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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
30 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Молекулярная физика»

Направление 03.03.02 Физика

Профиль: " Физика конденсированного состояния "

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2017г.)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07. 08. 2014 г. № 937, учебным планом подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» от 30.04. 2020 г., протокол № 9.

Составитель: Елканова Т.М., доцент кафедры физики и астрономии.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики и астрономии (протокол № 10 от 25 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____А.М. Туриев

Одобрена Советом физико-технического факультета

(протокол №7 от «29» июня 2020 г.)

Председатель_____И.В. Тваури

1.1 СТРУКТУРА, И ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	
Семестр	II	
Лекции	36	
Практические (семинарские) занятия	54	
Лабораторные занятия	72	
Консультации		
Итого аудиторных занятий	90+72	
Самостоятельная работа	63	
Курсовая работа	Не предусмотрена	
Форма контроля		
экзамен	+	
Зачет	+	
	27	
Общее количество часов	252	

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 (Б3.Б.1.2).

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.

1.4 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент, освоивший программу дисциплины, должен обладать следующими компетенциями:

общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

профессиональными компетенциями (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

- готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);

- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);
- способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

- способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);
- способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7);
- способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования (ПК-8);

педагогическая и просветительская деятельность:

- способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

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.

Выписка из ФГОС-3 ВПО для дисциплины Б3.Б.1.2 «Молекулярная физика» (Рекомендовано Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации для высших учебных заведений – URL: http://foroff.phys.msu.ru/ phys/programs/gp.htm#%D0%9C%D0%9E%D0%9B).

Б3.Б.1 Общая физика.

Б3.Б.1.2 Молекулярная физика

1.1. Введение. Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.

1.2. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.

1.3. Идеальный газ. Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биноминального распределения: распределения Пуассона и Гауса. Флюктуации плотности идеального газа. Малость относительных флюктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа.

1.4. Понятие температуры. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона - Менделеева).

1.5. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

1.6. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла - Больцмана и его экспериментальная проверка.
1.7. Броуновское движение. Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.
1.8. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.
1.9. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.
1.10. Циклические процессы. Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.
1.11. Второе начало термодинамики. Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.
1.12. Понятие энтропии термодинамической системы. Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.
1.13. Реальные газы и жидкости. Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда - Джонса. Эффект Джоуля - Томсона. Методы получения низких температур.

1.14. Поверхностные явления в жидкостях. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.

1.15. Твердые тела. Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.

1.16. Фазовые переходы первого и второго рода. Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.

1.17. Явления переноса. Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа.

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	пр	Содержание	Часы		min	max	
1	**1**	**Тема 1. Введение** Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах. **Тема 2. Статистический подход к описанию молекулярных явлений.** Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.	2	4	Возникновение и развитие представлений о молекулярном строении вещества. Молекулярный и макроскопический уровни описания вещества. Невозможность детального микроскопического описания вещества. Молекулярный хаос и закон больших чисел.	2	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
2	2	**Тема 3. Идеальный газ.** Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биноминального распределения: распределения Пуассона и Гауса. Флюктуации плотности идеального газа. Малость относительных флюктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа. **Тема 4. Понятие температуры.** Принципы	2	2	Работы Штерна и Герлаха с молекулярными пучками.	2	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]

		конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона - Менделеева).								
3	3	**Тема 5. Распределение молекул газа по скоростям.** Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.	2	4	Наиболее вероятная, средняя абсолютная и средняя квадратичная скорости. Безразмерная форма функции распределения Максвелла. Распределение по скоростям в произвольной системе. Эмпирические температурные шкалы. Термические уравнения состояния. Механическое и термическое равновесие подсистем. Газокинетическая шкала температур.	2	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
4	**4**	**Тема 6. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.** Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла - Больцмана и его экспериментальная проверка.	2	2	Фазовое пространство скоростей. Распределение по скоростям - плотность числа молекул и плотность вероятности. Нормировка. Вычисление средних. Распределение по скоростям как совместное распределение по компонентам вектора. Условие независимости частных распределений. Равновесность распределения Максвелла-Больцмана. Атмосферы планет. Неустойчивость планетных атмосфер. Влияние температуры на эффективное сечение и среднюю длину свободного пробега - формула Сезерленда (без вывода). Экспериментальное изучение распределения свободных пробегов в молекулярных пучках.	6	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
5	5	**Тема 7. Броуновское движение.** Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.	2	4			ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]

6	6	**Тема 8. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.** Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.	2	2	Внешние и внутренние переменные. Экстенсивные и интенсивные переменные. Работа и сопряженные пары переменных. Обобщенные координаты и обобщенные силы.		ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
7	**7**	**Тема 9. Первое начало термодинамики.** Теплоёмкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи.	2	4	Работа изменения объема газа или жидкости. Типы взаимодействий (механическое, тепловое) и типы изоляции (полная, силовая, адиабатическая); жесткая диаметрическая и адиабатическая оболочки. Общее начало термодинамики - постулат о существовании равновесного состояния изолированной системы. Полное и частичное равновесия. Динамический характер равновесия. Понятие времени релаксации.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
8	8	Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости. Квантовомеханическая теория теплоемкости идеального газа. Понятие о дуализме корпускулярных и волновых свойств материи, квантовании энергии при ограниченном движении, допускаемых значениях энергии посту нательного, вращательного и колебательного движений.	2	2	Распределение молекул по уровням энергии гармонического осциллятора. Внутренняя энергия и теплоемкость системы гармонических осцилляторов (вывод формулы Планка - Эйнштейна). Вращательный вклад в теплоемкость (качественно). Общая картина зависимости идеального газа от температуры (на примере газа из	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]

9	9	**Тема 10. Циклические процессы.** Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.	2	4	двухатомных молекул).		ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
10	**10**	**Тема 11. Второе начало термодинамики.** Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.	2	2	Обратимость и необратимость процессов. Обратимость равновесных (квазистатических) процессов. Необратимость релаксации. Неравновесные (нестатические) процессы и их необратимость. Анализ примеров необратимых процессов: изотермическое расширение (сжатие) при конечной разности температур системы и термостата; адиабатическое расширение (сжатие) с большой скоростью или при неполной изоляции; деформация при ступенчатом нагружении; расширение газа в пустоту; перезарядка конденсатора. Роль сил трения. Полезная работа при обратимом и необратимом процессах.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
11	**11**	**Тема 12. Понятие энтропии термодинамической системы.** Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.	2	4	Термодинамические потенциалы и тождества. Основное термодинамическое тождество - дифференциальная форма закона сохранения энергии для равновесных процессов. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Преимущества записи свойств с помощью потенциала.	4		**0**	**5**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
12	12	**Тема 13. Реальные газы и жидкости.** Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.	2	2	Процессы, идущие произвольно, и процессы, требующие компенсации. "Обесценивание	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6],

		Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда - Джонса. Эффект Джоуля - Томсона. Методы получения низких температур			энергии". Проблема "тепловой смерти Вселенной" и некорректность ее постановки; идеологическая борьба вокруг проблемы "тепловой смерти". Изменение энтропии при флуктуациях. Связь энтропии и информации. Понятие о проблеме микроскопической обратимости и макроскопической необратимости					[11]
13	13	**Тема 14. Поверхностные явления в жидкостях.** Понятие о природе межмолекулярного взаимодействия: кулоновские силы, диполь-дипольное притяжение - ориентационное, индукционное и дисперсионное; силы отталкивания. Общая форма зависимости силы и потенциальной энергии взаимодействия от расстояния. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	2	4	Модельные потенциалы: твердых сфер, твердых сфер с притяжением, степенной закон отталкивания. Метастабильные состояния в системе жидкость-пар. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью жидкости. Неустойчивость капель и пузырьков как зародышей конденсации и парообразования. Пересыщенный (переохлажденный) пар, перегретая жидкость, растянутая жидкость. Условия кипения. Камера Вильсона и пузырьковая камера.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
14	14	**Тема 15. Твердые тела.** Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия.	2	2	Источники информации о расположении атомов в кристалле. Физические типы кристаллических решеток: ионные, ковалентные, молекулярные, металлические кристаллы. Атомные частицы и молекулярные группы в кристаллах.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
15	15	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.	2	4	Вычисление энергии и упругости кристалла (на примере кубической ионной решетки). Сравнение, с опытом, использование для определения параметров потенциала взаимодействия.	2	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]

16		**Тема 16. Фазовые переходы первого и второго рода.** Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.	2	2	Термодинамические функции идеального раствора. Смеси газов, жидкие и твердые растворы. Твердые растворы, замещения и внедрения. Идеальный твердый раствор: аддитивность энергий и объемов, энтропия смешения, термодинамический потенциал Гиббса.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	**0**	**6**	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
17		**Тема 17. Явления переноса.** Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа.	2	4	Явления переноса в ультраразреженном газе. Понятие ультраразреженного газа и области его применения. Бесстолкновительная передача тепла и импульса, эффективные коэффициенты переноса. Изотермическая и температурная эффузия. Радиометрический эффект. Объяснение механизма термодиффузии.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, ПК	**0**	**6**	[[1], [2], [3], [4] [6], [11]
18		**Тема 18. Растворы.** Термодинамические функции идеального раствора. Химические потенциалы компонентов идеального раствора. Понятие о химическом равновесии и законе действующих масс. Слабый раствор: идеальность по отношению к растворителю, квазиидеальность по отношению к растворенному веществу. 44. Равновесие жидкого раствора с другими фазами. Растворимость газов: закон Генри. Зависимость растворимости газов и твердых тел в жидкостях от температуры: связь с теплотой растворения. Парциальное давление паров над раствором: закон Рауля. Осмотическое давление: закон Вант-Гоффа. Связь между законами Вант-Гоффа и Рауля. Фазовые переходы в растворах. Зависимость температур кипения и замерзания раствора от	2	2	Смеси газов, жидкие и твердые растворы. Твердые растворы, замещения и внедрения. Идеальный твердый раствор: аддитивность энергий и объемов, энтропия смешения, термодинамический потенциал Гиббса. Распространение модели идеального раствора на жидкую фазу. Термодинамический потенциал смеси газов: смесь газов как идеальный раствор. Эвтектика. Очистка кристаллов зонной плавкой	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, ПК		**5**	

		концентрации. Эбулиоскопия и криоскопия. Охлаждающие смеси. Диаграммы плавкости. .								
		Итого	36	54		54		**0**	**100**	

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).

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.

Все лекции сопровождаются использованием интерактивной доски и мультимедийных технологий.

N	Тема	Вид занятия	Кол-во час.	Активные формы	Интерактивные формы
1	Идеальный газ.	практ	10	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Обучение составлению доклада/сообщения по теме исследования. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Дискуссия, обсуждение, столкновение различных точек зрения, позиций. Использование специальной методики анализа условия и решения задач. Дискуссия по презентациям, подготовленным студентами.
2	Понятие температуры.	практ	2	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализациирасширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
3	Распределение молекул газа по скоростям	практ	6	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализациирасширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
4	Идеальный газ во	практ	4	Составление вопросов	Использование

	внешнем потенциальном поле.			к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
5	Законы термодинамики	практ	16	Использование специальной методики анализа условия и решения задач. Составление студентами проектов по перспективам использования изучаемых явлений. Применение активных методов формирования философских основ мировоззрения.	Групповая дискуссия, диспут, обсуждение морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики. Презентация проектов студентами.
6	Реальные газы	практ	4	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Групповая дискуссия, диспут, обсуждение морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики.
7	Поверхностные явления в жидкостях	практ	6	Составление студентами проектов по перспективам использования изучаемых явлений.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация

					проектов студентам
8	Явления переноса	практ	6	Составление командных проектов студентами. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализациирасширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Дискуссия по презентациям на интерактивной доске, подготовленным студентами.
	Итого:		54		

1.6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.

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

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

Общие рекомендации. Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций, учебными пособиями и методическими указаниями по дисциплине. Необходимо просмотреть конспект (пособие, методические указания, демонстрационный материал и т.д.) сразу после занятий, отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, нужно сформулировать вопросы и обратиться за помощью к

преподавателю на семинарском занятии или ближайшей лекции. Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и с использованием средства программированного контроля и самоконтроля знаний студентов с помощью технических средств и учебных пособий.

Самостоятельная работа при прохождении дисциплины должна занимать важное место в учебной деятельности студентов. Она должна быть осознана студентами как свободная по выбору, внутренне мотивированная деятельность. Наличие самостоятельной работы студентов является одним из важнейших средств формирования способностей самостоятельно добывать, перерабатывать и практически применять знания. В результате происходит ограничение объясняющей функции преподавателя, переход от описательного объяснения к доказательному, формирование творческого мышления. Самостоятельная работа предполагает осознание цели своей деятельности, принятие учебной задачи, придание ей личного смысла, самоорганизацию в распределении учебных действий во времени, самоконтроль в их выполнении и др.

Самостоятельная работа студентов (СРС) при прохождении дисциплины имеет целью превратить студентов 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) является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой.

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 «Молекулярная физика», 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 стать основой образовательного процесса.

Главное в стратегической линии организации самостоятельной работы студентов при прохождении дисциплины заключается не в оптимизации ее отдельных видов, а в создании условий высокой активности, самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее в ходе всех видов учебной деятельности.

В общем случае возможны два основных направления построения учебного процесса на основе самостоятельной работы студентов. Первый – это увеличение роли самостоятельной работы в ходе семинарских и лабораторных занятий. Второй – повышение активности студентов по всем направлениям самостоятельной работы во внеаудиторное время. Решающая роль в организации СРС принадлежит преподавателю, который должен работать не со студентом «вообще», а с конкретной личностью, с ее сильными и слабыми сторонами, индивидуальными способностями и наклонностями.

Чтобы развить положительное отношение студентов к внеаудиторной СРС, следует на каждом ее этапе разъяснять цели работы, контролировать понимание этих целей студентами, постепенно формируя у них умение самостоятельной постановки задачи и выбора цели.

По материалам раздела целесообразно выдавать студентам домашнее задание и на собеседованиях по разделу подвести итоги его выполнения, выдать дополнительные задания тем студентам, которые хотят повысить оценку. Результаты выполнения этих заданий повышают оценку уже в конце семестра, на зачетной неделе.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса по дисциплине является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу относятся тексты лекций, учебные и методические пособия, банки заданий и задач, информационные базы дисциплины и другое. Это позволяет организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

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.

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 по заданным темам.	ПГ, И, Э, Д, ПБ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2010.
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 010700.62 – Физика. - Владикавказ: СОГУ, 2014. – 201 с.
5. Бурсиан Э. В. Физические приборы: Учебное пособие. - М.: Просвещение, 1984.- 271 с.
6. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 432 с.

Дополнительная

7. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы. - М.: Высшая школа, 1986. – 256 с.
8. Елканова Т. М. Вопросы и задания по курсу общей физики. - Орджоникидзе: СОГУ, 1988. – 28с.
9. Елканова Т. М. Философские проблемы физики в вопросах и ответах: Учебное пособие. - Владикавказ: СОГУ, 1992. – 111 с.
10. Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. М.: Атомиздат, 1978. – 231 с.
11. 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
12. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. - М.: Мир, 1980. – 208 с.
13. Кингсепп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Т.1. – М.: Физматлит, 2001. - 560 с.
14. Савельев И.В. Курс общей физики : в 5 кн. – Кн. 3 : Молекулярная физика и термодинамика. М.: Наука, 2000.
15. Сквайрс Дж. Практическая физика. - М.: Мир, 1971. - 246 с.
16. Телеснин Р.В. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.
17. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Оникс, Мир и Образование, 2008.

Интернет-ресурсы

1. Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):
2. - библиотеке e-library,
3. - электронной библиотеке диссертаций РГБ,
4. - университетской библиотеке online;
5. собственным библиографическим базам данных:
6. - электронному каталогу,
7. - электронной картотеке газетно-журнальных статей,
8. - электронной картотеке авторефератов диссертаций и диссертаций.

9. Демонстрации -
http://skillopedia.ru/materials_tags.php?tag=%EC%EE%EB%E5%EA%F3%EB% FF%F0%ED%E0%FF+%F4%E8%E7%E8%EA%E0
http://school-collection.iv-edu.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9ece1f86260293/
78879/?interface=themcol
10.Демонстрационные модели
http://sc.karelia.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9ece1f86260293/
38063/?interface=themcol

Учебные пособия, разработанные составителем УМК Елкановой Т.М.

1 Елканова Т.М. Краткий практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Владикавказ: изд-во СОГУ, 2014. - 160 с.
2 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. - Владикавказ: изд-во СОГУ, 2014. - 250 с.
3 Елканова Т.М. Практикум новой структуры по молекулярной физике. - Владикавказ, ИПЦ СОИГСИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2013. – 160 с.
4 Елканова Т.М. Тесты по молекулярной физике. – М.: Спутник+, 2017. – 130 с.
5 Елканова Т.М. Тесты по физике. – М.: Мегаполис, 2017. – 107 с.

1.7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс, доступ к сети Интернет (во время самостоятельной работы), оргтехника, электронная база данных библиотеки СОГУ, лекционные аудитории; кабинет, оснащенный интерактивной доской, проектором.

Сведения о преподавателе (ППС).

Ф.И.О.	Какое образовательное учреждение профессионального образования закончил (а), специальность по диплому	Ученая степень, ученое звание	Стаж научно-педагогической работы, годы			Основное место работы, должность	Условия привлечения (штатный, внутренний совместитель, внешний совместитель, почасовик)	Повышение квалификации
			Всего	В том числе				
				По специальности	По дисциплине			
Елканова Тамара Михайловна	Северо-Кавказский горно-металлургический институт Инженер электронной техники	Кандидат физико-математических наук, доцент	49	49	6	ФБГОУ «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», кафедра физики конденсированного состояния, доцент	Штатный	МГУ- 1981, 1986, 1987, 1992, СКГМИ – 1998, Федеральный институт развития образования (г. Москва) – 2008 СОГУ - 2013

Разработчик:

Елканова Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Северо-Осетинского государственного университета.

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики

от _____г., протокол № ___