

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СФ БАШГУ)

ПРОГРАММА

вступительных испытаний по теплофизике и теоретической теплотехнике
для поступающих на научную специальность
1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Стерлитамак 2022

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ

Введение

В основу настоящей программы положены следующие разделы физики: термодинамика и статистическая физика; теория неравновесных процессов; физика газов и плазмы, фазовые переходы, физика твёрдого тела.

Программа вступительных испытаний по теплофизике и теоретической теплотехнике для поступающих в аспирантуру на научную специальность 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника разработана кафедрой общей и теоретической физики СФ БашГУ в соответствии с федеральными государственными требованиями.

При подготовке к экзамену основное внимание следует уделить выявлению сущности физических законов и явлений, умению истолковывать физический смысл величин и понятий, а также умению применять теоретический материал к решению задач. Необходимо уметь пользоваться при вычислениях системой СИ и знать внесистемные единицы, указанные в программе.

Глубина ответов на пункты программы определяется содержанием опубликованных учебников, указанных в конце настоящей программы.

Регламент экзамена

1. Начало экзамена в 9:00.
2. Время подготовки к ответу на экзамене не более 1 часа.
3. Место проведения экзамена – аудитория.
4. Форма проведения экзамена – устно-письменная.
5. Запрещено во время экзамена пользоваться учебниками, конспектами, другой литературой, а также техническими средствами связи.
6. Ответ студента оценивает комиссия.
7. Ответ оценивается по 100-балльной шкале.

Структура экзамена

Для проведения вступительных испытаний университет создает в определяемом им порядке экзаменационные и апелляционные комиссии.

Полномочия и порядок деятельности экзаменационных и апелляционных комиссий определяются положениями о них.

Вступительные испытания проводятся на русском языке.

На экзамене для испытания знаний соискателя даются два вопроса по различным разделам (темам). Ожидается, что поступающий продемонстрирует знакомство с источниками и литературой по вопросам предстоящих научных исследований.

Вступительные испытания проводятся с сочетанием письменной и устной формы (по билетам).

Уровень знаний, поступающих оценивается экзаменационной комиссией.

Критерии оценки ответа на экзамене

Количество баллов 80-100.

Оценка «отлично»

Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по теплофизике и теоретической теплотехнике. Ответ должен быть развернутым, уверенным, содержать достаточно четкие формулировки. Поступающий обнаруживает всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала; способен творчески применять знания теории к решению профессиональных задач; владеет понятийным аппаратом; демонстрирует способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в вопросе проблематики.

Количество баллов 60-79.

Оценка «хорошо»

Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи. Поступающий владеет основным и характеристиками раскрываемых категорий, понимает взаимосвязи между явлениями и процессами и основные закономерности, обнаруживает твердое знание программного материала; способен применять знание теории к решению задач профессионального характера; допускает отдельные погрешности и неточности при ответе.

Количество баллов 40-59.

Оценка «удовлетворительно»

Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностное знание вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи. Поступающий в основном знает программный материал в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии; допускает существенные погрешности в ответе на вопросы экзаменационного билета; приводимые формулировки являются недостаточно четкими, нечеткими, в ответах допускаются неточности.

Количество баллов 0-39.

Оценка «неудовлетворительно»

Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Поступающий не понимает сущности процессов и явлений, обнаруживает значительные пробелы в знаниях основного программного материала; допускает принципиальные ошибки в ответе на во-

прос билета; демонстрирует незнание теории и практики.

1.Термодинамика и статистическая физика

Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства. Распределение Гиббса. Энтропия. Статистическое обоснование закона возрастания энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.

Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана. Термодинамические свойства двухатомного газа с молекулами одинаковых и разных атомов. Закон равномерного распределения.

Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе-конденсация. Термодинамика черного излучения. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.

Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.

Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты.

Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.

Теория флуктуаций. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Корреляция флуктуаций. Флуктуации в критической точке. Корреляция флуктуаций во времени.

Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление. Равновесие между поверхностной фазой и газом. Теория образования зародышей при фазовых переходах первого рода.

2.Теория неравновесных процессов

Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Соотношение симметрии кинетических коэффициентов Онсагера. Применения методов неравновесной термодинамики к явлениям в сплошных средах с одновременным протеканием различных процессов: диффузии, теплопроводности, вязкости, химических реакций.

Кинетическое уравнение Больцмана. H – теорема. Вывод уравнения Больцмана на основе баланса числа частиц. Идеи метода Чепмена - Энскога и Грэда. Вывод гидродинамических уравнений из уравнений Больцмана. Вычисление кинетических коэффициентов. Влияние химических реакций и внутренних степеней свободы на явления переноса.

Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка.

Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация. Вращательная релаксация. Кинетика ионизации и диссоциации. Газовые лазеры. Столкновительные механизмы создания инверсной населенности.

Распространение звука в газе, дисперсия и затухание звука. Вторая вязкость.

Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Структура ударной волны в газах. Истечение газа через сопло.

3. Физика газов и плазмы

Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.

Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля-Томпсона. Методы измерения термодинамических величин.

Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термомодиффузия. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Термомолекулярная разность давлений. Кинетические явления в сильно разреженном газе (газ Кнудсена).

Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения изотопов.

Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус.

Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации.

Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.

4. Физика жидкостей

Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.

Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.

Статистическая теория жидкостей. Частичные функции распределения, методы интегральных уравнений. Модельные теории. Компьютерное моделирование.

Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.

Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке.

Конвективный теплообмен.

Турбулентное движение и турбулентный теплообмен.

Кризис сопротивления.

Модели турбулентности. Методы расчета турбулентных явлений в газе, жидкости и плазме.

Радиационный теплообмен и радиационная газовая динамика.

Изучение теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов. Пространственно-временная корреляционная функция.

Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление.

Экзотические жидкости, жидкие кристаллы, жидкие металлы. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть гелия.

5. Фазовые переходы

Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Закон Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Экспериментальные методы исследования критических состояний. Методы термостабилизации и получения низких температур.

Кипение. Кризис кипения. Методы расчета.

Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором.

Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.

Теплообмен и сопротивление в многофазных средах.

6. Физика твердого тела

Строение твердых тел: кристаллические и аморфные твердые тела. Пространственная решетка кристалла. Трансляционная симметрия. Дефекты в кристаллах: точечные дефекты и дислокации.

Колебание решетки, спектральная плотность колебаний решетки. Ангармонизм и тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Модели Эйнштейна и Дебая.

Электронные состояния кристаллов. Модели свободных электронов. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Электронная теплоемкость.

Термодинамика твердых тел. Уравнение состояния твердых тел. Термодинамическое описание термоупругих свойств.

Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах, теплопроводность кристаллов. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах. Вязкость и ее проявление при поглощении звука в твердых телах.

Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Адсорбция и хемосорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.

Основная литература

1) Алтунин, К. К. Теоретическая физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие : [Электронный ресурс] / К. К. Алтунин. – 2-е изд. – Москва : Директ-Медиа, 2019. – 72 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240556>

2) Бершадский, В. А. Расчёт и анализ термодинамических циклов тепловых машин : учебное пособие : [Электронный ресурс] / В. А. Бершадский ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 56 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572171>

3) Бобылев, Ю.В. Термодинамика и молекулярная физика в задачах : учебное пособие / Ю.В. Бобылев, А.И. Грибков, В.А. Панин, Р.В. Романов. – Тула: Тульский государственный педагогический университет, 2017.

4) Донских, С. А. Отдельные вопросы механики сплошной среды [Электронный ресурс] / С. А. Донских, В. Н. Семин. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 96 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598047>

5) Зейнетдинов, Р. А. Тепломассообмен в элементах теплотехнического оборудования. Основы тепломассообмена: учебное пособие : [Электронный ресурс] / Р. А. Зейнетдинов ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2020. – 214 с. : ил., схем., граф. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=621145>

6) Наседкин, А. В. Моделирование связанных задач: математические постановки и конечно-элементные технологии : учебное пособие : [Электронный ресурс] / А. В. Наседкин, А. А. Наседкина ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 177 с. : ил. – Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577955>

Дополнительная литература

1) Коршунова, Т. Е. Диаграммы равновесия двойных сплавов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Т. Е. Коршунова ; г. т. Дальневосточный. –

Владивосток : Дальрыбвтуз, 2019. – 148 с. : ил. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615569>

2) Ханефт, А. В. Механика сплошных сред : учебное пособие : [Электронный ресурс] / А. В. Ханефт ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Часть 1. Гидродинамика. – 123 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495208>.

3) Ханефт, А. В. Механика сплошных сред : учебное пособие : [Электронный ресурс] / А. В. Ханефт ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Часть 2. Теория упругости. – 104 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495214>

Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор с ООО «Издательство «Лань» № ОГЗ-145 от 01.10.2021

2. База данных периодических изданий на платформе Научной электронной библиотеки (eLibrary), Договор с ООО «РУНЭБ» № ОГЗ-512 от 20.12.2021

3. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM, договор с ООО «Научно-издательским центром ИНФРА-М» от 12.07.2021.

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», договор с ООО «Нексмедиа» № ОГЗ-114 от 28.09.2022

5. Оператор «Национальной электронной библиотеки» (НЭБ), договор № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019

6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция), договор с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 223/596 от 04.03.2021

7. Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ», договор с ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014