

УТВЕЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана



Б.В. Падалкин

2015 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

по направлению подготовки

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Факультет

Энергомашиностроение (Э)

Кафедра

Теплофизика (Э6)

Москва, 2015 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании любого уровня (диплом бакалавра или специалиста).

Лица, предъявившие диплом магистра, могут быть зачислены только на договорной основе.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний. Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки:

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки бакалавра по направлению:

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по названному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень вопросов для вступительных испытаний и список литературы рекомендуемой для подготовки.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению:

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания проводятся в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией МГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на 10 вопросов и задач билета, расположенных в порядке возрастания трудности и охватывающих содержание разделов и тем программы соответствующих вступительных испытаний.

На ответы по вопросам и задачам билета отводится **210 минут**.

Результаты испытаний оцениваются по **стобалльной** шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее чем через три рабочих дня.

4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Письменное испытание проводится по программе, базирующейся на основной образовательной программе бакалавриата по направлению

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Перечень разделов и тем дисциплины, включенные в письменное испытание

ДИСЦИПЛИНА: Термодинамика

Перечень разделов и тем

1. Особенности феноменологического подхода. Феноменологическая термодинамика.
2. Что изучает равновесная (классическая) термодинамика?
3. Что такое равновесный (квазистатический) процесс? Условие применимости приближения равновесных процессов.

4. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Микропараметры и макропараметры. Параметры состояния функции состояния. Термодинамический процесс.
5. Экстенсивные и интенсивные переменные.
6. Аксиома о термодинамическом равновесии. Флуктуации и процессы релаксации в термодинамических системах.
7. Внутренние и внешние параметры. Аксиома о существовании уравнений состояния и температуры.
8. Внутренняя энергия термодинамической системы.
9. Термомеханическая система и ее параметры состояния. Связь между внутренними и внешними параметрами при термодинамическом равновесии. Степени свободы термомеханической системы.
10. Работа и теплота как формы обмена энергией. Представления о природе теплоты (калорическая жидкость и движение молекул). Эквивалентность теплоты и работы. Преобразование работы в теплоту и теплоты в работу.
11. Закон сохранения энергии для термодинамической системы. Правило знаков для работы и теплоты. Первый закон термодинамики (дифференциальная и интегральная форма).
12. Второй закон термодинамики. Изменение энтропии в изолированной и открытой системах.
13. Статистический смысл энтропии. Статистическое истолкование второго закона термодинамики.
14. Третий закон термодинамики. Связь со статистическим смыслом энтропии. Следствие о недостижимости абсолютного нуля.
15. Основное уравнение термодинамики. Химический потенциал. Система аксиом и уравнений термодинамики систем в термодинамическом равновесии.
16. Термодинамические характеристические функции. Связь параметров состояния с характеристическими функциями. Соотношения взаимности Максвелла.
17. Теплоемкость. Связь теплоемкостей с энтропией и характеристическими функциями. Классификация теплоемкостей. Уравнение Майера.
18. Связь химического потенциала с функцией Гиббса.
19. Текущее равновесие. Гипотеза локального термодинамического равновесия. Дополнительные принципы и законы для систем при текущем равновесии.
20. Что такое термическое и калорическое уравнения состояния? Приведите примеры.
21. Термическое уравнение состояния в дифференциальной форме. Коэффициенты термического расширения, изотермической сжимаемости и термоупругости. Связь между ними. Нормальное и аномальное состояния вещества.
22. Термодинамическая устойчивость. Минимальность характеристических функций в устойчивом равновесии.
23. Устойчивость по отношению к механическим и тепловым флуктуациям и флуктуациям количества вещества.
24. Газовые законы (Шарля, Бойля–Мариотта, Гей-Люссака, Дальтона, Авогадро, Джоуля). Эмпирическая температура. Термические и калорические уравнения состояния для газов.
25. Идеальный газ. Определение в рамках феноменологической термодинамики и молекулярно-кинетической теории. Термическое и калорическое уравнения состояния. Теплоемкости. Закон Майера.
26. Смеси идеальных газов. Парциальное давление и объем. Средняя (кажущаяся) молярная масса и газовая постоянная. Мольные, объемные и массовые доли. Теплоемкость смеси. Парадокс Гиббса.
27. Энтропия идеального газа. Показатель адиабаты.
28. Политропные процессы для идеального газа. Уравнение. Показатель политропы. Теплоемкость, работа, теплота и изменение внутренней энергии. Изопротропы.
29. Термодинамический цикл. Термический КПД цикла. Обратимость и необратимость процессов и циклов.

30. Цикл Карно. Теорема Карно. Условия равновесного обмена теплотой и работой между телами.
31. Построение температурных шкал. Шкала Цельсия. Идеальногазовая температура. Абсолютная температура и шкала Кельвина.
32. Построение обобщенного термодинамического цикла теплового двигателя с газообразным рабочим телом. Индикаторная диаграмма двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Обобщенный цикл ДВС.
33. Сжатие газа в компрессоре. Индикаторная диаграмма и обобщенный цикл компрессора. Цикл идеального компрессора.
34. Обратный термодинамический цикл. Обратные циклы Карно для холодильной машины и теплового насоса. Холодильный и отопительный коэффициенты.
35. Первый закон термодинамики для закрытой системы с химическими превращениями. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические уравнения. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования веществ.
36. Связь между тепловыми эффектами при $p = \text{const}$ и $v = \text{const}$.
37. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Тепловые эффекты при неизотермических условиях.
38. Химическое сродство. Зависимость от температуры.
39. Условия химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия.
40. Зависимость константы равновесия от температуры.
41. Принцип Ле-Шателье для химически реагирующих систем.
42. Химические реакции при низких температурах. Поведение характеристических функций, теплоемкостей и энтропии вблизи абсолютного нуля. Вырождение идеального газа. Тепловая теорема Нернста и ее связь с третьим законом термодинамики.
43. Начало отсчета энтропии.
44. Диаграмма состояния реального вещества.
45. Отличие реальных газов от идеального. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Область неустойчивых состояний. Правило рычага.
46. Условия фазового равновесия. Правило фаз.
47. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Кривые фазового равновесия.
48. Фазовые переходы второго рода. Связь между изменениями теплофизических свойств.
49. Фазовое равновесие в двухкомпонентных смесях. Азеотропия. Эвтектика.
50. Диаграммы в координатах $p - v$, $s - T$ и $s - h$. Области жидкости, влажного пара и перегретого пара. Изображение изопроцессов на диаграммах.
51. Циклы паросиловых установок (Карно, Ренкина, регенеративный, бинарный).
52. Вопрос для самостоятельного изучения: Процессы и свойства влажного воздуха и $h-d$ -диаграмма.
53. Первый закон термодинамики для стационарной открытой системы. Располагаемая работа.
54. Скорость распространения малых возмущений в упругой среде (скорость звука).
55. Уравнение энергии для стационарного одномерного потока (уравнение обращения воздействий). Закон обращения воздействий.
56. Адиабатное истечение из неограниченного объема. Сопло Лаваля. Тепловое сопло. Распределение параметров в потоке. Воздействие технической работой. Влияние трения.
57. Дросселирование газов и паров. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффекты. Кривая инверсии.
58. Тепловое излучение. Характеристики (интенсивность, объемная плотность энергии). Уравнение состояния. Давление излучения. Абсолютно черное тело. Функция Планка.
59. Закон Стефана–Больцмана.
60. Энтропия теплового излучения, адиабатический процесс, теплоемкость.
61. Термодинамические соотношения для чистых жидкостей и твердых тел.

62. Производство энтропии (определение). Обобщенные силы и потоки. Формула Онсагера для производства энтропии. Линейные феноменологические уравнения, связывающие потоки и силы (по Онсагеру).
63. Производство энтропии при теплопроводности. Связь с законом Фурье. Выражение для феноменологического коэффициента.
64. Производство энтропии при протекании тока. Связь с законом Ома. Выражение для феноменологического коэффициента.
65. Производство энтропии при диффузии. Связь с законом Фика. Выражение для феноменологического коэффициента.
66. Производство энтропии при протекании химической реакции.
67. Условие положительности производства энтропии. Соотношение между диагональными и перекрестными феноменологическими коэффициентами (для системы с двумя неравновесными процессами).
68. Принцип симметрии.
69. Анализ термоэлектрической системы. Эффекты Зеебека и Пельтье.
70. Анализ теплопроводности. Вывод уравнения теплопроводности из баланса энтропии.

Основная учебная литература

1. Техническая термодинамика. Учебник для ВУЗов / Под ред. В.И. Крутова. 3-е изд. М.: Высшая школа, 1991.
2. Базаров И.П. Термодинамика: Учебник для вузов. М: Высшая школа, 1983.
3. Исаев С.И. Термодинамика: Учебник, М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
4. Пригожин И. Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. (Пер. с англ.) М.: Мир, 2002.
5. Тер Хаар Д., Вегерланд Г. Основы термодинамики. М.: Вузовская книга, 2006.
6. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена// Под ред. В.И. Крутова и Г.Б. Петражицкого. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

Дополнительная учебная литература

1. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей.- М.: Наука, 1972.
2. Гухман А.А. Введение в теорию подобия.- М.: Высшая школа, 1973.
3. Хвезюк В.И. Статистическая термодинамика, М: Инженер, 2002.
4. Исаев С.И. Термодинамика, М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Статистическая физика, ч.2. т. т. IX. М.: Физматлит, 2002.
6. Теплотехника. Учебник для ВУЗов (под ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
7. Андриющенко А.И. Основы термодинамики циклов теплосиловых установок: Уч. пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985.

Авторы программы:

В.И. Хвесьюк, д.т.н., профессор

А.Ю. Чирков, д.ф.-м.н., доцент

Декан факультета Э



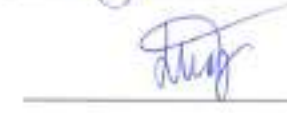
А.А. Жердев

Заведующий кафедрой Э6



В.И. Хвесьюк

Начальник отдела магистратуры



Б.П. Назаренко