

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по научной деятельности

Д.А. Таюрский

« 30 _____ 2023 г.



Программа вступительного испытания по специальности

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации
Тип образовательной программы: программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Научная специальность: 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника
Форма обучения: очная

Общие указания

Вступительные испытания по научной специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника охватывают стандартные разделы университетских курсов по общей физике и теплофизике. Также проверяются базовые умения математического аппарата.

Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Критерии оценивания

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

Отлично (80-100 баллов)

Поступающий обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий физики в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Хорошо (60-79 баллов)

Поступающий обнаружил полное знание вопросов физики, успешно выполнил предусмотренные тестовые задания, показал систематический характер знаний по физике и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Удовлетворительно (40-59 баллов)

Поступающий обнаружил знание основ физики в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением тестовых заданий, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно (менее 40 баллов)

Поступающий обнаружил значительные пробелы в знаниях основ физики, допустил принципиальные ошибки в выполнении тестовых заданий и не способен продолжить обучение по физике.

Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

1. Развитие представлений о природе теплоты. Термодинамика - наука о формах обмена энергией. Феноменологический характер термодинамики.
2. Развитие статистических идей. Становление молекулярно-кинетической теории вещества.
3. Термодинамическая система и окружающая среда. Термодинамическое равновесие. Термодинамические параметры, функции состояния.
4. Процессы равновесные и неравновесные. Внутренняя энергия системы. Основные термодинамические процессы. Первый закон термодинамики, его формулировки. Теплоемкости.
5. Уравнение состояния термодинамических систем, термические и калорические уравнения состояния. Вириальная форма уравнений состояния, термические и калорические уравнения состояния. Уравнения Клапейрона-Менделеева и Ван-дер-Ваальса.
6. Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго закона термодинамики. Условие взаимного превращения тепла и работы в прямом и обратном термодинамических циклах.
7. Энтропия и термодинамическая температура. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов. Вычисление энтропии. Парадокс Гиббса.
8. Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии в неравновесных процессах. Основное термодинамическое неравенство.
9. Цикл и теоремы Карно.
10. Характеристические термодинамические функции и термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал.
11. Преобразования Лежандра. Выражения для термодинамических потенциалов в интегральной и дифференциальной формах.
12. Соотношение Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
13. Тепловая теорема Нернста. Следствия тепловой теоремы: недостижимость абсолютного нуля температур, особенности поведения термических коэффициентов при низких температурах, вырождение идеального газа.
14. Представление внутренней энергии и других термодинамических величин. Статистический смысл энтропии.
15. Статистический интеграл и термодинамические функции идеального газа. Распределение Максвелла-Больцмана.
16. Теплоемкости одно- и многоатомных газов.
17. Химический потенциал. Условия равновесия.
18. Метастабильные состояния. Равновесие и устойчивость, принцип Ле Шателье-Брауна.
19. Фазовые диаграммы чистого вещества, тройная точка. Равновесие в гомогенной системе.
20. Закон действующих масс. Равновесие в гомогенных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса.
21. Фазовые переходы первого рода, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
22. Фазовые переходы второго рода, уравнение Эренфеста, теория Ландау.
23. Критические и закритические явления, критическая точка. Закон соответственных состояний и термодинамическое подобие.
24. Основные термодинамические процессы и их уравнения, изменение термодинамических функций, теплоты и работы.
25. Исследование диаграмм для расчета процессов. Эффект Джоуля-Томсона.
26. Силовые термодинамические циклы. Влияние параметров циклов на их термический КПД. Паросиловой цикл Ренкина. Циклы холодильной машины и теплового насоса.

27. Распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Формула Пуассона.
28. Уравнение переноса молекулярных признаков (массы, импульса, энергии).
29. Идеи методов Чепмена, Энскога и Трэда, вычисление кинетических коэффициентов.
30. Модель сплошной среды. Тензор деформации. Тензор напряжений.
31. Термодинамика деформирования. Обобщенный закон Гука.
32. Плотность потоков массы, импульса и энергии и соответствующие уравнения сохранения.
33. Идеальная жидкость. Перенос массы - уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли.
34. Вихревое движение. Теоремы Гельмгольца и Томсона. Потенциальное движение. Парадокс Даламбера. Эффект Магнуса.
35. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация кинетической энергии в вязкой жидкости. Законы подобия.
36. Устойчивость стационарного движения жидкости. Уравнение Рейнольдса для турбулентного движения. Теория турбулентности Прандтля.
37. Движение жидкости в пограничном слое. Уравнение Прандтля.
38. Интегральное уравнение Кармана. Отрыв и турбулизация пограничного слоя. Кризис сопротивления.
39. Звуковые волны. Энергия и импульс звуковых волн.
40. Отражение и преломление звуковых волн.
41. Распространение звука в движущейся среде.
42. Поглощение и затухание звука. Дисперсия.
43. Вторая вязкость.
44. Динамика разреженного газа. Одномерный поток сжимаемого газа. Формула Сан-Венана-Венцеля. Параметры газа в критической точке. Число Маха.
45. Прямая ударная волна, ударная адиабата, косая ударная волна, ударная поляра, отсоединенная ударная волна. Изменение скоростей и термодинамические функции в ударных волнах.
46. Волна разряжения, изменение термодинамических функций и скоростей. Сопло Лавала.
47. Взаимодействие газового потока с поверхностью. Формула Кнудсена. Режимы течения газа.
48. Тепловой поток. Уравнение теплопроводности, краевые условия.
49. Стационарная теплопроводность, решение задачи для простейших тел. Объемные и поверхностные источники тепла.
50. Нестационарная теплопроводность. Простейшие задачи для бесконечных и конечных областей.
51. Нелинейная теплопроводность. Автомодельные решения. Тепловые волны. Приближенные численные методы решения.
52. Общие уравнения переноса тепла. Методы подобия и размерности в теории теплообмена. Критерии подобия, критериальные уравнения теплообмена.
53. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
54. Теплообмен в ламинарном пограничном слое, трение и теплообмен при обтекании пластины несжимаемой жидкостью.
55. Теплообмен и трение при турбулентном обтекании плоской пластины. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
56. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении. Кризис кипячения.
57. Механизмы теплообмена при пленочном кипении. Теплопередача при ламинарном и турбулентном движении паровой пленки.

58. Основные законы теплового излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
59. Лучистый теплообмен между телами. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.
60. Особенности излучения газов и паров. Критерий радиационного подобия.
61. Получение, передача преобразование тепловой энергии, выделяющейся при сгорании топлив.
62. Основы термодинамики процессов горения.
63. Методы и средства измерения температуры и термодинамических параметров вещества.

**Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы
вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.3.14
Теплофизика и теоретическая теплотехника**

Основная литература:

1. Теория тепломассообмена /Под ред. А.И. Леонтьева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997.
2. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. Изд. 4-е. М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учеб, пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
4. Сычев В.В. Дифференциальные уравнения термодинамики. Изд. 2-е. М.: Высш. шк., 1991.
5. Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия). В 4 книгах. Книга вторая. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
6. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736

Дополнительная литература:

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учеб, пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

Программа вступительного испытания в аспирантуру составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника.