

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста
Левановича Хетагурова»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Общая физика: термодинамика и молекулярная физика»

Направление подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика

Профиль подготовки
«Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки - 2026

Утверждена в составе ОПОП.

Владикавказ, 2025

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины – 43.е. (144 ч.)

	Очная форма обучения
Курс	1
Семестр	2
Лекции	36
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	54
Самостоятельная работа	54
Курсовая работа	-
Контроль	36
Экзамен	+
Зачет	-
Общее количество часов	144

2. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины:

-изучение студентами основных законов термодинамики и молекулярной физики.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области тепловых и молекулярно-кинетических явлений;
- усвоение основных концепций, используемых для описания тепловых и молекулярно-кинетических явлений;
- овладение простейшими математическими методами, позволяющими решать задачи термодинамики и молекулярной физики;

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Общая физика: термодинамика и молекулярная физика» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1, Б1.О.17.02.

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций и достижение следующих результатов обучения.

Курс «Общая физика: термодинамика и молекулярная физика» позволяет студентам овладеть фундаментальными понятиями и методами современной физики, без знания которых невозможна дальнейшая профессиональная подготовка. При освоении данного курса у студентов формируются навыки грамотной постановки научных задач, решения задач с применением математических понятий, систематизации полученных знаний. Она необходима для освоения таких дисциплин модуля, как «Уравнения математической физики». Данная дисциплина имеет содержательную связь с такими дисциплинами как «Общая физика: термодинамика и молекулярная физика», «Общая физика: электричество и магнетизм».

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки	Знать: численные порядки величин, характерные для различных тепловых и молекулярно-кинетических явлений; основные законы термодинамики и молекулярной физики; первое, второе и третье начала термодинамики; уравнения состояния идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса; основные термодинамические потенциалы; статистический смысл энтропии; распределения Максвелла и Больцмана; закон равномерного распределения энергии по степеням свободы; физическую сущность фазовых переходов первого и второго рода; закономерности явлений переноса (диффузии, вязкости, теплопроводности); законы броуновского движения. Уметь: находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление; производить численные оценки по порядку величины; делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки	Владеть: приемами и методами формирования собственных суждений и оценок в рамках решения профессиональных задач физическими методами
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи	Уметь: делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах; обеспечить достоверность получаемых результатов; видеть в технических задачах физическое содержание
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения	Уметь: абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента

их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов	Знать: физическую сущность фазовых переходов первого и второго рода;закономерности явлений переноса (диффузии, вязкости, теплопроводности);законы броуновского движения. Уметь: делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;производить численные оценки по порядку величины;
--	---	---

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указаниемотведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		лек-ции	практ	Содержание	часы		
1.	Газ Ван дер Вальса. Уравнение Ван дер Ваальса. Изотермы газа Ван дер Ваальса. Критические параметры. Приведённое уравнение. Закон соответственных состояний. Внутренняя энергия, теплоёмкости, и энтропия газа Ван дер Ваальса. Интегральный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса.	4	2	Температура Бойля. Правило Максвелла. Адиабатический и политропический процессы для газа Ван дер Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван дер Ваальса в вакуум. Кривая инверсии интегрального эффекта в приведённых переменных. Кривая инверсии дифференциального эффекта в приведённых переменных.	8	Контрольные вопросы по теме и составление тестов, решение задач	[1-4]
2.	Кинетические явления. Прохождение пучка частиц через газ непо-	6	4	Газокинетическое сечение. Средняя длина свободного пробега частицы в "своём" газе и в	8	Контрольные вопросы по теме и состав-	[1-4]

	движных рассеивателей (модель твёрдых шаров). Распределение по пробегам и его свойства. Вязкость газа. Теплопроводность, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности одноатомного газа. Взаимная диффузия двух газов, закон Фика. Коэффициент диффузии. Диффузия как процесс случайного блуждания. Подвижность.			смеси двух газов. Связь подвижности с коэффициентом диффузии. Подвижность броуновской частицы. Явления переноса в разреженных газах. Эффект Кнудсена. Эффузионное разделение газовых смесей. Течение разреженного газа через трубу. Формула Эйнштейна для среднего квадрата смещения частицы за заданное время.		ление тестов, решение задач	
3.	Основные законы термодинамики. Газовые законы. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Постоянная Больцмана. Первое начало термодинамики. Равновесные и квазиравновесные процессы. Общее выражение для работы газа при равновесном процессе. Работа при изотермическом расширении идеального газа. Циклические процессы. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос и характеристики их эффективности. Теплоёмкость. Скорость истечения газа из отверстия. Скорость звука в газах. Второе начало термодинамики. Первая теорема Карно. Энтропия. Энтропия идеального газа. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики. Третье начало термодинамики и его следствия.	12	6	Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма. Уравнение Майера. Адиабатический и политропический процессы (идеальный газ). Уравнение Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Возрастание энтропии адиабатически изолированной системы. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Парадокс Гиббса. Термодинамические потенциалы Термодинамика деформации стержней.	12	Контрольные вопросы по теме и составление тестов, решение задач	[1-4]
4.	Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, формула Лапласа. Термодинамика поверхностного натяже-	4	2	Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.	8	Контрольные вопросы по теме и составление тестов, реше-	[1-4]

	ния. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение.					ние задач	
5.	Статистические распределения. Теория теплоёмкостей. Флуктуации. Распределение Максвелла. Среднеквадратичная скорость. Распределение молекул по компонентам и абсолютным значениям скорости. Наиболее вероятная скорость, средний модуль скорости. Равновесие газа во внешнем потенциальном поле. Эквивалентность статистической и термодинамической температур. Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Флуктуации числа частиц в заданном объёме идеального газа. Флуктуации объёма и температуры.	6	2	Распределение Больцмана. Барометрическое распределение. Распределение Гиббса. Характеристические температуры. Классический закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов. Зависимость флуктуаций от числа частиц. Термодинамическая теория флуктуаций. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов.	10	Контрольные вопросы по теме и составление тестов, решение задач	[1-4]
6.	Фазовые превращения. Экстремальное свойство термодинамического потенциала Гиббса. Условия равновесия двух фаз. Химические потенциалы. Диаграмма состояний системы жидкость-пар. Критическая точка. Правило рычага. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоёмкость насыщенного пара. Устойчивость фаз. Метастабильные состояния.	4	2	Кривая равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Метастабильные состояния. Диаграмма состояний системы лёд-вода-пар. Тройная точка.	8	Контрольные вопросы по теме и составление тестов, решение задач	[1-4]

Итого	36	18		54		
-------	----	----	--	----	--	--

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

6. Образовательные технологии

Согласно учебному плану в ходе преподавания дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, коллоквиумы, презентационный метод, работа в группах и др.);
- *технологии контекстного обучения* – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, моделирование исторических ситуаций и др.);
- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения (ЭИОС СОГУ).

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Критерии оценки контрольной работы могут быть как общие, так и частные. К общим критериям можно отнести следующие:

- соответствие контрольной работы теме;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- адекватность передачи содержания первоисточника; логичность, связность; доказательность;
- структурная упорядоченность (наличие введения, основной части, заключения, их оптимальное соотношение);
- оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования, сноски и т. д.); языковая правильность.

Частные критерии относятся к конкретным структурным частям контрольной работы: введению, основной части, заключению.

1. Критерии оценки введения: наличие обоснования выбора темы, ее актуальности; наличие сформулированных целей и задач работы; наличие краткой характеристики первоисточников.

2. Критерии оценки основной части: структурирование материала по разделам, параграфам, абзацам; наличие заголовков к частям текста и их соответствие содержанию; проблемность и разносторонность в изложении материала; выделение в тексте основных понятий и терминов, их толкование; наличие примеров, иллюстрирующих теоретические положения.

3. Критерии оценки заключения: наличие выводов по результатам анализа; выражение своего мнения по проблеме; наличие приложения: рисунков и схем (при необходимости).

Все требования к контрольной работе сообщаются задолго до его написания. Общая оценка за контрольную работу выставляется следующим образом: от 65% до 80% - «удовлетворительно»; 80-90% - «хорошо»; 90-100% - «отлично».

Методические указания для преподавателей по проведению практических занятий

В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из сборников по введению в языкознание, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

После предварительной части следует начинать разбирать вопросы, имеющие более длинные сценарии взаимодействия основных идей темы занятия.

Устный опрос требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать

причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

Письменная проверка, наряду с устной, является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытается объективность оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала; рефераты, доклады, презентации, контрольные работы и др.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала в конце семестра в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля или дисциплины в целом.

8.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Основными формами *текущего контроля* знаний по дисциплине являются:

- выполнение практических работ;
- задания по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;
- проверка домашнего конспекта.

Форма *рубежного контроля*: тест

Формы *промежуточной аттестации*: зачет/экзамен.

Формы контроля и критерии оценивания

Эт ап	Форма контро- ля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетвори- тельно / зачет	неудовлетвори- тельно / незачет
1. Текущий контроль (max 40 баллов)					
		33–37 баллов	28–32 баллов	19–27 баллов	0–18 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 37	Студент актив- но работает на занятиях, пре- восходно вы- полняет все за-	Студент актив- но работает на занятиях, хоро- шо выполняет задания препо-	Студент недо- статочно актив- но работает на занятиях, удовлетвори-	Студент недоста- точно активно работает на заня- тиях, неудовле- творительно вы-

	б.)	дания преподавателя.	давателя.	тельно выполняет задания преподавателя.	полняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (маx 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б.)					
	тест/контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине – 30 баллов					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

8.2. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Пример варианта контрольной работы

1. В длинном горизонтальном цилиндре может двигаться без трения поршень

массой m . Слева от поршня находится один моль идеального газа при температуре T , справа цилиндр открыт в атмосферу. Поршню мгновенно сообщают скорость u , после чего он некоторое время движется и останавливается. Найдите конечную температуру газа T_2 и приращение его энтропии ΔS . Стенки цилиндра и поршень не проводят тепло, атмосферное давление постоянно. Известна молярная теплоёмкость газа C_p .

2. Закрытый горизонтальный теплоизолированный цилиндр разделён пополам неподвижной перегородкой с краном. Объём каждой половины равен V . Сначала кран закрыт, слева от перегородки находится один моль двухатомного газа Ван дер Ваальса при температуре T , справа вакуум. Кран открывают, и газ заполняет весь объём $2V$. После установления равновесия правую стенку цилиндра очень медленно перемещают влево до соприкосновения с перегородкой, в результате чего весь газ снова оказывается в левой половине цилиндра. Найдите конечную температуру газа T_2 и приращение его энтропии ΔS . Известны постоянные Ван дер Ваальса a и b .

3. В закрытом сосуде находится небольшое количество воды и её насыщенный пар при температуре $T = 373$ К. На сколько процентов увеличится масса насыщенного пара при повышении температуры на $\Delta T = 2$ К? Пар считайте идеальным газом, объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите. Удельная теплота парообразования воды $q = 2,26$ МДж/кг.

Перечень контрольных вопросов в билетах.

1. Законы Авогадро, Бойля-Мариотта, Шарля и Гей-Люссака. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Постоянная Больцмана.

2. Первое начало термодинамики. Равновесные и квазиравновесные процессы. Общее выражение для работы газа при равновесном процессе. Работа при изотермическом расширении идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма. Циклические процессы. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос и характеристики их эффективности.

3. Теплоёмкость. Разность молярных теплоёмкостей C_p и C_v для идеального газа (уравнение Майера). Значения теплоёмкости C_v для одно, двух и многоатомных газов (без вывода). Адиабатический и политропический процессы (идеальный газ).

4. Уравнение Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Скорость истечения газа из отверстия. Скорость звука в газах (формулы Ньютона и Лапласа).

5. Второе начало термодинамики. Первая теорема Карно. Равенство Клаузиуса. Энтропия. Энтропия идеального газа. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики.

6. Неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии адиабатически изолированной системы. Невозможность существования вечного двигателя второго рода. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Парадокс Гиббса.

7. Вторая теорема Карно. Верхняя граница КПД произвольного цикла. Теорема о максимальной работе.

8. Термодинамические функции и соотношения Максвелла.

9. Следствия соотношений Максвелла: зависимость теплоёмкости C_v гомогенной системы от объёма, разность $(C_p - C_v)$, изотермическое и адиабатическое сжатие жидкостей.

10. Третье начало термодинамики и его следствия: обращение в нуль при

теплоёмкостей, коэффициента теплового расширения и термического коэффициента давления; недостижимость абсолютного нуля.

11. Термодинамика деформации стержней.

12. Экстремальное свойство термодинамического потенциала Гиббса. Условия равновесия двух фаз. Химические потенциалы. Кривая равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода.

13. Диаграмма состояний системы жидкость-пар. Критическая точка. Правило рычага.

Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Устойчивость фаз. Метастабильные состояния. Диаграмма состояний системы лёд-вода-пар. Тройная точка.

14. Теплоёмкость насыщенного пара.

15. Зависимость теплоты фазового перехода от температуры (общее уравнение и его решение для системы жидкость-пар вдали от критической точки).

16. Уравнение Ван дер Ваальса. Изотермы газа Ван дер Ваальса. Критические параметры. Приведённое уравнение. Закон соответственных состояний.

17. Правило Максвелла. Пересыщенный пар и перегретая жидкость.

18. Внутренняя энергия, теплоёмкости C_p, C_v и энтропия газа Ван дер Ваальса. Адиабатический и политропический процессы для газа Ван дер Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван дер Ваальса в вакуум.

19. Интегральный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса. Кривая инверсии интегрального эффекта в приведённых переменных.

20. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса. Кривая инверсии дифференциального эффекта в приведённых переменных

21. Поверхностное натяжение, формула Лапласа.

22. Термодинамика поверхностного натяжения.

23. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

24. Распределение Максвелла (распределение молекул по физически бесконечно малым объёмам пространства скоростей). Среднеквадратичная скорость.

25. Распределение молекул по компонентам и абсолютным значениям скорости. Наиболее вероятная скорость, средний модуль скорости.

26. Число столкновений молекул с единицей площади стенки за единицу времени. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие.

27. Равновесие газа во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическое распределение.

28. Распределение Гиббса. Эквивалентность статистической и термодинамической температур. Статистический смысл энтропии. Статистическая сумма и её связь с термодинамическими потенциалами.

29. Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Статистическая сумма, внутренняя энергия и теплоёмкость двухатомного идеального газа. Характеристические температуры. Классический закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга-Пти).

30. Флуктуации числа частиц в заданном объёме идеального газа. Флуктуации объёма и температуры. Зависимость флуктуаций от числа частиц.

31. Термодинамическая теория флуктуаций. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов.

32. Прохождение пучка частиц через газ неподвижных рассеивателей (модель твёрдых шаров). Распределение по пробегам и его свойства. Газокинетическое сечение. Средняя длина свободного пробега частицы в "своём" газе и в смеси двух газов.

33. Вязкость газа. Теплопроводность, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности одноатомного газа.

34. Взаимная диффузия двух газов, закон Фика. Коэффициент диффузии.

35. Диффузия как процесс случайного блуждания. Формула Эйнштейна для среднего квадрата смещения частицы за заданное время. Подвижность. Связь подвижности с коэффициентом диффузии. Подвижность броуновской частицы.

36. Явления переноса в разрежённых газах. Эффект Кнудсена. Эффузионное разделение газовых смесей. Течение разреженного газа через трубу.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1

1. Законы Авогадро, Бойля-Мариотта, Шарля и Гей-Люссака. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Постоянная Больцмана.

2. Флуктуации числа частиц в заданном объёме идеального газа. Флуктуации объёма и температуры. Зависимость флуктуаций от числа частиц.

Билет 2

1. Первое начало термодинамики. Равновесные и квазиравновесные процессы. Общее выражение для работы газа при равновесном процессе. Работа при изотермическом расширении идеального газа. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма. Циклические процессы. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос и характеристики их эффективности.

2. Термодинамическая теория флуктуаций. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов.

Билет 3

1. Теплоёмкость. Разность молярных теплоёмкостей C_V и C_P для идеального газа

(уравнение Майера). Значения теплоёмкости C_V для одно, двух и многоатомных газов (без вывода). Адиабатический и политропический процессы (идеальный газ).

2. Прохождение пучка частиц через газ неподвижных рассеивателей (модель твёрдых шаров). Распределение по пробегам и его свойства. Газокинетическое сечение. Средняя длина свободного пробега частицы в "своём" газе и в смеси двух газов.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;

- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и семинарах;
- подготовку к семинарам, коллоквиумам, экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения. Значительно облегчить решение задачи может хорошо выполненный чертеж, если он соответствует условию задачи (прямой угол нарисован прямым, равнобедренный треугольник - равнобедренным и т. д. При подготовке к семинарам необходимо повторять ранее изученные основные определения, формулировки теорем. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения (1 час неделю), подготовка к семинару, решение задач (1 час). Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему семинары.

Обязательным требованием является выполнение домашних работ, которые оформляются в специально отведённой для этого тетради и систематически сдаются на проверку. Промежуточный контроль знаний проводится в виде коллоквиумов, на которых студенту предлагается письменно ответить на теоретический вопрос и решить две задачи по теме коллоквиума, а также студенту в ходе освоения курса необходимо выполнить две домашних индивидуальных работы с их последующей защитой.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

а) основная литература

1. Общий курс физики: в 5 т. Т 2 : Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Д В. Сивухин .— 5-е изд., испр. — М. :Физматлит, 2005, 2006, 2011, 2014 — 544 с.
2. Основы физики: Курс общей физики : в 2 т. Т 2 : учебник для вузов. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика / В. Е. Белонучкин, Д А. Заикин, Ю. М. Ципенюк ; под ред. Ю. М. Ципенюка .— 2-е изд., испр. — М. :Физматлит, 2007 .— 608 с.
3. Физика макросистем : Основные законы : [учеб. пособие для вузов] / И. Е. Иродов .— 2-е изд., доп. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004, 2006 .— 207 с. — ("Технический университет"). - Предм. указ.: с. 300-307. - 3000 экз. - ISBN5-94774-122-9 (в пер.)) .
4. Сборник задач по общему курсу физики : в 3 ч. Ч. 1 : Механика. Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Овчинкина .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Физматкнига, 2013 .— 560 с

б) дополнительная литература

1. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика: [учеб. пособие для вузов] / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц .— 3-е изд. — М. : Добросвет : КДУ, 2011 .— 340 с.

2. Щёголев И.Ф. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. - М.: Янус, 1996.
3. Кубо Р Термодинамика. - М.: Мир, 1970.
4. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс Н. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 4. - М.: Мир, 1965.
5. Рейф Ф. Статистическая физика (Берклевский курс физики) Т 5. - М.: Наука, 1986.
6. Белонучкин В.Е. Краткий курс термодинамики. - М.: МФТИ, 2010.
7. Кириченко Н.А., Кириченко Н.А. Термодинамика, статистическая молекулярная физика. - М.: Физматкнига, 2005.
8. Корявов В.П. Методы решения задач в общем курсе физики. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Высшая школа, 2009.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна-производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
3.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
4.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
5.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
6.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
7.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
8.	Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)	№КИС-1965-2025 от 12.01.2026	Россия
9.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
10.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№ SBR003-250010357500001от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат»	Россия
11.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум» (бессрочно)	Россия
12.	Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры госу-	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ	Россия

	дарственного учреждения 8	СОФТ» бессрочно	
13.	1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия	№9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
14.	Планы	№2191-24, от 09.01.2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС	Россия
15.	ПО Лаборатории ММИС (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.)	№2435-24 от 04.03.2025 ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич	Россия
17.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022	Россия
18.	MOODLE	Бесплатное	-
19.	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
20.	РусГард	Бесплатное	Россия
21.	Система веб-конференций (bigbluebutton)	Бесплатное	-
22.	Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия
23.	Средства криптографической защиты (ViPNet)	№0000-000008 от 17.01.2025 ООО Экспресс-линк	Россия
24.	Средства криптографической защиты (Континент TLS)	№25/08/22 СЛ от 04.09.2025 ООО СКБ-Сервис	Россия
25.	Kaspersky Endpoint Security	№ СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт	Россия

**Реестр электронных библиотечных систем (ЭБС)
и электронных образовательных ресурсов, доступ к которым обеспечен
для обучающихся по образовательным программам,
реализуемым в 2026-2027 учебном году**

Название базы данных	Платформа и (или) адрес в сети Интернет	Реквизиты	Правообладатель	Количество ключей
«Университетская библиотека Online» Базовая коллекция	https://biblioclub.ru Требуется регистрация.	Договор № 571-12/2025 от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г. -31.12.2026 г.	ООО «НексМедиа»	Без ограничения количества пользователей
Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тек-	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по

сты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы		31.03. 2025 г. С 14.04.2025 г.- 20.04.2026 г.		количеству пользователей
eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования.	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Ресурс открытого доступа	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
«Юрайт» - Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки. - ЦУМК по федеральному проекту «Кадры для цифровой экономики»	«Юрайт» https://urait.ru/info/courses?utm_source=m_campaign Требуется регистрация.	Договор № 6237 от 05.12.2023 г. С 31.12.2023 - 31.12.2026 г.	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
Универсальная база данных East View - полнотекстовый доступ к научным журналам	https://dlib.eastview.com Логин: Khetagurov. Пароль: Khetagurov.	№210-П от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г.- 31.12.2026 г.	ООО «ИВИС»	Без ограничения количества пользователей
«SocHum» - электронная библиотека социогуманитарного знания (коллекция учебно-методической литературы и научных журналов социогуманитарной коллекции научно-исследовательских институтов РАН	https://sochum.ru	Ресурс открытого доступа	Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН)	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.
Polpred.com - открытая электронная библиотечная система и интернет-сервисы «Деловые средства массовой информации». Доступ к статьям 600 газет, журналов информагентств с архивом за 20 лет: - обзор СМИ; - Россия и зарубежье; - Федеральные округа РФ. - внешняя экономика, право.	https://www.polpred.com/	Ресурс открытого доступа		Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.
Национальная электронная Библиотека «НЭБ»	https://rusneb.ru/ Требуется регистрация.	Договор № 4513-п от 26.12.2023 г. (на 10 лет с последующей автоматической	Российская государственная библиотека	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству

		пролонгацией) Без ограниче- ния срока		пользователей
--	--	---	--	---------------

Электронные образовательные ресурсы

Наименование ресурса	Содержание ресурса	Ссылка на ресурс в сети Интернет
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	Каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовая электронная учебно-методическая библиотека для общего и профессионального образования	https://web.archive.org/web/20191122092928/http://window.edu.ru/
«КиберЛенинка»	Собрание научных статей, в основном на русском языке, хотя есть и иностранные публикации.	https://cyberleninka.ru/
Всенаука	Естественные, гуманитарные и социальные науки, психология	Всенаука https://vsenauka.ru/
Библиотекарь. Ру	Бесплатная интернет-библиотека. Книги, статьи, документы по русской и мировой истории, искусству, культуре, прикладным наукам, учебники, научные статьи, методические пособия. Электронные книги, учебники, периодика, графика, справочная и техническая литература. На сайте представлено около 10.000 книг доступных для онлайн чтения. - более 50 полнотекстовых справочников и энциклопедий; - Древнерусская литература - летописи, жития святых, воинские повести древней Руси; - сведения иностранных писателей о средневековой России; - большой раздел репринтов книг, газет и журналов 19 века; - биографии и труды русских учёных и писателей; - классическая литература. Мемуары, дневники; - учебники и научные работы по 20 дисциплинам; - более 15.000 картин и художественных изображений.	https://bibliotekar.ru/

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение.
Библиотека, в том числе читальный зал: столы, стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение.

Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- при наличии по дисциплине курсовой работы продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.