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

«Молекулярная физика»

Направление **03.03.02 ФИЗИКА**

Профили: **«Физика конденсированного состояния»**

Квалификация (степень) выпускника – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Год начала подготовки – 2026

Утверждена в составе ОПОП

Составитель: доцент кафедры физики конденсированного состояния Манукянц А.Р.

Владикавказ 2026

1.1 СТРУКТУРА, И ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часа).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	-
Семестр	II	-
Лекции	54	-
Практические (семинарские) занятия	54	-
Лабораторные занятия	-	-
Консультации		-
Итого аудиторных занятий	108	-
Самостоятельная работа		-
Курсовая работа	Не предусмотрена	-
Форма контроля		
экзамен	36	-
Зачет	-	-
Общее количество часов	144	-

1.2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель дисциплины - ознакомить студентов с теоретическими и экспериментальными методами изучения молекулярных систем, их свойств, моделей и происходящих в них явлениях, подготовить студентов к изучению последующих разделов общей и теоретической физики.

Задачи дисциплины:

> формировать у студентов представления о методах изучения и особенностях молекулярных систем;

> обеспечить усвоение материала данного курса;

> создать базу для изучения последующих разделов общей и теоретической физики, в частности термодинамики и статистической физики;

> овладение студентами методами решения задач по дисциплине;

> рассмотреть основные методы экспериментального и теоретического

исследования явлений молекулярной физики, их в современных технологиях;

> проанализировать основные принципы моделирования явлений, изучаемых в курсе, установить область применимости этих моделей, рассмотреть способы вычисления физических величин, характеризующих явления;

> сформировать у студентов умения видеть естественнонаучное содержание проблем возникающих в практической деятельности специалиста;

> подготовить творчески мыслящих студентов с развитым научным

мышлением, обладающих необходимыми знаниями в области физики, способных использовать полученные теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность и инициативу, принимать решения, выбирая наиболее оптимальное из всех возможных.

1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла (Б1.О.19.02) При изучении курса используются знания, полученные студентами при изучении математики и физики в средней школе, а также дисциплины «Механика» и курса математического анализа первого семестра 1 курса.

При освоении данной дисциплины обучающийся сможет продемонстрировать (**частично**) следующие **обобщенные трудовые функции (ОТФ) и трудовые функции (ТФ):**

Код и наименование профессионального стандарта	**Обобщенная трудовая функция (ОТФ)**			**Трудовая функция (ТФ)**	
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования (воспитатель, учитель). Наименование вида профессиональной деятельности: Дошкольное образование. Начальное общее образование. Основное общее образование. Среднее общее образование	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	**6**	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6
				Воспитательная деятельность	А/02.6
				Развивающая деятельность	А/03.6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	**6**	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего, общего образования	В/03.6
40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и	**А**	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских	**5**	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической	А/01.5

опытно-конструкторским разработкам». Наименование вида профессиональной деятельности: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок		разработок по отдельным разделам темы		информации и результатов исследований	
				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	A/02.5

1.4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

1. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции**
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и педагогический	
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	**ОПК-1.1:** Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов **ОПК-1.2:** Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. **ОПК-1.3:** Применяет в сфере профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики, естественных и математических наук

2. Профессиональные компетенции (ПК):

Код и наименование профессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и педагогический	
ПК-3 Способен проводить фундаментальные и прикладные исследования, инновационные разработки в области прикладной	**ПК-3.1:** Проводит экспериментальные измерения на установках и стендах. **ПК-3.2:** Выполняет сопоставление расчетных и экспериментальных данных; создает математические

физики	модели физических процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках. **ПК-3.3:** Проводит оценку погрешностей результатов измерений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Иметь представление:

> о границах применимости классических законов молекулярной физики;

> о принципах, лежащих в основе теорий молекулярной физики;

> о принципах использования явлений молекулярной физики в современных технологиях.

Знать:

> базовую терминологию, относящуюся к явлениям молекулярной физики, основные понятия, законы молекулярной физики и их математическое выражение;

> фундаментальные опыты, лежащие в основе учения о молекулярной физике;

> логику построения теорий молекулярной физики на основе фундаментальных опытов;

> основные методы исследования явлений молекулярной физики.

В ходе изучения курса у студентов следует формировать следующие

умения:

> самостоятельно определять цели, задачи и методы исследования каждого из разделов курса, всего предмета в целом;

> обладать целостной системой знаний, формирующих у них физическую картину окружающего мира;

> на основе метода системного анализа проводить аналогию между различными физическими процессами, протекающими в природе;

> знать истоки современных научных гипотез и теорий, видеть их противоречивость по мере накопления их знаний в области физики;

> последовательно излагать изученный материал, двигаясь от рассмотрения более элементарных форм движения материи к более сложным;

> формулировать физические законы и теории с применением адекватного математического аппарата;

> количественно описывать свойства применяемых модельных схем;

> видеть проявление изучаемых физических законов как в живой, так и не живой природе, связь физики с другими науками;

> измерять с определенной точностью различные физические величины, иметь представления о прямых и косвенных измерениях, подсчитывать погрешности в том и другом случаях;

> проводить физический эксперимент, анализировать полученные данные.

Студенты должны овладеть следующими навыками:

> при работе в лабораторном практикуме строго соблюдать правила охраны труда и технику безопасности;

> самостоятельно добывать необходимые знания, работая с учебной и справочной литературой;

> владеть основными приемами выполнения эксперимента в практикуме;

> четко и последовательно формулировать и решать поставленные перед ними задачи, как теоретического, так и прикладного характера.

Б1.О.19 Общая физика.

Б1.О.19.02 Молекулярная физика

1. Статистический метод

§ 1. Методы рассмотрения систем многих частиц

Массы атомов и молекул. Количество вещества. Агрегатные состояния вещества. Основные признаки агрегатных состояний. Модель идеального газа. Динамический метод. Статистический метод. Термодинамический метод

§ 2. Математические понятия

Случайные события. Вероятность. Частотное определение вероятности. Плотность вероятности. Нормировка вероятности. Условная вероятность. Независимые события. Формула умножения вероятностей для многих событий. Среднее значение дискретной случайной величины. Среднее значение непрерывно изменяющейся величины. Дисперсия. Функция распределения

§ 3. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы Определение системы. Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Микроскопическое состояние. Статистический ансамбль систем. Микроканонический ансамбль

§ 4. Постулат равновероятности и эргодическая гипотеза

Различие микросостояний. Постулат равновероятности. Вычисление средних по ансамблю. Вычисление средних по времени. Эргодическая гипотеза. Связь постулата равновероятности и эргодической гипотезы

§ 5. Вероятность макросостояния

Вероятность макросостояния. Формула Стерлинга, формула для вероятности макросостояния. Наиболее вероятное число частиц. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона

§ 6. Флуктуации

Среднее число частиц в объеме. Флуктуации. Относительная величина

§ 7. Канонический ансамбль. Распределение Гиббса

Скоростные и энергетические микросостояния. Определение канонического ансамбля. Распределение Гиббса, или каноническое распределение. Вычисление средних. Статистическая сумма. Флуктуации

§ 8. Распределение Максвелла

Плотность состояний. Распределение Максвелла. Температура. Характерные скорости распределения Максвелла. Распределение Гаусса. Частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Принцип детального равновесия

§ 9. Распределение Больцмана

Независимость плотностей вероятности координат и скоростей частицы. Распределение Больцмана. Смесь газов в сосуде. Связь распределений Максвелла и Больцмана.

§ 10. Давление

Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона — Менделеева. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Барометрическая формула. Подъемная сила. Измерение давления. Молярные и удельные величины

§ 11. Температура

Термометрическое тело и термометрическая величина. Шкала температур. Термодинамическая шкала температур. Термометры. Международная практическая шкала температур. Нуль кельвин

§ 12. Распределение энергии по степеням свободы

Число степеней свободы. Метод би-мерного фазового пространства. Вычисление средней величины, относящейся к одной степени свободы. Сложные частицы со многими степенями свободы. Теорема о равнораспределении энергии

§ 13. Броуновское движение

Сущность. Случайное блуждание. Расчет движения броуновской частицы. Вращательное броуновское движение

2. Термодинамический метод

§ 14. Первое начало термодинамики

Задачи термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия. Первое начало

§ 15. Дифференциальные формы и полные дифференциалы

§ 16. Обратимые и необратимые процессы

Процессы. Неравновесные процессы. Равновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы

§ 17. Теплоемкость

Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при постоянном объеме. Теплоемкость при постоянном давлении. Соотношение между теплоемкостями. Соотношение между теплоемкостями идеального газа. Теплоемкость идеального газа.

§ 18. Процессы в идеальных газах

Изобарический процесс. Изохорический процесс. Изотермический процесс. Адиабатический процесс. Работа при адиабатическом процессе. Политропический процесс. Уравнение политропы

§ 19. Энтропия идеального газа

Определение. Физический смысл энтропии. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа.

§ 20. Циклические процессы

Определение. Работа цикла. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно. Вычисление к. п. д. с помощью энтропии. Формулировка Кельвина второго начала термодинамики. Формулировка Клаузиуса. Эквивалентность формулировки Кельвина и Клаузиуса. Холодильная машина и нагреватель.

§ 21. Термодинамическая шкала температур

К. п. д. обратимых машин, работающих по циклу Карно с одинаковыми нагревателями и холодильниками. Термодинамическая шкала температур. Отрицательная термодинамическая температура

§ 22. Второе начало термодинамики

Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Второе начало термодинамики. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах.

§ 23. Термодинамические функции и условия термодинамической устойчивости

Определение термодинамической функции. Термодинамическое тождество. Свободная энергия, или функция Гельмгольца. Термодинамическая функция Гиббса. Соотношения Максвелла. Другой вид дифференциалов внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Формулы для теплоемкостей. Основной критерий термодинамической устойчивости. Принцип Ле Шателье — Брауна. Выражение термодинамических функций через статистическую сумму.

§ 24. Различные модели поведения частиц

Модель Максвелла—Больцмана. Неразличимость частиц. Модели Бозе—Эйнштейна и Ферми —Дирака. Формулы статистики Максвелла—Больцмана как предельный случай формул статистик Бозе —Эйнштейна и Ферми-Дирака

§ 25. Распределение Ферми — Дирака

Подсчет числа состояний. Распределение Ферми — Дирака. Предельный переход к распределению Гиббса.

§ 26. Распределение Бозе — Эйнштейна

Подсчет числа состояний. Распределение Бозе — Эйнштейна

§ 27. Электронный газ

Свободные электроны в металлах. Определение параметра я для электронного газа. Анализ распределения Ферми — Дирака. Уровень Ферми. Характеристическая температура. Распределение импульсов электронов. Распределение электронов по скоростям. Распределение электронов по энергиям. Средняя энергия электронов. Внутренняя энергия и теплоемкость

3. Газы с межмолекулярным взаимодействием и жидкости

§ 28. Силы взаимодействия

Силы связи в молекулах. Ионная связь. Ковалентная связь. Межмолекулярные силы в твердых телах. Структура жидкостей. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Системы молекул

§ 29. Переход из газообразного состояния в жидкое

Экспериментальные изотермы. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Насыщенный пар. Плотность насыщенного пара. Правило рычага. Свойства критического состояния. Критическая опалесценция. Поведение двухфазной системы при изменении температуры при постоянном объеме

§ 30. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса

Вывод уравнения. Фазовая диаграмма. Область применимости. Приближенный интеграл уравнения Клапейрона — Клаузиуса

§ 31. Уравнение Ван-дер-Ваальса

Отклонение свойств газов от идеальных. Сжимаемость. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Вириальная форма. Свойства многочленов третьей степени. Изотермы уравнения. Метастабильные состояния. Критические параметры. Закон соответственных состояний. Сравнение уравнения Ван-дер-Ваальса с экспериментальными данными. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

§ 32. Эффект Джоуля — Томсона

Физическая сущность эффекта. Расчет дифференциального эффекта Джоуля — Томсона. Интегральный эффект. Эффект Джоуля — Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов. Свойства вещества вблизи 0 К

§ 33. Поверхностное натяжение

Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм его возникновения. Условия равновесия на границе двух жидкостей. Условия равновесия на границе жидкость — твердое тело. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества

§ 34. Испарение и кипение жидкостей

Испарение. Динамическое равновесие. Система пар - жидкость. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Кипение. Перегретая жидкость. Пузырьковые камеры. Переохлажденный пар. Камера Вильсона

§ 35. Структура жидкостей. Жидкие кристаллы

Парная функция распределения. Вычисление потенциальной энергии. Зависимость свойств жидкости от строения молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Смектики. Нематики. Холестерики. Свойства и применение

4. Твердые тела

§ 36. Симметрии твердых тел

Твердые тела. Определение симметрии. Ось симметрии n-го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Зеркально-поворотная ось и-го порядка. Точечные группы симметрии. Зеркальные изомеры

§ 37. Кристаллические решетки

Необходимость периодической структуры. Примитивная решетка. Неоднозначность выбора базиса примитивной решетки. Трансляционная симметрия. Пространственные группы. Элементы симметрии решетки. Кристаллические классы. Симметрии сложных

решеток. Кристаллографические системы координат. Обозначение атомных плоскостей. Обозначение направлений

§ 38. Дефекты кристаллических решеток

Точечные дефекты. Дислокации

§ 39. Теплоемкость твердых тел

Классическая теория. Теплоемкость при низкой температуре. Модель Эйнштейна. Температура Эйнштейна. Недостаточность теории Эйнштейна. Элементарные возбуждения. Нормальные моды. Фононы. Модель Дебая. Дисперсионное соотношение. Определение числа мод. Плотность мод. Теплоемкость при низкой температуре. Температура Дебая. Теплоемкость при произвольной температуре. Вывод формулы для теплоемкости, исходя из представлений о фононах. Теплоемкость металлов

§ 40. Кристаллизация и плавление

Определение. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества. Поверхности в координатах p, V, T. Жидкий гелий. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода

§ 41. Сплавы и твердые растворы

Определение. Сплавы. Твердые растворы

§ 42. Полимеры

Введение. Макромолекулы. Классификация макромолекул. Образование макромолекул. Конформация макромолекул. Кристаллическая структура полимеров. Складывание цепей. Форма макромолекулярных кристаллов. Дефекты

5. Процессы переноса

§ 43. Виды процессов переноса

Время релаксации. Теплопроводность. Диффузия. Вязкость

§ 44. Кинематические характеристики молекулярного движения

Поперечное сечение. Средняя длина свободного пробега. Экспериментальное определение поперечного сечения столкновений. Частота столкновений. Поперечное сечение столкновений в модели твердых сфер. Средняя длина пробега

§ 45. Процессы переноса в газах

Общее уравнение переноса. Теплопроводность. Вязкость. Самодиффузия. Связь между коэффициентами, характеризующими уравнение переноса. Взаимодиффузия в газе из различных молекул. Термическая диффузия. Парадокс Гиббса

§ 46. Физические явления в разреженных газах

Вакуум. Теплопередача при малых давлениях. Диффузия при малых давлениях. Трение при малых давлениях. Сосуды, сообщающиеся через пористую перегородку. Обмен молекулами различных сортов через пористую перегородку. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела

§ 47. Явления переноса в твердых телах

Диффузия. Теплопроводность. Внешняя теплопроводность

§ 48. Явления переноса в жидкостях

Диффузия. Теплопроводность. Вязкость

§ 49. Элементы термодинамики необратимых процессов

Задачи термодинамики необратимых процессов. Потоки и действующие силы. Связанные потоки. Соотношения взаимности Онзагера. Производство энтропии. Производство энтропии в тепловом потоке.

Б3.Б.2. Общий физический практикум.

1.5. СОДЕРЖАНИЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер недели	Номер лекции	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		Литература
			Л	П	Содержание	Часы		min	max	
1	**1**	§ 1. Методы рассмотрения систем многих частиц Массы атомов и молекул. Количество вещества. Агрегатные состояния вещества. Основные признаки агрегатных состояний. Модель идеального газа. Динамический метод. Статистический метод. Термодинамический метод § 2. Математические понятия Случайные события. Вероятность. Частотное определение вероятности. Плотность вероятности. Нормировка вероятности. Условная вероятность. Независимые события. Формула умножения вероятностей для многих событий.	2	1	Среднее значение дискретной случайной величины. Среднее значение непрерывно изменяющейся величины. Дисперсия. Функция рас пределения	3	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1]-[11]
	2	§ 3. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы Определение системы. Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Микроскопическое состояние. Статистический ансамбль систем. Микроканонический ансамбль								
2	3	§ 4. Постулат равновероятности и эргодическая гипотеза Различие микросостояний. Постулат равновероятности. Вычисление средних по	2	2	§ 6. Флуктуации Среднее число частиц в объеме. Флуктуации. Относительная величина	3	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1]-[11]

		ансамблю. Вычисление средних по времени. Эргодическая гипотеза. Связь постулата равновероятности и эргодической гипотезы § 5. Вероятность макросостояния Вероятность макросостояния. Формула Стерлинга, формула для вероятности макросостояния. Наиболее вероятное число частиц. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона								
3	4	§ 7. Канонический ансамбль. Распределение Гиббса Скоростные и энергетические микросостояния. Определение канонического ансамбля. Распределение Гиббса, или каноническое распределение. Вычисление средних. Статистическая сумма. Флуктуации § 8. Распределение Максвелла Плотность состояний. Распределение Максвелла. Температура. Характерные скорости распределения Максвелла. Распределение Гаусса. Частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Принцип детального равновесия	2		§ 9. Распределение Больцмана Независимость плотностей вероятности координат и скоростей частицы. Распределение Больцмана. Смесь газов в сосуде. Связь распределений Максвелла и Больцмана.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л,	0	5	[1]-[11]
4	5	§ 10. Давление Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона — Менделеева. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Барометрическая формула. Подъемная сила. Измерение давления. Молярные и удельные величины § 11. Температура Термометрическое тело и термометрическая величина. Шкала температур. Термодинамическая шкала температур. Термометры. Международная практическая шкала температур. Нуль кельвин	2		§ 13. Броуновское движение Сущность. Случайное блуждание. Расчет движения броуновской частицы. Вращательное броуновское движение					[1]-[11]
	6	§ 12. Распределение энергии по степеням свободы Число степеней свободы. Метод би-мерного фазового пространства. Вычисление средней величины, относящейся к одной степени свободы. Сложные частицы со многими степенями свободы. Теорема о равнораспределении энергии	2							

5	7	§ 14. Первое начало термодинамики Задачи термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия. Первое начало § 15. Дифференциальные формы и полные дифференциалы § 16. Обратимые и необратимые процессы Процессы. Неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы	2		Равновесные процессы.					[1]-[11]
6	8	§ 17. Теплоемкость Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при постоянном объеме. Теплоемкость при постоянном давлении. Соотношение между теплоемкостями. Соотношение между теплоемкостями идеального газа. Теплоемкость идеального газа. § 18. Процессы в идеальных газах Работа при адиабатическом процессе. Политропический процесс. Уравнение политропы	2		Изобарический процесс. Изохорический процесс. Изотермический процесс. Адиабатический процесс.					[1]-[11]
7	9	§ 19. Энтропия идеального газа Определение. Физический смысл энтропии. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. § 20. Циклические процессы Определение. Работа цикла. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно. Вычисление к. п. д. с помощью энтропии. Формулировка Кельвина второго начала термодинамики. Формулировка Клаузиуса. Эквивалентность формулировки Кельвина и Клаузиуса. Холодильная машина и нагреватель. § 21. Термодинамическая шкала температур Термодинамическая шкала температур. Отрицательная термодинамическая температура	2		К. п. д. обратимых машин, работающих по циклу Карно с одинаковыми нагревателями и холодильниками.					[1]-[11]
8	10	§ 22. Второе начало термодинамики Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Второе начало термодинамики. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах.	4		Принцип Ле Шателье — Брауна. Выражение термодинамических функций через статистическую сумму.					[1]-[11]
		§ 23. Термодинамические функции и условия термодинамической устойчивости	4							

		Определение термодинамической функции. Термодинамическое тождество. Свободная энергия, или функция Гельмгольца. Термодинамическая функция Гиббса. Соотношения Максвелла. Другой вид дифференциалов внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Формулы для теплоемкостей. Основной критерий термодинамической устойчивости.								
9	11	§ 24. Различные модели поведения частиц Модель Максвелла—Больцмана. Неразличимость частиц. Модели Бозе— Эйнштейна и Ферми — Дирака. Формулы статистики Максвелла—Больцмана как предельный случай формул статистик Бозе —Эйнштейна и Ферми-Дирака § 25. Распределение Ферми — Дирака Подсчет числа состояний. Распределение Ферми — Дирака.	2		Предельный переход к распределению Гиббса.					[1]-[11]
10	12	§ 26. Распределение Бозе — Эйнштейна Подсчет числа состояний. Распределение Бозе — Эйнштейна § 27. Электронный газ Свободные электроны в металлах. Определение параметра я для электронного газа. Анализ распределения Ферми — Дирака. Уровень Ферми. Характеристическая температура.	2		Распределение импульсов электронов. Распределение электронов по скоростям. Распределение электронов по энергиям. Средняя энергия электронов. Внутренняя энергия и теплоемкость					[1]-[11]
11	13	3. Газы с межмолекулярным взаимодействием и жидкости § 28. Силы взаимодействия Силы связи в молекулах. Ионная связь. Ковалентная связь. Межмолекулярные силы в твердых телах. Структура жидкостей. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Системы молекул § 29. Переход из газообразного	2		Насыщенный пар. Плотность насыщенного пара. Правило рычага. Свойства критического состояния. Критическая опалесценция. Поведение двухфазной системы при изменении температуры при постоянном объеме					[1]-[11]
	14	состояния в жидкое Экспериментальные изотермы. Критическое состояние. Область двухфазных состояний.								
12	115	§ 30. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса Вывод уравнения. Фазовая диаграмма. Область	2		§ 32. Эффект Джоуля — Томсона Физическая сущность эффекта. Расчет					[1]-[11]

		применимости. Приближенный интеграл уравнения Клапейрона — Клаузиуса § 31. Уравнение Ван-дер-Ваальса Отклонение свойств газов от идеальных. Сжимаемость. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Вириальная форма. Свойства многочленов третьей степени. Изотермы уравнения. Метастабильные состояния. Критические параметры. Закон соответственных состояний. Сравнение уравнения Ван-дер-Ваальса с экспериментальными данными. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.			дифференциального эффекта Джоуля — Томсона. Интегральный эффект. Эффект Джоуля — Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов. Свойства вещества вблизи 0 К					
13	16	§ 33. Поверхностное натяжение Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм его возникновения. Условия равновесия на границе двух жидкостей. Условия равновесия на границе жидкость — твердое тело. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества	2		§ 35. Структура жидкостей. Жидкие кристаллы Парная функция распределения. Вычисление потенциальной энергии. Зависимость свойств жидкости от строения молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Смектики. Нематики. Холестерики. Свойства и применение					[1]-[11]
	17	§ 34. Испарение и кипение жидкостей Испарение. Динамическое равновесие. Система пар - жидкость. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Кипение. Перегретая жидкость. Пузырьковые камеры. Переохлажденный пар. Камера Вильсона	2							
14	18	§ 36. Симметрии твердых тел Твердые тела. Определение симметрии. Ось симметрии n-го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Зеркально-поворотная ось и-го порядка. Точечные группы симметрии. Зеркальные изомеры § 37. Кристаллические решетки Необходимость периодической структуры. Примитивная решетка. Неоднозначность выбора базиса примитивной решетки. Трансляционная симметрия. Пространственные группы. Элементы симметрии решетки. Кристаллические классы. Симметрии сложных решеток. Кристаллографические системы координат. Обозначение атомных	2		§ 38. Дефекты кристаллических решеток Точечные дефекты. Дислокации					[1]-[11]

		плоскостей. Обозначение направлений								
15	19	§ 39. Теплоемкость твердых тел Классическая теория. Теплоемкость при низкой температуре. Модель Эйнштейна. Температура Эйнштейна. Недостаточность теории Эйнштейна. Элементарные возбуждения. Нормальные моды. Фононы. Модель Дебая. Дисперсионное соотношение. Определение числа мод. Плотность мод. Теплоемкость при низкой температуре. Температура Дебая. Теплоемкость при произвольной температуре. Вывод формулы для теплоемкости, исходя из представлений о фононах. Теплоемкость металлов	2		Жидкий гелий. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода					[1]-[11]
	20	§ 40. Кристаллизация и плавление Определение. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества. Поверхности в координатах p, V, T.	4							
16	21	§ 41. Сплавы и твердые растворы Определение. Сплавы. Твердые растворы § 42. Полимеры Введение. Макромолекулы. Классификация макромолекул. Образование макромолекул. Конформация макромолекул. Кристаллическая структура полимеров. Складывание цепей. Форма макромолекулярных кристаллов. Дефекты 4. Процессы переноса	2		§ 43. Виды процессов переноса Время релаксации. Теплопроводность. Диффузия. Вязкость					[1]-[11]
17	22	§ 44. Кинематические характеристики молекулярного движения Поперечное сечение. Средняя длина свободного пробега. Экспериментальное определение поперечного сечения столкновений. Частота столкновений. Поперечное сечение столкновений в модели твердых сфер. Средняя длина пробега § 45. Процессы переноса в газах Общее уравнение переноса. Теплопроводность. Вязкость. Самодиффузия. Связь между коэффициентами, характеризующими уравнение переноса. Взаимодиффузия в газе из различных молекул. Термическая диффузия. Парадокс Гиббса	2		§ 46. Физические явления в разреженных газах Вакуум. Теплопередача при малых давлениях. Диффузия при малых давлениях. Трение при малых давлениях. Сосуды, сообщающиеся через пористую перегородку. Обмен молекулами различных сортов через пористую перегородку. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела					[1]-[11]

18	23	§ 49. Элементы термодинамики необратимых процессов Задачи термодинамики необратимых процессов. Потоки и действующие силы. Связанные потоки. Соотношения взаимности Онзагера. Производство энтропии. Производство энтропии в тепловом потоке.	2		§ 47. Явления переноса в твердых телах Диффузия. Теплопроводность. Внешняя теплопроводность § 48. Явления переноса в жидкостях Диффузия. Теплопроводность. Вязкость					[1]-[11]

Формы контроля

Письменная (ПК), устная (УК), индивидуальная (ИК), фронтальная (ФК), групповая (ГК), аудиторное собеседование и опрос (АСО), допуск и защита лабораторных работ (Л), программированный контроль (ПК).

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 с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

1.6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(в том числе занятия, проводимые в интерактивной форме)

Лекции, лекции-беседы, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

С целью повышения качества подготовки, развития у студентов творческих способностей и актуализации творческого потенциала в процессе преподавания, наряду с традиционными дидактическими и учебными средствами, используются информационные образовательные и педагогические ресурсы Интернет, средства мультимедиа, технология текущего и рубежного тестирования, а также оригинальные технологии обучения, в том числе:

1. развитие дивергентного мышления студентов путем авторской методики составления вопросов к фразам, законам, явлениям;

2. применение активных методов формирования философских основ мировоззрения;

3. развитие креативного мышления студентов путем использования специальной методики анализа условия и решения задач;

4. использование расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей в учебном процессе;

5. обсуждение в форме диспута, дискуссий морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики;

6. «мозговой штурм»;

7. изменение организационной структуры и методики проведения лабораторных работ;

8. использование авторских учебных пособий оригинальной структуры;

9. использование тестовых заданий креативного уровня.

1.6. 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 справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического материала и выполнения практических заданий для подготовки к семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовки к экзамену.

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной повседневной работы.

В организации самостоятельной работы студентов должны сочетаться два основных направления:

1) самостоятельная работа в процессе семинарских и лабораторных занятий, опирающаяся на использование методик и форм организации лекций, способных обеспечить высокий уровень самостоятельности студентов и улучшение качества подготовки;

2) самостоятельная работа во внеаудиторное время, основная цель которой - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, сформировать у студента собственное мнение при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Для самостоятельной работы студентам предлагается изданный в виде учебных пособий и методических указаний материал по всем разделам дисциплины. В учебных пособиях и методических указаниях излагаются используемые понятия, упражнения, задачи и вопросы для самоконтроля.

В процессе самостоятельной работы студентам рекомендуется активно работать с имеющимися в библиотеке учебниками и учебными пособиями, как бумажными, так и электронными.

Методические рекомендации по организации СРС.

Поскольку основная задача дисциплины «Электричество и магнетизм», как и любой другой дисциплины, заключается в формировании специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности, необходимо перевести студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Самостоятельная работа студентов (СРС) должна

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. При прохождении дисциплины используются следующие виды контроля:

> входной контроль знаний и умений студентов при начале прохождения дисциплины;

> текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекционных занятиях;

> промежуточный контроль по окончании изучения раздела курса;

> самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;

> рубежные письменные контрольные работы;

> итоговый контроль по дисциплине в виде экзамена;

> контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

Методические рекомендации по написанию рефератов Реферат — письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе

личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности. Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования. Включает составление календарного плана научного исследования и плана предполагаемого реферата. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; литературное оформление исследовательской проблемы; обсуждение работы (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подобранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4.Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил:

Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику;

Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис - обоснование - вывод);

Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты;

Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft

Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее - по 20 мм, правое - 10 мм, левое - 30 мм, шрифт - Times New Roman , размер шрифта - 14, межстрочный интервал - полуторный. Лента принтера - только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная с третьей страницы. Номер проставляется арабскими цифрами вверху каждой страницы справа.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Методические рекомендации по использованию информационно- коммуникативных технологий обучения

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные временем методы преподавания, но, при этом, они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Компьютерное тестирование позволяет осуществлять итоговый контроль знаний студентов. Тестовый материал включает в себя содержание вопросов по каждому из обозначенных программой разделов.

Вопросы и темы, отводимые на выполнение самостоятельной работы по дисциплине, а также критерии оценивания по каждому виду работы содержатся в разделе 8 РПД.

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

дисциплины

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

Виды контроля.

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 семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам - учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

Индивидуальная работа преподавателя со студентом

Содержание работы

Студент самостоятельно прорабатывает пропущенный материал по учебнику или учебному пособию, если пропущено практическое занятие. Отвечает на вопросы по теме. Преподаватель разъясняет то, что оказалось трудным ПГ, И, Э, Д, ПБ

Помощь студентам в овладении трудными темами курса по их просьбе; ПГ, И, Э, Д, ПБ

Помощь студентам в работе над рефератами и презентациями по заданным темам. ПГ, И, Э, Д, ПБ

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	10
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	10
Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	10
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	10
рубежная письменная контрольная работа	25
Итого	**100**

1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ. (в последней редакции от 08.07.20 г. Пр.№ 173)

Система оценок СОГУ		
Сумма баллов	Название	Числовой эквивалент
86 - 100	отлично	5
71-85	хорошо	4
56-70	удовлетворительно	3

Аналогично для зачета.

Оценивание ответа студента на экзамене (зачете)

Этап	**Форма контроля**	**Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)**			
		86-100 %	**71–85%**	**60–70%**	**Менее 60%**
1. Текущий контроль (max. 20 баллов за 1 модуль)					
		4 балла	3 балла	2 балла	1 баллов
	Посещение занятий (max 4 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 55% занятий
		11–13 баллов	8-10 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 13 б.)	Студент активно работает на занятиях, отлично выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3 б.) / опорный конспект (max 3 б.)	Тема полностью раскрыта. Основательное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Академический 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 (15 б. за 1 модуль)					

		14–15 баллов	11–13 балл	08-10 баллов	0–7 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Студент способен на практике применять знания и умения в ходе выполнения конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		26–30 баллов	20–25 балла	15–19 баллов	0–14 баллов
	Экзамен/ зачет	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.

Результирующая оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».

1. Термодинамические и статистические методы в изучении макроскопических систем.

2. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества.

3. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул.

4. Число Авогадро.

5. Особенности межмолекулярного взаимодействия.

6. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.

7. Идеальный газ и его параметры.

8. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Давление.

9. Броуновское движение. Опыт Перрена.

10. Расчет движения броуновской частицы.

11. Вращательное броуновское движение.

12. Статистические распределения.

13. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

14. Распределение Максвелла.

15. Распределение Максвелла для относительных (приведённых) скоростей.

16. Средние скорости молекул.

17. Первое начало термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия.

18. Внутренняя энергия. Внутренняя энергия как функция состояния.

19. Молярная теплоемкость. Уравнение Майера.

20. Применение первого начала термодинамики к описанию изопроцессов в идеальном газе.

21. Современная классификация вечных двигателей.

22. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.

23. Политропический процесс

24. Второе начало термодинамики.

25. Циклы. Цикл Карно.

26. Холодильная машина.

27. Энтропия. Физический смысл энтропии. Статистическая интерпретация энтропии.

28. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.

29. Свободная энергия.

30. Энтальпия. Термодинамическая функция Гиббса.

31. Термодинамические потенциалы и условия равновесия.

32. Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы.

33.Основные характеристики молекулярного движения.

34. Поперечное сечение столкновений.

35. Среднее число столкновений и среднее время свободного пробега молекул.

36. Средняя длина свободного пробега молекул. Понятие физического вакуума.

37. Диффузия. Основной закон диффузии - закон Фика.

38. Стационарная диффузия. Нестационарная диффузия. Термическая диффузия.

39. Стационарная диффузия. Вычисление коэффициента диффузии.

40. Теплопроводность газов. Закон Фурье

41. Стационарная теплопроводность. Вычисление коэффициента теплопроводности.

42. Вязкость газов (внутреннее трение).

43. Вычисление коэффициента вязкости газов

44. Явления переноса. Соотношения между коэффициентами переноса.

45. Отклонение свойств газов от идеальности.

46. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

47. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

48. Критическое состояние вещества. 49.Эффект Джоуля-Томсона.

50. Сжижение газов.

51. Объемные свойства жидкостей.

52. Поверхностное натяжение жидкости. Давление Лапласа.

53. Капиллярные явления

54. Растворы. Основные количественные характеристики растворов.

55. Растворы. Закон Рауля.

56. Растворы. Закон Генри.

57. Осмос. Осмотическое давление.

58. Твёрдые тела. Кристаллические и аморфные тела.

59. Классификация кристаллов по типу связей.

60. Дефекты в кристаллах.

61. Тепловые свойства кристаллов.

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	**«Минимальный уровень» (56-70 баллов)**	**«Средний уровень» (71-85 баллов)**	**«Высокий уровень» (86-100 баллов)**
Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	*Компетенции сформированы.* Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного

принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	материала; - твердые знания теоретического материала. -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено	**Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»**	**Оценка «хорошо» / «зачтено»**	**Оценка «отлично» / «зачтено»**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2010.

2. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 2001.

4. Елканова Т.М. Практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 03.03.02 - Физика. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 148 с.

5. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 432 с.

6. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2001. – 640 с.

Дополнительная

7. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы. - М.: Высшая школа, 1986. - 256 с.

8. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Е. Иродов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 211 с. - 978-5-9963-1093-7. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95479

8. Кингсепп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Т.1. - М.: Физматлит, 2001. - 560 с.

9. Савельев И.В. Курс общей физики: в 5 кн. - Кн. 3: Молекулярная физика и термодинамика. М.: Наука, 2000.

10. Телеснин Р.В. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.

11. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Оникс, Мир и Образование, 2008.

в) Профессиональные базы данных и другие интернет-ресурсы:

Федеральный портал «Российское образование»	https://ro-edu.ru/
Портал «Цифровое образование»	http://www.digital-edu.ru
Научная педагогическая электронная библиотека	http://elib.gnpbu.ru
Педагогическая библиотека по разделам: Педагогика, Логопедия, Психология, Дефектология, Медицина, Филология, Управление образованием	http://pedlib.ru
Сайт научного деятеля педагогики Б.М. Бим-Бад. Педагогическая библиотека	http://www.bim-bad.ru/biblioteka/index.php
Электронная библиотека Московского государственного психолого-педагогического университета	http://psychlib.ru/index.php
Журнал «Современное дошкольное образование»	https://sdo-journal.ru/
ПРОФСТАНДАРТПЕДАГОГА.РФ	http://профстандартпедагога.рф/
Рособрнадзор	http://obrnadzor.gov.ru/ru/
Минпросвещения РФ	https://edu.gov.ru/
Открытое образование (портал)	https://openedu.ru/

г) программное обеспечение, ЭБС:

- 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 государственного учреждения 8	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
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	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия

	АРМ)		
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 тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03. 2025 г. С 14.04.2025 г.-20.04.2026 г.	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по 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_sour...m_campa 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	https://www.polpred.com/	Ресурс открытого доступа		Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.

архивом за 20 лет: - обзор СМИ; - Россия и зарубежье; - Федеральные округа РФ. - внешняя экономика, право.				
Национальная электронная Библиотека «НЭБ»	https://rusneb.ru/ Требуется регистрация.	Договор № 4513-п от 26.12.2023 г. (на 10 лет с последующей автоматической пролонгацией) Без ограничения срока	Российская государственная библиотека	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству 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.