

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

«16» июня 2022 г., протокол УС № 6

**ФИЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ**  
**Молекулярная физика и термодинамика**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой      **Экспериментальной физики**

Учебный план                      b040301-Хим-22-2.rlx  
   04.03.01 ХИМИЯ  
   Направленность (профиль): Химия

Квалификация                      **Бакалавр**

Форма обучения                    **очная**

Общая трудоемкость              **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану              180

    в том числе:

    аудиторные занятия                      96

    самостоятельная работа                48

    часов на контроль                        36

Виды контроля    в семестрах:  
                                 экзамены 4

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	96	96	96	96
Контактная работа	96	96	96	96
Сам. работа	48	48	48	48
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент Семенов Олег Юрьевич*

Рабочая программа дисциплины

**Молекулярная физика и термодинамика**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия (приказ Минобрнауки России от 17.07.2017 г. № 671)

составлена на основании учебного плана:

04.03.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль): Химия

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников Андрей Владимирович

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика» является изучение двух подходов - статистического и термодинамического - к описанию поведения систем, состоящих из огромного числа частиц (макростистем), таких как газы, жидкости и твердые тела; ознакомление с закономерностями молекулярного движения и его характеристиками; формирование представлений о законах и методах молекулярной физики и термодинамики.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математический анализ
2.1.2	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.3	Электричество и магнетизм
2.1.4	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.5	Механика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Хроматографический контроль нефтегазодобычи и переработки
2.2.2	Основы хроматографических методов
2.2.3	Аналитическая химия
2.2.4	Органическая химия
2.2.5	Физическая химия
2.2.6	Строение вещества
2.2.7	Оптика и квантовая физика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>ОПК-4.1:</b> Использует теоретические основы математики и физики при решении профессиональных задач
<b>ОПК-4.3:</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
<b>УК-1.1:</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
<b>УК-1.2:</b> Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
<b>УК-1.3:</b> Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	фундаментальные понятия, законы и теории молекулярной физики и термодинамики;
3.1.2	связь с законами молекулярной физики и термодинамики основных физических явлений окружающего мира;
3.1.3	приемы и методы решения конкретных физических задач, связанных с молекулярной физикой и термодинамикой.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	эффективно использовать приемы и методы решения конкретных физических задач, связанных с молекулярной физикой и термодинамикой;

3.2.2	анализировать результаты теоретических исследований и расчетов и определять их конкретное прикладное значение;
3.2.3	находить наиболее рациональные пути и методы решения конкретных прикладных задач, связанных с молекулярной физикой и термодинамикой, на основе физических законов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками применения фундаментальных законов молекулярной физики и термодинамики;
3.3.2	приемами современных методов физических исследований и применять их в своей практической деятельности;
3.3.3	владеть приемами физики, применяемыми для критического осмысления получаемых результатов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Идеальный газ</b>					
1.1	Статистический и термодинамический методы. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Физический смысл температуры. Закон Дальтона. Степени свободы. Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. /Лек/	4	4	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3	
1.2	Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Внутренняя энергия идеального газа. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
1.3	Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
1.4	Идеальный газ /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	
	<b>Раздел 2. Распределения Максвелла и Больцмана</b>					
2.1	Распределение Максвелла. Опытная проверка распределения Максвелла. Характерные скорости. Формула Максвелла в приведенном виде. Зависимость распределения Максвелла от температуры. Распределение по энергиям молекул. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Закон распределения Максвелла-Больцмана. /Лек/	4	4	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3	
2.2	Характерные скорости. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
2.3	Измерение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
2.4	Распределения Максвелла и Больцмана /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	
	<b>Раздел 3. Неравновесные макросистемы</b>					

3.1	Явления переноса в термодинамически неравновесных средах. Эмпирические уравнения процессов переноса. Средняя длина свободного пробега молекул. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Анализ коэффициентов переноса. /Лек/	4	4	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
3.2	Явления переноса. Средняя длина свободного пробега молекул. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
3.3	Определение изменения энтропии при фазовом переходе /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
3.4	Неравновесные макросистемы /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	
<b>Раздел 4. Первое начало термодинамики</b>						
4.1	Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость идеального газа. Молярная теплоемкость при постоянном объеме. Молярная теплоемкость при постоянном давлении. Постоянная адиабаты. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. Политропические процессы. /Лек/	4	6	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
4.2	Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость идеального газа. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
4.3	Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкостей газа /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
4.4	Первое начало термодинамики /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2	
<b>Раздел 5. Второе начало термодинамики</b>						
5.1	Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Свойства энтропии. Изменение энтропии в изопроцессах. Круговой процесс. Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса. Цикл Карно. Статистический смысл второго начала термодинамики. Энтропия и вероятность. /Лек/	4	2	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
5.2	Энтропия. Свойства энтропии. Изменение энтропии в изопроцессах. Круговой процесс. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
5.3	Определение коэффициента внутреннего трения жидкости /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	

5.4	Второе начало термодинамики /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2	
<b>Раздел 6. Реальные газы</b>						
6.1	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия ван-дер-ваальсовского газа. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона. Интегральный эффект Джоуля-Томсона. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы. Диаграмма состояний. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. /Лек/	4	6	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
6.2	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия ван-дер-ваальсовского газа. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
6.3	Определение коэффициента внутреннего трения и средней длины свободного пробега молекул воздуха /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
6.4	Реальные газы /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2	
<b>Раздел 7. Жидкое состояние вещества</b>						
7.1	Жидкое состояние. Поверхностное натяжение Давление под изогнутой поверхностью. Явления на границах между средами. Капиллярные явления. /Лек/	4	2	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
7.2	Поверхностное натяжение Давление под изогнутой поверхностью. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
7.3	Определение коэффициента теплопроводности металла /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
7.4	Жидкое состояние вещества /Ср/	4	6	УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2	
<b>Раздел 8. Кристаллическое состояние. Плазма.</b>						
8.1	Кристаллическое состояние. Физические типы кристаллов. Теплоёмкость твердых тел. Классическая модель. Теплоёмкость твердых тел. Модель Эйнштейна. Теплоёмкость твердых тел. Модель Дебая. /Лек/	4	4	УК-1.1 УК-1.2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	
8.2	Теплоёмкость твердых тел. Классическая модель. /Пр/	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1Л2.1	
8.3	Изучение распределения Больцмана и определение работы выхода электронов из металла в вакуум. Изучение распределения Максвелла /Лаб/	4	4	ОПК-4.1 УК-1.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
8.4	Кристаллическое состояние. Плазма. /Ср/	4	6		Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2	

	<b>Раздел 9.</b>					
9.1	Контрольная работа /Контр.раб./	4	13	ОПК-4.1 УК -1.1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3	
9.2	Экзамен /Экзамен/	4	23	ОПК-4.1 ОПК-4.3 УК -1.1 УК-1.2 УК-1.3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлены отдельным документом

#### 5.2. Темы письменных работ

Представлены отдельным документом

#### 5.3. Фонд оценочных средств

Представлены отдельным документом

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Чертов А. Г., Воробьев А. А.	Задачник по физике: стереотипное издание	Москва: Альянс, 2016	40
Л1.2	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2016	30
Л1.3	Савельев И. В.	Курс общей физики: учеб. пособие	Москва: Лань, 2011, Электронный ресурс	1
Л1.4	Иродов И. Е.	Физика макросистем. Основные законы	Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015, Электронный ресурс	1

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Иродов И. Е.	Задачи по общей физике	Москва: Лань", 2016, Электронный ресурс	1
Л2.2	Хавруняк В. Г.	Курс физики: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА-М", 2014, Электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.3	Канн К. Б.	Курс общей физики: Учебное пособие	Москва: ООО "КУРС", 2014, Электронный ресурс	1

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Манина Е. А., Шадрин Г. А.	Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	93
ЛЗ.2	Заводовский А. Г., Гуртовская Р. Н., Коновалова Е. В., Манина Е. А.	Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2010	259

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Портал:Физика — Википедия [Электронный ресурс] — Режим доступа: <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал:Физика">https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал:Физика</a> — Загл. с экрана.
Э2	Encyclopedia:Physics - Scholarpedia [Электронный ресурс] — Режим доступа: <a href="http://www.scholarpedia.org/article/Encyclopedia_of_physics">http://www.scholarpedia.org/article/Encyclopedia_of_physics</a> — Загл. с экрана.

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Word
6.3.1.2	Microsoft Exsel
6.3.1.3	Microsoft PowerPoint
6.3.1.4	MathCad
6.3.1.5	MATLAB

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.2	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для предоставления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях.
7.2	Лаборатория молекулярной физики и термодинамики
7.3	Лабораторные установки:
7.4	•Определение удельной теплоты плавления олова
7.5	•Определение теплоемкости воздуха
7.6	•Определение коэффициента теплопроводности металла
7.7	•Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкостей газа
7.8	•Определение вязкости жидкостей
7.9	•Определение удельной теплоемкости твердых тел
7.10	Приборы: секундомер, штангенциркуль, линейки, милливольтметры, амперметры, термометры, барометр, электронные весы, блоки питания.