

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования Российской Федерации**

Петрозаводский государственный университет
Кольский филиал

Горный факультет

Кафедра горного дела и обогащения

Бекетова Елена Борисовна

Решения задач размещены на сайте zadachi24.ru

ТЕРМОДИНАМИКА

Рабочая программа
и методические указания
к выполнению контрольных заданий
для студентов заочной формы обучения специальности:

- 130403 – Открытые горные работы;
- 130404 – Подземная разработка месторождений полезных ископаемых;
- 130405 – Обогащение полезных ископаемых.

Составитель: Бекетова Е.Б., доцент кафедры физики горных процессов и геофизики горного факультета КФ ПетрГУ, канд. техн. наук.

Рабочая программа и методические указания разработаны в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению «Горное дело», с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальностям: 130403 – Открытые горные работы, 130404 – Подземная разработка месторождений полезных ископаемых и 130405 – Обогащение полезных ископаемых.

Протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 2008 г.

Зав. кафедрой, профессор, д.т.н.

Мельников Николай Николаевич

Автор программы:

доцент, к.т.н. Бекетова Елена Борисовна

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания	4
Рабочая программа	6
Минимум содержания и объем дисциплины в соответствии с ГОС ВПО	6
Разделы дисциплины, виды занятий и бюджет времени студента.....	6
Программа учебного курса «Термодинамика».....	6
Раздел 1. Введение. Основные законы термодинамики	6
Раздел 2. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах	6
Раздел 3. Химическая термодинамика	6
Раздел 4. Тепловые свойства веществ.....	7
Раздел 5. Статистическое описание макросистем.....	7
Раздел 6. Квазитермодинамическая теория флуктуации	7
Раздел 7. Тепло- и массоперенос. Термодинамика потока	7
Раздел 8. Малые отклонения от равновесия, соотношения Онзагера.....	7
Раздел 9. Производство энтропии в стационарных неравновесных состояниях	7
Раздел 10. Образование диссипативных структур	7
Раздел 11. Синергетика.....	7
Раздел 12. Термодинамические процессы в горном производстве	8
Контрольные задания	8
Пояснение к учебному графику студента-заочника горного факультета КФ Петр ГУ	8
Контрольная работа.....	8
Теоретическая часть.....	8
Вопросы.....	9
Задачи	10
Вопросы для подготовки к экзамену	13

Общие методические указания

Учебная дисциплина «Термодинамика» является дисциплиной общепрофессионального цикла в структуре основной профессиональной образовательной программы горных специальностей. Она предусматривает изучение превращения энергии в различных процессах, сопровождающихся тепловыми эффектами, способов превращения теплоты в механическую работу, теории и принципа работы тепловых двигателей.

Учебно-методические материалы находятся в полном соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления «Горное дело». На основании полученных знаний по дисциплине «Термодинамика», студент должен, во-первых, уметь применять законы термодинамики и теплопередачи при изучении смежных дисциплин и в последующей профессиональной деятельности. Во-вторых, специалист должен уметь проектировать и руководить работами по регулированию теплового режима шахт, замораживанию пород при строительстве подземных сооружений, термическому бурению и расширению скважин, оттаиванию горных пород, сушке руд и концентратов и другими технологическими процессами горного производства, связанными с тепловым воздействием. В результате изучения дисциплины **студент должен знать:**

- основные законы термодинамики;
- условия равновесия и фазовые переходы в термодинамических системах;
- тепло- и массоперенос;
- принципы образования диссипативных структур.

Владеть:

- методами расчета основных параметров тепловых процессов.

Целью изучения дисциплины является получение студентом комплекса знаний о законах и закономерностях прикладной и технической термодинамики для усвоения дисциплин, изучаемых в последующем: безопасность жизнедеятельности; разрушение горных пород взрывом; термодинамические процессы горного производства; аэрология на горных предприятиях; обогащение полезных ископаемых; строительство подземных сооружений и шахт и др.

Для достижения поставленной цели в процессе изучения дисциплины решаются следующие **задачи:**

- приобретение знаний теплотехнической терминологии, законов получения и преобразования энергии, методов анализа эффективности способов использования теплоты;
- умение производить расчеты термодинамических процессов,
- проведение анализа термодинамических процессов в горном производстве.

Аудиторные занятия включают в себя слушание лекций и выполнение практических заданий. Самостоятельная работа студентов является важной и ответственной частью изучения курса, существенно дополняющей аудиторные занятия. Это, в первую очередь, предполагает приобретение (наличие) навыков самостоятельной работы с учебно-методической и научной литературой, а также обоснованность принятия решений на предметно-практическом уровне.

Базовыми дисциплинами, закладывающими методико-логический фундамент для построения теоретических основ термодинамики, являются физика, математика, химия, теоретическая и прикладная механика. Физика в одном из своих основных фундаментальных разделов, включающих в себя молекулярно-кинетическую теорию, термодинамику, элементы статистической физики, закладывает основные понятия и подходы теоретической термодинамики. Математика снабжает ее аппаратом построения формализованных цепочек для вывода необходимых закономерностей и зависимостей и т.д.

Для изучения курса студентам рекомендуется следующая литература:

1. Базаров И.П. Термодинамика, - М., Высш. шк. 1983.-344с.
2. Булах А.Г. Методы термодинамики в минералогии. - Л. Недра, 1974 - 184. с.
3. 5.Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах, М., Недра,1983, –312с.

4. Серова Ф.Г., Янкина А.А. Сборник задач по термодинамике. - М.: Просвещение, 1976. - 160с.
5. Вукалович М.П. , Новиков И.И. Термодинамика. - М.: Машиностроение, 1972. - 67с.

Дополнительная литература

1. Путилов К.А. Термодинамика. – М.: Наука, 1971. – 375с.
2. Беккер Р. Теория теплоты. – М.: Энергия, 1974. – 504с.
3. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1976. – 447с.
4. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. – М.: Наука, 1973. – 423с.

Рабочая программа

Минимум содержания и объем дисциплины в соответствии с ГОС ВПО

Основные законы термодинамики; равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах; химическая термодинамика; тепловые свойства веществ; статистическое описание макросистем; квазитермодинамическая теория флуктуаций; тепло- и массоперенос; термодинамика потока; малые отклонения от равновесия, соотношения Онзагера; производство энтропии в стационарных неравновесных состояниях; образование диссипативных структур; синергетика; термодинамические процессы в горном производстве

Разделы дисциплины, виды занятий и бюджет времени студента

Наименование темы	Всего часов	Лекции	Прак. раб.	Сам. раб.
1. Введение. Основные законы термодинамики	10	1.5	0.5	8
2. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах	9.5	0.5	1	8
3. Химическая термодинамика	9.5	0.5	1	8
4. Тепловые свойства веществ	8.5	0.5		8
5. Статистическое описание макросистем	8.5	0.5		8
6. Квазитермодинамическая теория флуктуаций	8.5	0.5		8
7. Тепло- и массоперенос. Термодинамика потока	10	1	1	8
8. Малые отклонения от равновесия, соотношения Онзагера	8.5	0.5		8
9. Производство энтропии в стационарных неравновесных состояниях	9.5	0.5	1	8
10. Образование диссипативных структур	9	0.5	0.5	8
11. Синергетика	8.5	0.5		8
12. Термодинамические процессы в горном производстве	10	1	1	8
Всего часов	110	8	6	96

Программа учебного курса «Термодинамика»

Раздел 1. Введение. Основные законы термодинамики

Термодинамические системы, параметры и равновесие. Исходные положения термодинамики. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Равновесные и неравновесные процессы. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота.

Первое начало термодинамики. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Энтальпия и энтропия. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Возрастание энтропии в необратимых процессах. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл и теорема Карно.

Раздел 2. Равновесие и фазовые переходы в термодинамических системах

Условия равновесия термодинамической системы. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Условия устойчивости равновесия однородной системы. Принцип Ле Шателье – Брауна

Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.

Раздел 3. Химическая термодинамика

Химический потенциал. Условия равновесия сложных систем. Фазовое равновесие, фазовая P - T диаграмма. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа.

Раздел 4. Тепловые свойства веществ

Основное уравнение. Удельная и молярная теплоемкость вещества. Молярная теплоемкость при постоянном давлении. Уравнение Майера. Молярная теплоемкость при постоянном объеме.

Раздел 5. Статистическое описание макросистем

Термодинамическое равновесие. Внешние и внутренние параметры Термодинамическое равновесие с молекулярной точки зрения. Основное положение классической статистики. Микроканоническое распределение. Термодинамические функции и термодинамические равенства. Применение классической статистики к идеальному одноатомному газу. Распределение Максвелла – Больцмана для систем с аддитивной энергией. Давление как внешний параметр Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Применение классической статистики к вопросу о теплоемкости газов. Теплоемкость твердых тел. Применение классической статистики к излучению. Силы взаимодействия молекул. Уравнение состояния неидеального газа.

Раздел 6. Квазитермодинамическая теория флуктуации

Флуктуации объема, занятого газом или жидкостью. Предел чувствительности газового термометра. Флуктуации плотности и рассеяние света в жидкостях и реальных газах. Вычисление флуктуаций величин, рассматриваемых как функции положения в пространстве. Применение к теории рассеяния света.

Раздел 7. Тепло- и массоперенос. Термодинамика потока

Основные понятия и законы теории теплообмена. Классификация процессов теплообмена. Основные термины теории теплообмена. Основные законы теплообмена. Теплопроводность. Способность тел проводить тепло. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности в задачах теплопроводности. Массообменные процессы. Диффузионный пограничный слой. Массопроводность, массоотдача, массопередача. Критериальные уравнения массоотдачи.

Потоки и действующие силы. Связанные потоки. Уравнение для потока энергии. Уравнение для потока вещества

Раздел 8. Малые отклонения от равновесия, соотношения Онзагера

Неравновесные процессы энергопередачи и диффузии. Принцип линейности. Принцип взаимности кинетических коэффициентов.

Раздел 9. Производство энтропии в стационарных неравновесных состояниях

Введение в термодинамику необратимых процессов. Изменение энтропии. Статистическое толкование энтропии. Принцип возрастания энтальпии. Принцип минимума производства энтропии.

Раздел 10. Образование диссипативных структур

Общая характеристика открытых систем. Диссипативные структуры.

Раздел 11. Синергетика

Основные понятия и положения синергетики. Самоорганизация различных систем. Примеры самоорганизации различных систем: физические системы - ячейки Бенара, лазер, как самоорганизующаяся система; химические системы – реакция Белоусова – Жаботинского; биологические системы; социальные системы. Синергетика в управлении состоянием массива горных пород

Раздел 12. Термодинамические процессы в горном производстве

Фазовые переходы в горных породах. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры. Тепловое расширение и остаточные температурные деформации в горных породах. Упругие свойства горных пород при изменении температуры. Прочностные свойства. Определение характера распределения температурного поля в горных породах при различных термодинамических процессах горного производства

Контрольные задания

Пояснение к учебному графику студента-заочника горного факультета КФ Петр ГУ

1. Основным видом занятий студента заочника является самостоятельная работа, в процессе которой студент имеет право пользоваться устными консультациями.

2. Выполнение контрольных работ является обязательным для каждого студента-заочника и выполняется **в объеме школьной тетради в рукописном виде**. Текстовая часть излагается в произвольной форме как связанный текст и сопровождается в необходимых случаях схемами, графиками, чертежами в виде рисунков. Ответы на вопросы должны быть четкими, лаконичными. Работа, выполненная небрежно, в печатном виде, неграмотно или не по своему варианту, к рецензированию не принимается. Текст следует писать разборчиво, оставлять поля для замечаний рецензента, страницы нумеровать.

В конце контрольной работы должен быть приведен список использованной литературы с указанием фамилии и инициалов автора/авторов, места издания, издательства, год издания, количество страниц.

3. К началу лабораторно-экзаменационной сессии контрольная работа за текущий семестр должна быть выполнена и сдана в деканат заочного отделения. Во время сессии деканат заочного отделения не принимает контрольную работу от студентов, а преподаватель их не рецензирует. Рецензию на зачтенную контрольную работу студент обязан иметь при себе при сдаче экзамена.

4. На обложке каждой работы в обязательном порядке следует четко писать: наименование дисциплины, фамилию, имя, отчество (полностью), шифр (например, АОГР 06/-5.5-XXXX, где 06 – год поступления, 5.5 – срок обучения, XXXX – номер зачетной книжки) и дату выполнения контрольной работы.

5. Студенты, прибывшие на экзаменационную сессию, должны обязательно пройти собеседование по дисциплине. Целью такого собеседования является определение степени подготовки студента к сдаче экзамена. Собеседование преподавателя со студентом осуществляется на основе зачтенных контрольных работ. Студент, не прошедший собеседование, к сдаче экзамена не допускается.

6. Во время экзамена студенты могут пользоваться с разрешения экзаменатора справочной литературой и другими пособиями.

Контрольная работа

При изучении курса «Термодинамика» студент должен выполнить одну контрольную работу: ответить письменно на четыре теоретических вопроса и решить пять задач. Условия задач и номера теоретических вопросов выбираются в соответствии с двумя последними цифрами учебного шифра студента.

Теоретическая часть

Ответить письменно на вопросы, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов по последней цифре шифра	10, 20	1, 11	2, 12	3, 13	4, 14	5, 15	6, 16	7, 17	8, 18	9, 19
Номера вопросов по предпоследней цифре шифра	30, 40	21, 31	22, 32	23, 33	24, 34	25, 35	26, 36	27, 37	28, 38	29, 39

Вопросы

1. Какие условия необходимо соблюдать, чтобы термодинамический процесс был обратимым? Что является причиной необратимости реальных термодинамических процессов?
2. Почему внутреннюю энергию, энтальпию и энтропию рабочего тела называют параметрами или функциями состояния, а теплоту и работу функциями процесса?
3. В чем сущность 1-го закона термодинамики? Напишите уравнение первого закона термодинамики, объясните входящие в него величины.
4. В чем сущность второго закона термодинамики?
5. Приведите основные формулировки второго закона термодинамики и дайте его аналитическое выражение для обратимых и необратимых процессов. Покажите, что цикл Карно является наивыгоднейшим в заданном интервале температур.
6. Покажите, что изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы являются частными случаями политропного процесса.
7. Пользуясь уравнениями первого закона термодинамики для потока и для закрытой системы, покажите, за счет чего совершаются все виды работы рабочего тела в потоке.
8. Для чего применяется сопло Лаваля? Изобразите схематически это сопло. Как меняются давление и скорость газа вдоль сопла?
9. Что называется критическим давлением и критической скоростью истечения? В каких случаях применяются сужающиеся сопла и комбинированные сопла Лаваля?
10. Фазовые переходы в горных породах. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.
11. Приведите определение удельной массовой, объемной и мольной теплоемкостей. Истинная и средняя теплоемкости. Напишите уравнение количества теплоты.
12. Приведите уравнение работы в произвольном процессе и покажите, что работа является функцией процесса.
13. Приведите определение идеального и реального газа. Основные законы идеальных газов.
14. Приведите определение удельной газовой постоянной и универсальной газовой постоянной, в каких единицах они выражаются. Поясните физический смысл газовой постоянной.
15. Что такое теплоемкость при постоянном давлении и теплоемкость при постоянном объеме? Почему теплоемкость газа при постоянном давлении больше теплоемкости при постоянном объеме?
16. Изобразите в диаграммах $P-V$ и $T-S$ процесс парообразования для водяного пара и объясните характерные области, линии и точки, нанесенные на них.
17. Какие величины связывает между собой уравнение Клапейрона - Клаузиуса?
18. Чем характерны критическая и тройная точки? Каковы значения их параметров для воды?
19. Какой пар называется сухим насыщенным? Изобразите на диаграммах $P-V$, $T-S$ и $h-S$ обратимый адиабатный процесс расширения перегретого пара до состояния сухого насыщенного пара. Дайте необходимые пояснения.
20. Упругие свойства горных пород при изменении температуры. Прочностные свойства.
21. Как изменяется теплота парообразования с увеличением давления? Как посчитать теплоту парообразования?
22. Изобразите теоретическую индикаторную диаграмму поршневого компрессора для случая изотермического и адиабатного сжатия. Покажите на ней площади, которыми изображаются

- работы наполнения, сжатия и выталкивания. Для чего применяется охлаждение компрессора?
23. Изобразите идеальный цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом тепла в $P-V$ и $T-S$ диаграммах. От чего зависит к.п.д. этого цикла?
 24. Изобразите идеальный цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом тепла в $P-V$ и $T-S$ диаграммах. От чего зависит к.п.д. этого цикла?
 25. Приведите принципиальную схему паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, изобразите этот цикл в координатах $P-V$ и $T-S$.
 26. Как влияют начальные и конечные параметры на термический КПД цикла Ренкина?
 27. Что такое промежуточный перегрев пара и для чего он применяется? Приведите принципиальную схему этой установки. Дайте необходимые пояснения?
 28. Перечислите основные виды теплообмена. Напишите формулу Фурье для однослойной, однородной плоской стенки.
 29. Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности, и в каких единицах он измеряется? Как подсчитать количество теплоты, передаваемое теплопроводностью через однородную цилиндрическую стенку.
 30. Как подсчитать количество теплоты, передаваемое теплопроводностью через многослойную плоскую и цилиндрическую стенку.
 31. Напишите формулу Ньютона для конвективного теплообмена между жидкостью и стенкой, омываемой этой жидкостью. Какой физический смысл имеет коэффициент теплоотдачи?
 32. Какие существуют виды движения жидкости и в чем их сущность?
 33. Какими свойствами обладают коэффициенты взаимности Онзагера?
 34. Дайте общую характеристику открытых систем. Что такое диссипативные структуры?
 35. Флуктуации плотности и рассеяние света в жидкостях и реальных газах. Вычисление флуктуации величин, рассматриваемых как функции положения в пространстве
 36. Основные понятия и положения синергетики. Самоорганизация различных систем.
 37. Примеры самоорганизации различных систем: физические системы – ячейки Бенара, лазер, как самоорганизующаяся система;
 38. Примеры самоорганизации различных систем: химические системы – реакция Белоусова – Жаботинского; биологические системы; социальные системы.
 39. Синергетика в управлении состоянием массива горных пород.
 40. Применение классической статистики к идеальному одноатомному газу. Распределение Максвелла – Больцмана для систем с аддитивной энергией.

Задачи

При выполнении второй части контрольной работы рекомендуется придерживаться следующих требований:

1. Переписать полностью условие задачи своего варианта. Параметры выбираются из таблиц по последней и предпоследней цифрам шифра.
2. При решении задачи, пояснить словами вычисляемую величину, привести соответствующую формулу, найти неизвестную величину в буквенном и числовом выражениях.
3. Для каждой найденной величины надо указать единицы измерения и проделать действия над размерностями (невыполнение этого требования равносильно ошибке).
4. Вычисления производить с точностью до третьей значащей цифры. Графики должны быть построены в масштабе, желательно на миллиметровой бумаге.
5. В ответах результаты решения должны быть представлены в единицах СИ.
6. Если при решении задачи какая-либо величина берется из таблицы, то надо назвать источник с указанием автора.

Задача 1. В резервуар объемом V компрессором нагнетается воздух. Начальное избыточное давление воздуха P_1 , а начальная температура его T_1 . Конечное избыточное давление и температура воздуха соответственно равны P_2 и T_2 . Определить массу воздуха, поступившего в резервуар, если давление внешней среды равно $P_{бар}$. Параметры выбрать из таблицы 2.

Таблица 2

Варианты и исходные данные										
Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра										
$V, \text{ м}^3$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$P_1, \text{ МПа}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$T_1, \text{ }^\circ\text{C}$	7	17	27	37	47	57	17	27	37	47
Предпоследняя цифра шифра										
$P_2, \text{ МПа}$	3	4	10	5	6	7	8	9	2	6
$T_2, \text{ }^\circ\text{C}$	27	47	57	67	87	77	47	67	57	67
$P_{бар}, \text{ мм.рт.ст.}$	700	710	720	730	740	750	760	770	780	710

Задача 2. Рассчитать смешанный цикл двигателя внутреннего сгорания, т. е. найти параметры P , V и T для характерных точек цикла, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии, а также работу в отдельных процессах и цикле. Определить также степень предварительного расширения, степень повышения давления и термический КПД цикла. Параметры выбрать из таблицы 3.

Дополнительные данные для расчета: начальный объем – $V_1 = 0.001 \text{ м}^3$; количество теплоты, подводимой в изобарном процессе – $Q_p = 1.05 \text{ кДж}$; количество теплоты, подводимой в изохорном процессе – $Q_v = 0.65 \text{ кДж}$; удельные теплоемкости – $c_p = 1.15 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, $c_v = 0.85 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$; показатель адиабаты $\gamma = 1.4$; удельная газовая постоянная $R = 0.330 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$. Степень сжатия ε .

Изобразить цикл в P – V и T – S диаграммах.

Таблица 3

Варианты и исходные данные										
Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра										
$P_1, \text{ МПа}$	0.08	0.085	0.09	0.1	0.11	0.12	0.095	0.085	0.08	0.09
$T_1, \text{ }^\circ\text{C}$	57	47	77	87	97	67	87	77	67	57
Предпоследняя цифра шифра										
ε	16	14	15	17	18	14.5	15.5	16.5	17.5	16

Задача 3.

а) Вычислить количество тепла, необходимое для нагревания воздуха от 0°C до T_2 при постоянном объеме, если первоначально он находился при атмосферном давлении и занимал объем V .

б) Какое количество тепла потребуется для нагревания воздуха от 0°C до T_2 при постоянном давлении, если начальный объем был равен V ?

в) Пусть воздух находится в термически изолированной комнате объемом V . В комнате имеется небольшое отверстие, через которое воздух может просачиваться наружу, где давление равно 1 атм. Какое количество тепла необходимо подвести в комнату, чтобы температура медленно увеличивалась от 0°C до T_2 ? Теплоемкость воздуха считать постоянной. Физические характеристики воздуха: показатель адиабаты $\gamma = 1.4$; удельная теплоемкость $c_p = 0.238 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$; плотность воздуха при 0°C $\rho = 1.29 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$.

Параметры выбрать из таблицы 4.

Таблица 4

Варианты и исходные данные										
Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра										
$V, \text{ м}^3$	27	40	30	35	26	33	36	25	13	19
Предпоследняя цифра шифра										
$T_2, ^\circ\text{C}$	20	25	22	21	19	27	18	23	28	15

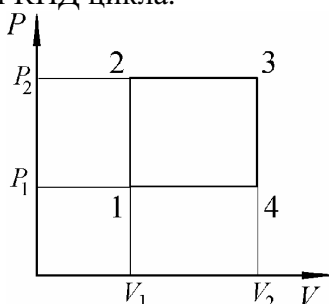
Задача 4. Поверхность нагрева состоит из плоской стальной стенки толщиной δ . По одну сторону стенки движется горячая вода, средняя температура которой $T_{ж1}$, по другую – вода со средней температурой $T_{ж2}$ или воздух, средняя температура которого $T_{в2}$. Определить для обоих случаев плотность теплового потока q ($\text{Вт}/\text{м}^2$) и коэффициент теплопередачи, а также значения температур на обеих поверхностях стенки. Найти изменение удельного теплового потока Δq для первого случая, если с каждой стороны стальной стенки появится накипь толщиной в 1 мм. Коэффициенты теплопроводности стали $\lambda_{ст} - 45 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, а накипи $\lambda_{нак} - 0.6 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Коэффициенты теплоотдачи для горячей воды к стенке для обоих случаев α_1 , от стенки к воде $\alpha_{ж2}$, а от стенки к воздуху $\alpha_{в2}$. Параметры выбрать из таблицы 5.

Параметры выбрать из таблицы 5.

Таблица 5

Варианты и исходные данные										
Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра										
$\delta, \text{ мм}$	5	8	7	4	6	5	4	7	8	6
$T_{ж1}, ^\circ\text{C}$	110	120	130	105	125	115	135	110	120	125
$T_{ж2}, ^\circ\text{C}$	60	50	65	45	55	40	60	50	55	55
$T_{в2}, ^\circ\text{C}$	25	30	35	20	30	25	30	25	30	55
Предпоследняя цифра шифра										
$\alpha_{ж1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$	2000	1900	1800	2100	2200	2050	2150	1850	1950	2250
$\alpha_{ж2}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$	1250	1150	1200	1050	1100	1000	1150	1100	1100	1250
$\alpha_{в2}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$	18	20	25	22	25	18	20	24	25	20

Задача 5. Один моль одноатомного идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого, состоящий из двух изохор и двух изобар, представлен на рисунке. Температуры в точках 1 и 3 равны T_1 и T_3 . Известно, что точки 2 и 4 лежат на одной изотерме. Определите работу, совершенную газом за цикл и КПД цикла.



Параметры выбрать из таблицы 6.

Таблица 6

Варианты и исходные данные										
Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра										
$T_1, \text{ К}$	400	330	290	370	420	490	390	420	440	460
Предпоследняя цифра шифра										
$T_3, \text{ К}$	900	750	660	840	950	1110	880	950	990	1050

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Термодинамические системы, параметры и равновесие
2. Исходные положения термодинамики.
3. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты.
4. Равновесные и неравновесные процессы.
5. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота.
6. Первое начало термодинамики.
7. Основные термодинамические процессы и их уравнения.
8. Энтальпия и энтропия.
9. Второе начало термодинамики.
10. Третье начало термодинамики.
11. Обратимые и необратимые процессы.
12. Возрастание энтропии в необратимых процессах.
13. Тепловые двигатели и холодильные машины.
14. Цикл и теорема Карно.
15. Условия равновесия термодинамической системы.
16. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы.
17. Условия устойчивости равновесия однородной системы. Принцип Ле Шателье – Брауна
18. Классификация фазовых переходов.
19. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.
20. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
21. Химическая термодинамика
22. Химический потенциал.
23. Условия равновесия сложных систем.
24. Фазовое равновесие, фазовая P - T диаграмма.
25. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа.
26. Удельная и молярная теплоемкость вещества.
27. Молярная теплоемкость при постоянном давлении.
28. Уравнение Майера.
29. Молярная теплоемкость при постоянном объеме.
30. Термодинамическое равновесие. Внешние и внутренние параметры
31. Термодинамическое равновесие с молекулярной точки зрения.
32. Основное положение классической статистики.
33. Микроканоническое распределение.
34. Термодинамические функции и термодинамические равенства.
35. Применение классической статистики к идеальному одноатомному газу.
36. Распределение Максвелла – Больцмана для систем с аддитивной энергией. Давление как внешний параметр
37. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.
38. Применение классической статистики к вопросу о теплоемкости газов.
39. Теплоемкость твердых тел.
40. Применение классической статистики к излучению.
41. Силы взаимодействия молекул. Уравнение состояния неидеального газа.
42. Флуктуации объема, занятого газом или жидкостью.
43. Предел чувствительности газового термометра.
44. Флуктуации плотности и рассеяние света в жидкостях и реальных газах.
45. Вычисление флуктуации величин, рассматриваемых как функции положения в пространстве. Применение к теории рассеяния света.
46. Основные понятия и законы теории теплообмена.
47. Классификация процессов теплообмена.

48. Основные термины теории теплообмена.
49. Основные законы теплообмена.
50. Теплопроводность. Способность тел проводить тепло.
51. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
52. Условия однозначности в задачах теплопроводности.
53. Массообменные процессы. Диффузионный пограничный слой.
54. Массопроводность, массоотдача, массопередача. Критериальные уравнения массоотдачи.
55. Потoki и действующие силы. Связанные потоки. Уравнение для потока энергии. Уравнение для потока вещества.
56. Неравновесные процессы энергопередачи и диффузии.
57. Принцип линейности. Принцип взаимности кинетических коэффициентов.
58. Введение в термодинамику необратимых процессов.
59. Изменение энтропии. Статистическое толкование энтропии.
60. Принцип возрастания энтальпии. Принцип минимума производства энтропии.
61. Общая характеристика открытых систем. Диссипативные структуры.
62. Основные понятия и положения синергетики. Самоорганизация различных систем.
63. Примеры самоорганизации различных систем: физические системы - ячейки Бенара, лазер, как самоорганизующаяся система.
64. Примеры самоорганизации различных систем: химические системы – реакция Белоусова – Жаботинского;
65. Примеры самоорганизации различных систем: биологические системы; социальные системы.
66. Синергетика в управлении состоянием массива горных пород.
67. Фазовые переходы в горных породах.
68. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.
69. Тепловое расширение и остаточные температурные деформации в горных породах.
70. Упругие свойства горных пород при изменении температуры.
71. Прочностные свойства.
72. Определение характера распределения температурного поля в горных породах при различных термодинамических процессах горного производства