

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.14.02 ОБЩАЯ ФИЗИКА

Молекулярная физика

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

03.03.02.33 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д.ф.-м.н., профессор, Баир Батуевич Дамдинов

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина "Молекулярная физика" предназначена для ознакомления студентов с современной физической картиной мира, историей развития физики и основных ее открытий, выработки у студентов основ естественнонаучного мировоззрения, изучения теоретических методов анализа физических явлений, обучения грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины "Молекулярная физика" студент должен изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами курса являются:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций в профессиональной деятельности;
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	
ОПК-1.1: Демонстрирует владение фундаментальными законами природы; основными физическими и	знать основные положения, законы и методы молекулярной физики и термодинамики уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области

математическими методами накопления, передачи и обработки информации	молекулярной физики и термодинамики владеть навыками поиска информации различными (в том числе и электронными) методами
ОПК-1.2: Применяет полученные знания для решения задач теоретического и прикладного характера	знать современные методы анализа и исследований, необходимые для верификации теоретических положений молекулярной физики и термодинамики уметь применять основные законы и методы молекулярной физики и термодинамики владеть навыками обработки и анализа теоретической и экспериментальной информации в области молекулярной физики и термодинамики
ОПК-1.3: Использует базовые экспериментальные и теоретические методы исследований	знать методы анализа и исследований для подтверждения теоретических положений молекулярной физики и термодинамики уметь использовать экспериментальные и практические методы исследования в молекулярной физике и термодинамике владеть навыками оценки границ применимости законов молекулярной физики и термодинамики
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	
ОПК-2.1: Проводит научные исследования физических объектов, систем и процессов	знать роль и место молекулярной физики и термодинамики в современной научной картине мира уметь проводить эксперимент в молекулярной физике и термодинамике и интерпретировать экспериментальные данные владеть навыками интерпретации результатов теоретических и экспериментальных исследований
ОПК-2.2: Представляет результаты научных исследований	знать теоретические основы, законы и методы молекулярной физики и термодинамики уметь использовать на практике основные положения и законы молекулярной физики и термодинамики владеть навыками самостоятельно осваивать материал, выходящий за рамки изучаемой дисциплины
ОПК-2.3: Использует методы обработки экспериментальных данных	знать методы обработки и анализа молекулярных систем уметь применять методы анализа экспериментальных данных на основе термодинамических моделей владеть навыками извлечения параметров молекулярных систем на основе измерений

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ									
	1. Основы термодинамики. Предмет термодинамики и молекулярной физики. Феноменологический и теоретический подходы. Термодинамические параметры. Микро- и макросостояния системы. Нулевое начало термодинамики. Фазовые диаграммы. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.	2							
	2. Первое начало термодинамики. Термическое и калорическое уравнения состояния. Замена независимых переменных. Частные производные. Связь теплоты и работы. Единицы измерения теплоты. Порядки величин. Внутренняя энергия. Сохранение энергии. Формулировка первого начала термодинамики.	2							

3. Второе начало термодинамики Преобразование теплоты в работу. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Вечный двигатель второго рода. Две теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса.	2							
4. Теплоемкость. Температура. Энтропия. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Политропический процесс. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Энтропия и её изменение в различных процессах.	2							
5. Третье начало термодинамики Формулировка третьего начала термодинамики. Некоторые следствия третьего начала. Парадоксы статистической физики.	2							
6. Методы термодинамических потенциалов. Метод циклов. Метод потенциалов. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия и свободная энтальпия. Термодинамические потенциалы сложных систем.	2							
7. Предмет молекулярной физики и термодинамики. Феноменологический и теоретический подходы. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Физические ограничения термодинамической теории. Фазовые диаграммы.			2					

<p>8. Первое начало термодинамики. Термическое и калорическое уравнения состояния. Замена независимых переменных. Частные производные. Связь теплоты и работы. Единицы измерения теплоты. Порядки величин. Внутренняя энергия. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Формулировка первого начала термодинамики.</p>			2					
<p>9. Второе начало термодинамики. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости. Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Тепловые машины.</p>			2					
<p>10. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Вечный двигатель второго рода. Две теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Формулировки Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Температура и энтропия. Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Изменения энтропии и повышение теплового беспорядка.</p>			2					

11. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия. Принцип Ле-Шателье—Брауна. Третье начало термодинамики (теорема Нернста). Термодинамические функции и равновесие. Метод циклов. Метод потенциалов. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия и свободная энтальпия.			4					
12. Становление представлений об атомах и молекулах. Закон Авогадро и история его открытия. Методы измерения скоростей молекул. Шкалы температур. История создания. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Методы измерения низких давлений. Оригинальные методы измерения теплоемкостей. Виды тепловых машин.							16	
2. ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ								
1. Условия равновесия и устойчивости Тепловое равновесие систем. Условия равновесия. Принцип Ле-Шателье—Брауна. Равновесие гомогенной системы. Условие химического равновесия. Равновесие гетерогенной системы.	2							
2. Термодинамика физических систем Термодинамика гальванических и топливных элементов. Эффект Джоуля-Томсона. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Магнитострикция. Электрострикция. Пьезоэффект.	2							
3. Агрегатные состояния. Твердые тела. Реальные газы и жидкости. Переход из газообразного состояния в жидкое. Термодинамика излучения. Термодинамика плазмы. Экспериментальные изотермы.	2							

4. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение и давление. Принцип Гиббса-Кюри. Теорема Вульфа. Образование новой фазы. Зародыши. Диссипативные структуры.	2							
5. Фазовые переходы. 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. Уравнения Эрнфеста. Условие равновесия фаз химически однородного вещества.	2							
6. Критические явления. Термодинамика сверхпроводящего перехода. Критические и закритические явления. Теория критических индексов. Неравновесные процессы. Необратимые процессы. Соотношения Онсагера и принцип Кюри.	2							
7. Тепловое равновесие. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия. Принцип Ле-Шателье—Брауна. Равновесие гомогенной системы. Условие химического равновесия. Равновесие гетерогенной системы.			2					
8. Термодинамика физических систем. Термодинамика гальванических и топливных элементов. Эффект Джоуля-Томсона. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Магнитострикция. Электрострикция. Пьезоэффект.			2					

9. Агрегатные состояния. Твердые тела. Реальные газы и жидкости. Переход из газообразного состояния в жидкое. Термодинамика излучения. Термодинамика плазмы. Экспериментальные изотермы. Тепловые и механические свойства твердых тел.			2					
10. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение и давление. Принцип Гиббса-Кюри. Теорема Вульфа. Образование новой фазы. Зародыши. Диссипативные структуры.			2					
11. Фазовые переходы первого и второго рода. Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термо-динамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Взаимодействие молекул и фазовые переходы.			2					
12. Критические явления. Термодинамика сверхпроводящего перехода. Критические и закритические явления. Теория критических индексов. Неравновесные процессы. Необратимые процессы. Соотношения Онсагера и принцип Кюри.			2					
13. Структурные фазовые переходы. Модификации кристаллических решеток. История построения теории равновесного излучения. Термодинамика магнитных систем. Статистическая сумма. Проекты идеальных тепловых машин. «Парадоксы» энтропии. Тепловой насос. Устройство «бытовых тепловых насосов». Центральная предельная теорема, ее приложения.							10	
3. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ								

<p>1. Основы молекулярно-кинетической теории. Молекулярная теория давления идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Биномиальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределение Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа.</p>	2							
<p>2. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип де-Гольтового равновесия. Распределение молекул по компонентам скоростей и по модулю скорости. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана. Броуновское движение. Теория Эйнштейна-Смолуховского.</p>	2							
<p>3. Явления переноса. Релаксационные процессы в молекулярных системах. Уравнение переноса. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Теплопроводность: закон Фурье. Диффузия: закон Фика.</p>	2							
<p>4. Вязкость. Реология. Вязкость (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Вязкоупругие свойства. Реологические модели.</p>	2							

5. Реальные газы и жидкости. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Силы межмолекулярного взаимодействия. Эффект Джоуля-Томсона. Методы получения низких температур. Ожижитель Капицы.	2							
6. Поверхностные явления в жидкостях. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Мыльные пленки.	2							
7. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Биномиальное распределение (распределение Бернулли). Распределения Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа. Основные статистические понятия. Равновесное излучение.			2					
8. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Взаимодействие молекул. Измерения скоростей. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана. Длина свободного пробега. Частота соударений. Броуновское движение.			2					
9. Явления переноса. Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Диффузия: закон Фика. Теплопроводность: закон Фурье.			2					

10. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Реология вязкоупругих систем. Ньютоновские и неньютоновские материалы.			2					
11. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Силы межмолекулярного взаимодействия. Эффект Джоуля-Томсона.			2					
12. Поверхностные явления в жидкостях. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.			2					
13. Квантовый вывод уравнения состояния идеального газа. Уравнения реального газа (кроме Ван-дер-Ваальса). Простые опыты с насыщенным паром. Оригинальные методы измерения влажности. Применение капиллярных явлений в технике и других областях. Фуллерены.							10	
Всего	36		36				36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Базаров И. П. Термодинамика: учебник для физических специальностей университетов(Москва: Высшая школа).
2. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов(СПб.: Книжный мир).
3. Москвич О. И. Общая физика. Молекулярная физика: курс лекций (Красноярск: СФУ).
4. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: учеб. пособие для студентов вузов (Москва: Оникс).
5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов(М.: БИНОМ).
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для студ. вузов(М.: ФИЗМАТЛИТ).
7. Москвич О. И. Общая физика. Молекулярная физика: учеб.-метод. пособие [для студентов естественно-научных и инженерно-технических специальностей университетов](Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Операционная система MS Windows.
2. Пакет Word, Excel.
3. Origin (программа для обработки и графического представления результатов измерений).
4. Видеопроектор VideoLan.
5. Пакет для озвучивания текстов форматов Microsoft Office, PDF (для студентов с ОВЗ).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. - электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. - справочные данные по физике <http://www.fizportal.ru/help>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Методика проведения занятий допускает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски) или классические аудиторные занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

Лекционные аудитории должны быть оснащены современным видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и иметь выход в Интернет, а также интерактивную либо маркерную доску. Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь интерактивные или маркерные доски, современную учебную мебель. Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, выход в локальную сеть университета и Интернет.

Наглядные пособия: Видеозапись эксперимента "Ячейки Бенара" как пример самоорганизации в открытой физической системе. Видеозапись "Локальные последствия ядерного взрыва". 20 анимаций по курсу.

Список демонстраций, используемых при чтении лекций:

Механическая модель распределения Гаусса.

Механическая модель газа. Зависимость давления от температуры.

Термопара.

Первое начало термодинамики. Различные преобразователи теплоты в работу.

Адиабатический процесс.

Изотермический процесс.

Принцип работы двигателя на основе внутреннего сгорания.

Критическая точка фазового перехода. Явление критической опалесценции.

Механизмы теплопередачи в газах.

Теплопроводность твердых тел.

Теплопроводность жидкостей.

Процесс диффузии в жидкостях.

Примечание: демонстрационное сопровождение лекций возможно при проведении лекций на 1-й площадке СФУ (в БФА).

Дисциплина адаптирована для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и ее реализация осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения:

усилительная аппаратура,

аппаратура для визуализации со специальными возможностями,

средства записи и воспроизведения аудио- и видео-информации,

системы беспроводной передачи звука (FM-системы) для усиления разборчивости речи преподавателя и других говорящих,

Брайлевской компьютерной техники,

компьютерных тифлотехнологий, обеспечивающих преобразование компьютерной информации в доступные для незрячих формы (программ-синтезаторов речи, преобразователей в рельефно-точечный или укрупненный текст).