ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Иркутский государственный университет путей сообщения
Сибирский колледж транспорта и строительства

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине для цикла общепрофессиональных дисциплин
ОП.12 Термодинамика

для специальности 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

базовая подготовка
среднего профессионального образования

Иркутск 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

РАССМОТРЕНО: Цикловой методической комиссией технической механики и электротехнических дисциплин «08» июня 2022 г. Председатель: /Эмерсали Н.Б.	УТВЕРЖДАЮ: Заместитель директора по УВР _____ /А.П.Ресельс «09» июня 2022 г.

Фонды оценочных средств учебной дисциплины разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП.12. «Термодинамика», специальности среднего профессионального образования 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» от 12 мая 2014 г. приказ № 484.

Является частью ППССЗ образовательного учреждения.

СОДЕРЖАНИЕ

№п/п	Наименование раздела	стр.
1.	Типы, виды, традиционные формы контроля, критерии оценивания	4
2.	Паспорт фонда оценочных средств	5
3.	Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания	7
4.	Программа контрольно-оценочных мероприятий, за период изучения по дисциплине	9
5.	Фонды оценочных средств для текущего контроля	11
6.	Фонды оценочных материалов для промежуточной аттестации	14
7.	Литература	15

1 Типы, виды, традиционные формы контроля, критерии оценивания

1.1. Типы контроля успешности освоения ППССЗ обучающимися:
текущий контроль успеваемости;
промежуточная аттестация.

Текущий контроль успеваемости – это проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении всего срока обучения.

Промежуточная аттестация (зачет, дифференцированный зачет, экзамен (квалификационный)) - это оценка совокупности знаний, умений, практического опыта в целом и/или по разделам ППССЗ.

1.2. К традиционным формам контроля относятся:
собеседование
коллоквиум
зачет
экзамен (по дисциплине, экзамен (квалификационный), государственный итоговый экзамен)
тест
контрольная работа
эссе и иные творческие работы
реферат
отчет (по практикам, научно-исследовательской работе студентов и т.п.) выпускная квалификационная работа и др.

1.3. К видам контроля относятся:
письменные формы контроля;
устные формы контроля;
контроль с помощью технических средств и информационных систем.

Письменные формы контроля

Письменные работы могут включать: тесты, контрольные работы, эссе, рефераты, отчеты по практикам, по междисциплинарным проектам (деловой/ролевой игре, тренингу) и др. К каждой письменной работе должны быть указаны критерии оценки в процентах и/или в баллах.

1. Тест - форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины (терминологический аппарат, основные методы, информационные технологии, приемы, документы, компьютерные программы, используемые в изучаемой области и др.).

2. Контрольная работа - форма контроля для оценки знаний по базовым и вариативным дисциплинам всех циклов. Контрольная работа включает средние по трудности теоретические вопросы из изученного материала, типовые задачи/ задания/ казусы/ упражнения/ документ, решение/ выполнение/ заполнение которых предусмотрено в рабочей программе дисциплины.

3. Эссе - форма контроля, универсальная при формировании общих компетенций обучающегося при развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных умозаключений на основе изученного или прочитанного материала.

4. Реферат – форма контроля, используемая для привития обучающемуся навыков краткого, грамотного и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями.

5. Отчеты по практикам – форма контроля, позволяющая обучающемуся продемонстрировать обобщенные знания, умения и практический опыт, приобретенные за

время прохождения учебной и производственных практик. Отчеты по практикам позволяют контролировать в целом усвоение общих и профессиональных компетенций, обозначенных в ППССЗ.

Цель каждого отчета – осознать и зафиксировать общие и профессиональные компетенции, приобретенные в процессе обучения.

Устные формы контроля

Устный контроль осуществляется в индивидуальной и фронтальной формах.

1. Цель устного индивидуального контроля – выявление знаний, умений и навыков отдельных обучающихся. Дополнительные вопросы при индивидуальном контроле задаются при неполном ответе, если необходимо уточнить детали, проверить глубину знаний или же если у преподавателя возникают проблемы при выставлении отметки.

2. Устный фронтальный контроль (опрос) – требует серии логически связанных между собой вопросов по небольшому объему материала. При фронтальном опросе от обучающихся преподаватель ждет кратких, лаконичных ответов с места. Обычно он применяется с целью повторения и закрепления учебного материала за короткий промежуток времени.

Устные формы контроля представлены собеседованием, коллоквиумом, публичной защитой выполненной работы и др.

1. Собеседование – это интервью, цель которого выявить навыки, способности и все детали, которые интересуют обе стороны собеседования.

2. Коллоквиум – это разновидность устного экзамена, массового опроса, позволяющая преподавателю в сравнительно небольшой срок выяснить уровень знаний обучающихся целой группы по данному разделу курса. Коллоквиум проходит обычно в форме дискуссии, в ходе которой обучающимся предоставляется возможность высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему, учиться обосновывать и защищать ее. Аргументируя и отстаивая свое мнение, обучающийся в то же время демонстрирует, насколько глубоко и осознанно он усвоил изученный материал.

3. Публичная защита выполненной работы.

Контролируемые компетенции:

- способность к публичной коммуникации;
- навыки ведения дискуссии на профессиональные темы;
- владение профессиональной терминологией;
- способность представлять и защищать результаты самостоятельно выполненных исследовательских работ

При оценке компетенций должно приниматься во внимание формирование профессионального мировоззрения, определенного уровня культуры, этические навыки, другие значимые профессиональные и личные качества.

2 Паспорт фондов оценочных средств

В результате изучения учебной дисциплины ОП.12. «Термодинамика» обучающийся должен:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:
выполнять теплотехнические расчѐты: термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; расходов топлива, теплоты и пара на выработку энергии; коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; потерь теплоты через ограждающие конструкции зданий, изоляцию трубопроводов и теплотехнического оборудования; тепловых и материальных балансов, площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов;

определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздуховодов;
строить характеристики насосов и вентиляторов;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:
параметры состояния термодинамической системы, единицы измерения и соотношения между ними;
основные законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов, водяного пара и воды;
циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок;
основные законы теплопередачи;
физические свойства жидкостей и газов;
законы гидростатики и гидродинамики;
основные задачи и порядок гидравлического расчѐта трубопроводов;
виды, устройство и характеристики насосов и вентиляторов.

Обучающийся должен владеть сформированными компетенциями в соответствии с ФГОС СПО:

Код	*Наименование результата обучения*
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ПК 1.1	Осуществлять эксплуатацию и оценивать состояние оборудования и систем по показаниям приборов.
ПК 1.2	Рассчитывать режимы работы оборудования.

ПК 1.3	Осуществлять ремонтно-техническое обслуживание оборудования.
ПК 1.4	Выполнять дефектацию и ремонт узлов и деталей технологического оборудования.
ПК 2.2	Обеспечивать техническое обслуживание газонефтепроводов и газонефтехранилищ, контролировать их состояние.

Формами **текущего контроля учебной дисциплины** являются наблюдение, опрос, практические работы, самостоятельная работа.

Формой **промежуточной аттестации** по учебной дисциплине является выполнение всех практических работ, самостоятельных работ, итоговое тестирование.

3 Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений, обучающихся требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Результаты оценивания текущего контроля заносятся преподавателем в журнал и могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется следующая шкала: 5 (отлично), 4 (хорошо), 3 (удовлетворительно), 2 (неудовлетворительно).

Перечень оценочных средств представлен в нижеследующей таблице:

3.1 Перечень оценочных средств

№	*Наименование оценочного средства*	*Краткая характеристика оценочного средства*	*Представление оценочного средства в ФОС*
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Комплект вопросов для устного опроса обучающихся. Перечень вопросов к семинару. Задания для практического занятия. Вопросы для самостоятельного изучения. Вопросы по темам и разделам дисциплины.
2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Перечень тем для контрольных работ Комплект контрольных заданий по вариантам.
3	Реферат	Продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть	Перечень тем рефератов

		исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
5	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Комплект вопросов для устного опроса обучающихся. Вопросы по Темам и разделам Дисциплины.

3.2 Критерии и шкалы оценивания в результате изучения дисциплины при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации:

Шкалы оценивания	*Критерии оценивания*
5 (отлично)	Обучающийся правильно ответил на теоретические и практические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при выполнении упражнений, иных заданий. Ответил на все дополнительные вопросы.
4 (хорошо)	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы, показал хорошие знания в рамках учебного материала. Выполнил с небольшими неточностями практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при овладении учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при овладении учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

4. Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения по дисциплине

№	*Наименование контрольно-*	*Объект контроля (тема /компетенции)*	*Наименование оценочного средства*

	оценочного мероприятия			*(форма проведения)*
1	Текущий контроль	Тема 1 Введение в термодинамику. Определение и исторический очерк развития термодинамики.	ОК 1.- 9	Опрос, рабочая тетрадь, тестирование.
2	Текущий контроль	Тема Основы технической термодинамики. Термодинамическая система и термодинамический процесс. Внутренняя энергия. Теплота и работа.	ОК 1-9, ПК 1.1	Практическая и самостоятельная работа, опрос, рабочая тетрадь, тестирование.
3	Текущий контроль	Тема Основы теплообмена. Вынужденная и естественная конвекция. Основные уравнения конвективного теплообмена. Общая характеристика процессов теплопроводности. Постановка задачи теории теплопроводност.	ОК 1-9, ПК 1.1- 1.4	Практическая и самостоятельная работа, опрос, рабочая тетрадь, тестирование.
4	Текущий контроль	Тема Основные способы теплогенерации в промышленных установках. Определение и классификация топлива, Расчеты горения топлива. Генерация	ОК 1-9, ПК 1.1- 1.4, 2.2	Практическая и самостоятельная работа, опрос, рабочая тетрадь, тестирование.

		теплоты при приложении разности потенциалов к твердому рабочему телу. Генерация теплоты при приложении разности потенциалов к жидкому рабочему телу.		
19	Промежуточный контроль	Выполнение оценочного задания по промежуточной аттестации	ОК 1. – ОК 9. *ПК1.1-1.4 ПК2.2*	Экзамен

5. Фонды оценочных средств для текущего контроля

Термодинамическая система как объект исследования. ТД принцип аддитивности. Классы аддитивности.
2. Микроскопическое и макроскопическое описание.
Фазовое пространство. Фазовая траектория. Статистический ансамбль. Функция статистического распределения и ее свойства. Эргодичность.
3. ТД равновесие. Статистическая независимость. Квазизамкнутые системы. Флуктуации физических величин.
4. Теорема Лиувилля.
5. Постулат о микрокононическом распределении.
6. Квантовая статистика. Статистический оператор и его свойства.
7. Энтропия и статистический вес.
8.Термодинамические величины. Температура. Макроскопическое движение. Внешние воздействия. Адиабатический процесс. Давление.
Работа и количество тепла. Теплоемкость.
9. Термодинамические потенциалы.
10. Первый и второй закон термодинамики. Теорема Карно. Третий закон термодинамики и его следствия. Недостижимость абсолютного нуля температур. Поведение теплоемкости вблизи абсолютного нуля.
11. ТД неравенства. Принцип Ле Шателье-Брауна.
13 Методы охлаждения газов (процесс Джоуля-Томсона, расширение газа в пустоту и т.д.)
14. Термодинамика магнетиков. Магнитное охлаждение парамагнетиков. Магнитострикция. Термодинамика диэлектриков. Пьезоэффект.
15. Фазовые переходы. ТД системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Условия равновесия двух фаз. Классификация ФП. ФП 1-го рода. Формула КлайперонаКлаузиуса. Критическая точка. Условия равновесия трех фаз.
16. Фазовое равновесие гетерогенной системы с учетом сил поверхностного натяжения.
17. ФП 2-го рода. Уравнения Эренфеста.
18. Термодинамика ФП “проводник-сверхпроводник”.
19. Каноническое распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Примеры: классический и квантовый осциллятор, классический и квантовый ротатор.

20. Свободная энергия в распределении Гиббса.
21.Большое каноническое распределение Гиббса.
22.ТД эквивалентность канонических распределений.
23. Идеальный больцмановский газ. Распределение Больцмана.
Пределы применимости идеального больцмановского газа.
24.Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния.
25. Закон равнораспределения.
26. Теплоемкость двухатомного газа.
Вклад вращательных, колебательных и электронных степеней свободы.27. Учет взаимодействий ядерного спина и молекулярного вращения (орто- и пара-водород, ортои пара- дейтерий).
28. Статистическая теория равновесного излучения. Формула Планка для плотности равновесного излучения. Предельные случаи низких и высоких частот. Формулы Релея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Теплоемкость равновесного излучения. Давление равновесного излучения.
29. Теплоемкость твердых тел. Модель Дебая. Модель Эйнштейна. Закон Дюлонга-Пти.
30. Теория классических равновесных неидеальных систем.Учет молекулярного взаимодействия в системе. Потенциал Ленарда-Джонса. Уравнение состояния классического слабонеидеального газа. Вириальное разложение. Расчет первых поправок к основным ТД функциям газа Ван-дерВаальса.
31. Теория классических равновесных неидеальных систем. Системы с дальнодействием. Уравнение состояния полностью ионизованной плазмы. Расчет первых поправок к основным ТД функциям
32. Статистика Ферми-Дирака и статистика Бозе-Эйнштейна. Уравнение состояние слабовырожденного газа.
33. Ферми- газ при низких температурах. Электронный газ в металлах.
34. Бозе- газ при низких температурах. Бозе-Эйнштейновская конденсация.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Рассмотреть трехмерное движение квантовой частицы внутри куба с ребром l. Найти фазовый объем (и число квантовых состояний) частицы с энергией меньше заданной E0.
2. Найти объем N-мерной сферы с радиусом равным 1.
3. Определить число квантовых состояний плоского ротатора с энергией меньше заданной E0.
4. Определить число квантовых состояний одномерного квантового осциллятора с энергией меньше заданной E0.
5. Идеальный газ из N одинаковых одноатомных частиц занимает объем V. Найти фазовый объем системы и число классических состояний системы с энергией меньше заданной E0.
6. Рассмотреть одномерное движение квантовой частицы в ящике (l-линейный размер ящика). Определить число квантовых состояний частицы с энергией меньше заданной E0.
7. В цилиндре, закрытом поршнем с поперечным сечением σ, находится идеальный газ. Внешнее давление постоянно и равно P0. Внешняя сила поднимает поршень от высоты h1 до h2 адиабатически. Найти работу внешних сил.
8. Найти работу и количество тепла при расширении одного моля идеального газа по политропе от V1 до V2. Рассмотреть частные случаи изотермического и адиабатического процессов.
9. При некотором политропическом процессе давление и объем определенной массы кислорода меняется от значений P1=4 ат, V1=1 л до P2=1 ат, V2=2 л. Температура в начале процесса T1 = 500K. Какое количество тепла Q получил от окружающей среды газ? На сколько изменилась его внутренняя энергия и энтропия?
10. Обратимый цикл, выполняемый с молем идеального газа в качестве рабочего вещества, состоит из двух изотерм 12, 34 и двух политроп 23,41 с теплоемкостью C0.Найти КПД машины.
11. Тепловая машина с идеальным газом в качестве рабочего вещества совершает цикл, состоящий из адиабаты 12, изобары 23 и изохоры 31. Рассчитать количества тепла, получаемые рабочим веществом на каждом этапе цикла. Найти к.п.д. машины как функцию максимальной T1 и минимальной T2 температур.
12. Найти КПД цикла, состоящего из двух изотерм с температурами T1 и T2 (T1>T2) и двух

изохор с объемами V1 и V2(V1>V2), предполагая, что рабочим веществом является идеальный газ.
13. Тепловая машина с идеальным газом в качестве рабочего вещества совершает обратимый тепловой цикл Отто, состоящий из адиабат 12, 34 и изохор 23, 41. Рассчитать количества тепла, получаемые рабочим веществом на каждом этапе цикла. Найти к.п.д. машины как функцию температур T1 и T2 в состояниях 1 и 2.14. Показать, что для одного моля идеального газа CP - CV = R.
15. Исходя из I закона ТД, найти уравнение адиабатического процесса идеального газа.
16. Исходя из I закона ТД, найти уравнение политропического процесса идеального газа. Рассмотреть частные случаи: а)C=Cv; б)C=Cp; в)C=0; г)C=∝.
17. Найти уравнение процесса для идеального газа, при котором теплоемкость газа меняется линейно с ростом температуры: C=αT, α = const.
18. Вычислить изменения внутренней энергии U и энтропии S одного моля идеального газа при расширении его по политропе от V1 до V2. Рассмотреть частные случаи изотермического и адиабатического процессов.
19. Для реального газа (P +a/V5/3)(V-b) = RT найти энтропию, теплоемкости, внутреннюю энергию, свободную энергию, а также работу при изотермическом расширении газа от V1 до V2.
20. Для реального газа (P +a/V2 T)(V-b) = RT найти энтропию, теплоемкости, внутреннюю энергию, свободную энергию.
21. Для реального газа Ван-дер-Ваальса (P +a/V2)(V-b) = RT найти Cp - Cv.
22. Выяснить у каких систем теплоемкость при постоянном давлении не зависит от давления системы.
23. Выяснить у каких систем теплоемкость при постоянном объеме не зависит от объема системы.
24. Найти изменение температуры реального газа P(V-b) = RT exp(-a/RTV)при обратимом адиабатическом расширении.
25. Найти коэффициент адиабатической сжимаемости $\gamma S=-1/V\ (\partial V/\partial P)S$ для реального газа (P +a/V 5/3)(V-b) = RT.
26. Найти связь между коэффициентами сжимаемости $\gamma S=-1/V\ (\partial V/\partial P)S$ И $\gamma T=-1/V\ (\partial V/\partial P)T$ для реального газа (P +a/V2 T)(V-b) = RT.
27. Найти изменение температуры реального газа Дитеричи (P +a/V5/3)(V-b)=RT при обратимом адиабатическом расширении.
28. Найти изменение температуры реального газа (P+a/V2 T)(V-b)=RT при необратимом изоэнергетическом расширении (процесс Гей-Люссака).
29. Конденсатор, заполненный диэлектриком с проницаемостью ε подсоединен к источнику ЭДС. Как изменится теплоемкость единицы объема диэлектрика после отсоединения конденсатора от источника питания?
30. Найти CE-CP и CE-CD для полярного и неполярного диэлектриков. Для полярного и неполярного диэлектрика электрические восприимчивости соответственно заданы χ(T)=A/T и χ(T)=const.
31 Найти изменение температуры при адиабатическом включении поля E для полярного и неполярного диэлектриков. ля полярного и неполярного диэлектрика электрические восприимчивости соответственно заданы κ(T) = A/T, A>0 и κ(T)=const.
32. Рассчитать связанные с наличием электростатического поля D термодинамические характеристики изотропного полярного диэлектрика (энтропию, теплоемкости при постоянном поле E и при постоянной поляризации P), считая электрическую восприимчивость κ(T)= A/T заданной.
33. Рассчитать связанные с наличием электростатического поля E термодинамические характеристики изотропного диэлектрика (энтропию, теплоемкости при постоянном поле E и при постоянной индукции D), считая диэлектрическую проницаемость ε(T) заданной.
34. Рассчитать термодинамические характеристики антиферромагнетика Нееля (энтропию, теплоемкости при постоянном поле B и при постоянной намагниченности M), считая его магнитную восприимчивость χ(T)заданной. Для антиферромагнетика χ(T)=b/(T+To).
35. Рассчитать термодинамические характеристики парамагнетика Кюри (энтропию, теплоемкости при постоянном поле H,B и при постоянной намагниченности M), считая его магнитную восприимчивость χ(T)заданной. Для парамагнетика Кюри χ(T)= b/T, b>0.36. Показать, что если (∂CM/∂M)=0, то зависимость χ от T имеет вид χ= 1/(BT +C), B,C=const и

этот результат самосогласован.
37. Для парамагнетика Кюри вычислить изменение температуры при адиабатическом выключении поля. Для парамагнетика Кюри магнитная восприимчивость: $\chi(T)=b/T$.
38. Для идеального совершенного стержня найти свободную энергию Гельмгольца, энтропию, внутреннюю энергию, теплоемкости.
39. Для идеального совершенного стержня найти Cf - Cl.
40. Найти изменение температуры идеального совершенного стержня при адиабатическом увеличении продольной силы.
41. Найти изменение температуры при адиабатическом растяжении идеального стержня.
42. Медный стержень Lo=1м растягивается изотермически при температуре T=300K силой f=103 н. Модуль Юнга E=1.6 1011 н/м2, коэффициент линейного расширения 1.6 10-5 1/град. Площадь поперечного сечения s=0.1 см2. Найти работу, проделанную над стержнем, и количество тепла, подведенное от термостата.
43. Определить изменение молярного объема жидкости с температурой для процесса, при котором пар все время находится в равновесии с жидкостью. Для жидкости уравнение состояния имеет вид $V=Vo(1-\gamma P+\alpha(T-To))$.
44. Определить теплоемкость пара вдоль кривой равновесия жидкости и ее насыщенного пара. Пар считается идеальным газом.
45. Определить теплоемкость насыщенного пара (вдоль кривой равновесия жидкости и ее насыщенного пара)и давление насыщенного пара, если молярная теплота перехода $q=qo-T\Delta C$. Пар считается идеальным газом.
47. Определить изменение молярного объема пара с температурой для процесса, при котором пар все время находится в равновесии с жидкостью. Пар считается идеальным газом.
48. Найти критические параметры и записать уравнение состояния в безразмерных переменных P,V,T для газа, подчиняющегося второму уравнению Дитеричи $(P+a/V5/3)(V-b)=RT$.
49. Найти критические параметры и записать уравнение состояния в безразмерных переменных P,V,T для газа Ван-дер-Ваальса.
50. Рассмотреть условие роста капли жидкости радиуса r в ненасыщенном и перенасыщенном парах в зависимости от r.
51. Исходя из распределения Максвелла, написать распределение по кинетической энергии. Найти ее среднее значение, дисперсию и наиболее вероятное значение.
52.Рассчитать среднюю (в расчете на одну вылетающую частицу) энергию частиц максвелловского газа, вылетающих в вакуум из сосуда через небольшое отверстие.
53.Определить связанное с тепловым движением молекул допплеровское уширение линии испускания, если известно, что неподвижная молекула газа испускает свет с частотой $\Omega 0$. T - температура газа; m - масса молекулы.
54.Исходя из распределения Гиббса для классической системы, показать, что
$E=T2\,\partial(\ln Z)/\partial T$.
55.Исходя из распределения Гиббса для классической системы, показать, что
$<(\Delta H)2>= T2\,CV$.
56.В теории относительности показывается, что у частиц, движущихся со скоростями, близкими к скорости света, энергия и импульс связаны между собой соотношением $\varepsilon= c\,p$, где c - скорость света. Написать распределение Гиббса частиц такого газа по энергиям и найти термодинамические величины: F, S, P(давление), CV.
57.Найти свободную энергию F, внутреннюю энергию E и теплоемкость CV столба идеального газа высотой h и площадью S, находящегося в поле тяжести. Рассмотреть предельные случаи $mgh/T << 1$ и $mgh/T >>1$.
58.Найти внутреннюю энергию E идеального газа, находящегося во вращающемся цилиндре высотой h и площадью S. Угловая скорость вращения Ω.
59.Найти среднюю потенциальную энергию U идеального одноатомного газа, находящегося во вращающемся цилиндре высотой h и площадью S. Угловая скорость вращения Ω.60.Газ из магнитных диполей μ помещен в магнитное поле B.(Энергия одного диполя $H = -L2/(2I)-\mu H$; L -момент импульса; I-тензор инерции.) Определить, исходя из канонического распределения, внутреннюю энергию, энтропию, удельную теплоемкость, намагниченность, а также распределение диполей по углам.
61.Для системы из N частиц со спином s=1/2, помещенной в постоянное магнитное поле B при температуре T, определить, исходя из канонического распределения, внутреннюю энергию,

энтропию, удельную теплоемкость и полный магнитный момент системы.
62.Вычислить значение теплоемкости в максимуме (по T) и положение максимума (Tmax) для системы с двумя энергетическими уровнями E1 и E0 (E1 > E0), у которой статистический вес верхнего уровня g1 значительно меньше, чем вес нижнего g0.

Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации

1. Что характеризует холодильный коэффициент?
2. В чем отличие холодильной машины от теплового насоса?
3. Как осуществляется регенерация теплоты в циклах паровых компрессионных холодильных машин?
4. В каких случаях и почему используются многоступенчатые паровые холодильные машины?
5. Что такое теплопроводность?
6. Что такое конвекция?
7. Что такое тепловое излучение?
8. Что такое теплопередача?
9. Термодинамические потенциалы.
10. Первый и второй закон термодинамики. Теорема Карно. Третий закон термодинамики и его следствия. Недостижимость абсолютного нуля температур. Поведение теплоемкости вблизи абсолютного нуля.
11. ТД неравенства. Принцип Ле Шателье-Брауна.
13 Методы охлаждения газов (процесс Джоуля-Томсона, расширение газа в пустоту и т.д.)
14. Термодинамика магнетиков. Магнитное охлаждение парамагнетиков. Магнитострикция. Термодинамика диэлектриков. Пьезоэффект.
15. Фазовые переходы. ТД системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Условия равновесия двух фаз. Классификация ФП. ФП 1-го рода. Формула КлайперонаКлаузиуса. Критическая точка. Условия равновесия трех фаз.
16. Фазовое равновесие гетерогенной системы с учетом сил поверхностного натяжения.
17. ФП 2-го рода. Уравнения Эренфеста.
18. Термодинамика ФП “проводник-сверхпроводник”.
19. Каноническое распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Примеры: классический и квантовый осциллятор, классический и квантовый ротатор.
20. Свободная энергия в распределении Гиббса.
21.Большое каноническое распределение Гиббса.
22.ТД эквивалентность канонических распределений.
23. Идеальный больцмановский газ. Распределение Больцмана. Пределы применимости идеального больцмановского газа.
24.Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния.
25. Закон равнораспределения.

7. Литература

1. Кудинов В. А. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 424 с.(осн.) 2018г