

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ «ФЭФМ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

**Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)**

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

**Математика и механика**

1. Идеальная несжимаемая жидкость. Уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера. Уравнение энергии.
2. Некоторые частные случаи гидродинамики идеальной жидкости. Гидростатика. Барометрическая формула. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.
3. Безвихревое течение идеальной жидкости. Интеграл Коши. Плоское (двумерное) течение идеальной жидкости. Вихревой характер движения жидкости.
4. Обтекание шара идеальной жидкостью. Парадокс Даламбера.
5. Гидродинамика вязкой жидкости. Поток импульса. Тензор вязких напряжений. Уравнение Навье-Стокса.
6. Течения при больших числах Рейнольдса. Уравнения пограничного слоя. Уравнение Мизеса.
7. Автомодельные задачи. Пограничный слой на пластине (Задача Блазиуса). Вытекание струи из тонкого отверстия.
8. Элементарные процессы в физической механике частично ионизованной сплошной среды. Дрейф, подвижность, проводимость, диффузия электронов и ионов. Энергия электронов в поле. Упругие и неупругие потери энергии. Амбиполярная диффузия. Ионизация, частота ионизации, таунсондовский ионизационный коэффициент. Рекомбинация. Прилипание. Диффузионные потери.
9. Кинетическое уравнение для электронов в поле. Двучленное приближение. Решение для постоянного и осциллирующего полей. Уравнение для энергетического спектра. Примеры спектров для простейших случаев.
10. Релаксационные процессы в газах. Поступательная релаксация. Вращательная релаксация молекул. Колебательная релаксация молекул. VT-обмен. VV-обмен. Термический распад молекул.
11. Величины, характеризующие однородный газ. Функция распределения и средние значения. Векторы потоков массы, импульса, энергии для однородного газа.
12. Величины, характеризующие газовые смеси.
13. Частота столкновений. Средняя длина свободного пробега. Сечения столкновения: полное сечение, дифференциальное сечение, сечение потери импульса. Характеристики величин сечений столкновения. Скорость процесса.
14. Классический вывод уравнения Больцмана.
15. Вывод макроскопических законов сохранения для газовой смеси на основе уравнения Больцмана. Аддитивные инварианты. Обобщенный закон сохранения для газовой смеси.
16. Вывод уравнений непрерывности, движения и баланса из обобщенного закона.
17. H-теорема Больцмана. Функция распределения молекул по скоростям в состоянии термодинамического равновесия.
18. Теорема единственности Гильберта.
19. Метод Чепмена-Энскога в интерпретации Энскога.
20. Особенности кинетической теории частично ионизованных газов и плазмы. Столкновительный член Фоккера-Планка. Кинетическое уравнение Власова.

21. Волновая природа теплового излучения. Энергия, переносимая электромагнитными волнами.
22. Интенсивность излучения. Излучение абсолютно черного тела. Поглощение, испускание и рассеяние излучения. Объемная плотность энергии излучения. Плотность потока результирующего излучения. Давление излучения. Интегральные и средние свойства.
23. Характеристики излучения, поглощение и рассеяние поверхностей
24. Классический вывод уравнения переноса излучения. Частные случаи. Плотность потока излучения и дивергенция вектора плотности. Радиационное равновесие.
25. Формальное интегрирование уравнения переноса излучения. Уравнение переноса излучения для плоскопараллельного случая.
26. Уравнение переноса излучения в случаях сферически и цилиндрически симметричных геометрий.
27. Методы решения уравнения переноса (сферических гармоник, дискретных ординат, моментов)
28. Статистические методы Монте-Карло решения уравнения переноса.
29. Гомогенные и гетерогенные химические реакции. Объемные и массовые концентрации реагентов. Скорость химической реакции. Константа скорости реакции. Химическое равновесие. Константа равновесия. Сложные химические реакции. Цепные реакции.
30. Уравнение теплопроводности. Уравнения диффузии при использовании массовых и объемных концентраций. Среднемассовая и среднечисловая скорости газа. Термодиффузия.
31. Диффузионный и кинетический режим протекания химических реакций. Стефановский поток. Условия возникновения стефановского потока. Диффузионный поток вещества на реакционную поверхность.
32. Тепловое самовоспламенение. Адиабатический тепловой взрыв. Теория теплового взрыва Н.Н.Семенова. Преобразование Д.А.Франк-Каменецкого. Тепловой взрыв в плоском, цилиндрическом и сферическом сосудах. Период индукции самовоспламенения.
33. Ламинарные пламена. Теория распространения плоского пламени Я.Б.Зельдовича. Формула для расчета скорости распространения пламени. Пределы распространения пламени при наличии теплоотвода.
34. Диффузионное горение газов. Задача Бурке-Шумана. Пределы горения неперемешанных газов.

### Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 733 с.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Том 1-2. М.-Л.: ОГИЗ, 1948. 535 с.- 612 с.
3. Лойцяский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973. 847 с.
4. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1964. 491 с.
5. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М.: Физматлит, 1959. 670 с.
6. Кутепов А.М., Полянин А.Д., Запрынов З.Д., Вязьмин А.В., Казенин Д.А. Химическая гидродинамика. М.: Квантум, 1996. 336 с.
7. Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. М.: Изд-во ИЛ, 1961. 929 с.
8. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.
9. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.

10. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 478 с.
11. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966. 686 с.
12. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1992, 503 с.
13. Оцисик М.Н. Сложный теплообмен. М.: Мир, 1976, 615 с.
14. Зигель Дж., Хауэлл Р. Теплообмен излучением. М.: Мир, 1975, 651 с.
15. Амбарцумян В.А., Мустель Э.Р., Северный А.Б., Соболев В.В. Теоретическая астрофизика. М.: Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1952, 635 с.