

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для поступающих в аспирантуру по научной специальности

1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

1 Техническая и химическая термодинамика

Основные понятия и законы. Термодинамическая система, термодинамическое состояние и его параметры. Термодинамическая поверхность, ее представление на диаграммах. Первый закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Энтропия и ее статистическая интерпретация.

Характеристические функции. Свободная энергия. Термодинамические потенциалы. Химические потенциалы. Связь между потенциалами.

Дифференциальные уравнения термодинамики. Расчет калорических и термодинамических функций по термическому уравнению состояния.

Термодинамика идеальных систем. Идеальный газ, уравнение идеального газа. Калорические функции. Процессы изменения состояния идеального газа. Вырожденные идеальные газы. Квантовая теория теплоемкости идеальных газов и твердых тел. Теплоемкость металлов.

Термодинамика реальных чистых веществ. Уравнение состояния реальных веществ, вириальная форма уравнения. Методы термодинамического подобия и их молекулярное обоснование. Фазовые равновесия, общие условия равновесия. Фазовые переходы первого и высших порядков. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса, Пойнтинга. Поверхностные явления. Эффект Джоуля-Томсона. Кривая инверсии. Понятие о методах расчета свойств реальных чистых веществ.

Термодинамика многокомпонентных и многофазных систем. Парциальные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Идеальные и реальные смеси и растворы. Фазовые равновесия. Правило фаз. Летучесть. Законы Рауля и Генри. Активность. Фазовые переходы в растворах.

Термодинамика потока. Истечения. Уравнения сплошности, энергии. Процессы и соплах и диффузорах. Диссипация энергии. Неадиабатические течения.

Циклы, их представление на диаграммах и анализ. Необратимые циклы. Циклы компрессоров, циклы энергетических установок и двигателей. Циклы холодильных и криогенных установок.

Элементы термодинамики необратимых процессов. Понятия об обобщенных силах и потоках. Неравновесные газы. Явления переноса. Термодиффузия, общее уравнение диффузии.

Химическая термодинамика. Тепловые эффекты реакций. Основные законы термохимии Константа равновесия. Закон действующих масс. Диссоциация. Ионизация. Теорема Нернста и расчеты констант равновесия.

Методы получения и исследования плазмы. Свойства плазмы. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Термодинамика плазмы.

2 Молекулярная физика

Микроскопическое и макроскопическое состояние системы. Статистический ансамбль системы.

Микроканонический ансамбль. Вычисление средних по ансамблю и средних по времени. Эргодическая гипотеза.

Канонический ансамбль. Распределение Гиббса. Нормировка распределения. Статистическая сумма.

Распределение Максвелла. Температура. Характерные скорости распределения Максвелла.

Распределение Больцмана. Связь распределений Максвелла и Больцмана.

Основное уравнение кинетической теории газов. Число степеней свободы. Распреде-

ние энергии по степеням свободы.

Силы межмолекулярного взаимодействия. Сила Ван-дер-Ваальса. Вариальная форма уравнения состояния.

Явление переноса в газах. Средняя длина свободного пробега. Частота столкновений. Сечение столкновений. Процессы переноса в газах: теплопроводность, диффузия, вязкость.

Сечения столкновения заряженных частиц и явления переноса в плазме.

3 Теплопередача

Методы теории подобия и размерности и их применение для анализа процессов теплообмена.

Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия. Расчет стационарных температурных полей. Аналитические методы расчета нестационарных температурных полей.

Конвективный теплообмен в однофазной среде. Основные уравнения и граничные условия для процессов конвективного теплообмена. Теплообмен при свободном движении жидкости. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в трубах. Полуэмпирическая теория турбулентности. Теплообмен при внешнем обтекании тел в случае ламинарного турбулентного пограничного слоя.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении в условиях естественной конвекции и вынужденного движения в трубах. Теплообмен при конденсации пара.

Теплообмен излучением. Основные понятия и физические законы: теплового излучения. Лучистый теплообмен тел, разделенных прозрачной средой. Лучистый теплообмен в поглощающей среде.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Новиков И.И. Термодинамика: учеб. пос. / И.И. Новиков. – 2-е изд. испр. – Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2009. – 589 с.

2 Кириллин В.А. Техническая термодинамика: учеб. / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 5-е изд. перераб. и доп.. – Москва: МЭИ, 2008 495 с.

3 Шпильрайн Э.Э Основы теории теплофизических свойств веществ / Э.Э. Шпильрайн, П.М. Кессельман. – М. Энергия, 1977. – 243 с.

4 Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика: учеб. пособие / М.Х. Карапетьянц. – 3-е изд. перераб и доп. – М.: Химия, 1975. – 583 с.

5 Сычёв В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики / В. В. Сычёв. - 3-е изд., перераб. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 252 с.

6 Краснов К.С. Физическая химия: учеб.: в 2-х кн. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва, 2001. – кн.1: Строение вещества. Термодинамика. – 512 с.

7 Савельев И.В. Курс общей физики в 5 кн.: учеб. пособие / И.В. Савельев. – М.: АСТ, 2005. – кн. 3: Молекулярная физика и термодинамика. – 208 с.

8 Гиршфельдер Дж. Молекулярная теория газов и жидкостей / Дж. Гиршфельдер, Ч. Кертисс, Р. Берд. – М.: ИЛ, 1961. – 929 с.

9 Телеснин Р.В. Молекулярная физика: учеб. пособие / Р.В. Телеснин. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2009. – 360 с.

10 Ерофеев В.Л. Теплотехника / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин. – М.: Академкнига, 2008. – 408 с.

11 Луканин В.Н. Теплотехника: учеб. / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Кафер и др. – М.: Высшая школа, 1999. – 671 с.

12 Крейт Ф. Основы теплопередачи / Ф. Крейт. – М.: Мир, 1983. – 512 с.

13 Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : учеб. пособие / Ф. Ф. Цветков ; авт. Григорьев Б.А. - 3-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 549 с.