов А. В., Широков Ю. М. Курс физики. Т. 1–3. М.: Наука, 1977–1981.