

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

*Васильев З.О.* Ф.И.О.

*25 мая* 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Молекулярная физика

*(наименование дисциплины)*

Основной профессиональной образовательной программы

академического бакалавриата

*(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)*

03.03.02 «Физика»

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

*(наименование профиля подготовки (при наличии))*

**Квалификация выпускника**

бакалавр

**Форма обучения**

очная

*(очная, заочная)*

МАГАС, 2018 г.



## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Молекулярная физика»

**1. Цели и задачи дисциплины:** формирование систематических знаний в области молекулярной физики, раскрытие сути физических явлений и закономерностей, исходя из молекулярного строения вещества; изучение особенностей молекулярной формы движения, а также овладение методами изучения систем многих частиц.

Ознакомление студентов с основными методами наблюдения, измерения и экспериментирования; развитие навыков использования теоретического знания для решения практических задач, как в области физики, так и на границах физики с другими областями знаний.

Формирование у студентов естественнонаучного мировоззрения, а также умения использовать знания математики, биологии, химии, приобретенные в школе и приобретаемые в вузе, для объяснения реальных физических явлений, способствовать более глубокому их пониманию.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Молекулярная физика» относится к базовой части профессионального цикла.

#### **Таблица 2.1.**

**Связь дисциплины «Молекулярная физика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Молекулярная физика»	Семестр
	Физика	школьный курс
	Математика	школьный курс
Б1.Б.7.1	Механика	1/2

#### **Таблица 2.2.**

**Связь дисциплины «Молекулярная физика» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Молекулярная физика»	Семестр
Б1.В.ОД.4	Методика преподавания физики	6
Б1.В.ОД.7	Теоретическая механика.	4

#### **Таблица 2.3.**

**Связь дисциплины «Молекулярная физика» со смежными дисциплинами**

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Молекулярная физика»	Семестр
Б1.В.ОД.1	Практический курс элементарной физики	1
Б1.Б.4.1	Математический анализ	1

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

ОПК-3 - способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- концептуальные и теоретические основы науки - физики, ее место в общей системе наук и ценностей; историю развития и становления физики, ее современное состояние;

- основные методы описания молекулярных систем;

- как применять физические модели при изучении термодинамических систем;

- взаимосвязь между реальными физическими явлениями и термодинамическими параметрами;

- систему единиц измерений физических величин и их размерности.

**Уметь:**

- планировать и осуществлять учебный и научный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность; оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной исследовательской работе;

- анализировать информацию по физике из различных источников с разных точек зрения, оценивать, представлять в доступном для других виде;

- приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии;

- анализировать и решать физические задачи.

**Владеть:**

- методологией исследования в области молекулярной физики;

- навыками применения современного математического инструментария при моделировании физических процессов.

Таблица 3.1

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

Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы	Степень реализации компетенции при изучении дисциплины (модуля)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)		
		Знания	Умения	Владения (навыки)
<b>общефессиональные компетенции</b>				
ОПК-1 способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Компетенция реализуется полностью	физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод	навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания
ОПК-3 - способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	Компетенция реализуется полностью	физические основы физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	навыками физических исследований

Таблица 3.2.

## Планируемые результаты обучения по уровням сформированности компетенций

Код компетенции	Уровень сформированности компетенции	Планируемые результаты обучения		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1 способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Высокий уровень	Знает наиболее эффективные методы и понимает широту и ограниченность применения базовых знаний физики к новому направлению своей деятельности	Умеет осмысленно выбирать и применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов физики для решения профессиональных задач	Владеет методами выявления и применения различных способов решения определенных задач, а также применения базовых теоретических знаний фундаментальных разделов физики для решения профессиональных задач и постановки новых целей
	Базовый уровень	Знает способы определения наиболее эффективных методов применения базовых знаний физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	Умеет осмысленно выбирать и применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов физики при исследовании тех или иных процессов и явлений в природе	Владеет навыками физических исследований
	Минимальный уровень	Знает способы наиболее эффективных методов демонстрация своих знаний и навыков при составлении докладов и тезисов	Умеет применять теоретические знания при планировании, организации выполнения проекта	Владеет методами применения на практике различных способов решения профессиональных задач при организации и проведении различных научно-исследовательских конференций, проектов
ОПК-3 - способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	Высокий уровень	физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и	использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает	навыками физических исследований интерпретирует знания предметной области способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания оценивает корректность различной информации в СМИ, научно-популярной литературе с

		явлений в природе и обществе устанавливает связи между физическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.	оптимальный метод; применяет компьютерные математические программы при решении задач; разрабатывает модели реальных процессов и ситуаций.	физической точки зрения
Базовый уровень		понимает связи между различными физическими понятиями и явлениями имеет представление о физических моделях и применимых к ним законах аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи графически иллюстрирует задачу	использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания	навыками физических исследований критически осмысливает полученные знания компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде) владеет разными способами представления физической информации
Минимальный уровень		физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики дает определения основных понятий и явлений физики распознает физические явления и дает им физическое объяснение Знает основные физические законы знает основные методы решения типовых задач и	использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. умеет работать со справочной литературой умеет работать с лабораторным оборудованием умеет представлять результаты своей работы	навыками физических исследований владеет терминологией предметной области знания способен корректно представить знания в математической форме

		умеет их применять на практике		
--	--	--------------------------------------	--	--

**Таблица 3.1.**

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Молекулярная физика» с временными этапами освоения ее содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр изучения
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	2
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;	2

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	252
Аудиторные занятия	164
Лекции (Л)	54
Лабораторные занятия (ЛЗ)	54
Практические занятия (ПР)	54
КСР	2
Самостоятельная работа (СР)	52
Итоговая форма контроля (по ЛЗ и ПР) зачет	
Итоговая форма контроля лекционного курса Экзамен	36
Зачетные единицы	7



## **ФОРМА ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ.**

Формой итогового контроля по лекциям является устный экзамен. К экзамену допускаются студенты, получившие зачет по семинарским занятиям и по практикуму. Устный экзамен проходит по билетам, каждый из которых содержит два вопроса. Каждый вопрос содержит один пункт программы курса или его часть. Для получения зачета по семинарским занятиям студент обязан решить не менее двух письменных контрольных работ, выполнить все домашние задания и успешно выступить на семинаре. Для получения зачета по лабораторному практикуму студент должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные учебным планом.

## **5. ПРОГРАММА РАЗДЕЛА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».**

### Тема 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.

### Тема 1.2. Статистический метод.

Математический аппарат статистической теории идеального газа. Случайные события. Случайные величины. Вероятность. Частотное определение вероятности. Плотности вероятности. Нормировка вероятности. Независимые события. Формула умножения вероятностей для многих событий. Среднее значение дискретной случайной величины. Среднее значение непрерывно изменяющейся величины. Дисперсия. Функция распределения вероятностей. Распределение Гаусса.

Макроскопическое и микроскопическое состояние системы.

Определение. Макроскопическое состояние. Микроскопическое состояние. Равновесное состояние. Статистический ансамбль систем. Микроскопический ансамбль . различие микросостояний. Постулат равновесности. Вычисление средних по ансамблю. Вычисление средних по времени. Расчет вероятности макросостояния. Формула Стирлинга. Формула для вероятности макросостояния. Наиболее вероятное число частиц. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Среднее число частиц в объеме. Флуктуации. Относительная величина флуктуации.

Понятие температуры.

Принципы конструирования термометра. Термометрическое тело и термометрическая величина. Эмпирическая шкала температур. Зависимость эмпирической температуры от термометрического тела и термометрической величины. Абсолютная термометрическая шкала температур. Термометры.

Связь абсолютной термодинамической шкалы со шкалой Цельсия. Нуль кельвин.

Распределение Максвелла.

Распределение молекул по скоростям. Средняя кинетическая энергия молекул. Распределение Максвелла. Характерные скорости распределения Максвелла частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Принцип детального равновесия.

Броуновское движение и кинетические характеристики молекулярного движения.

Сущность броуновского движения. Случайное блуждание. Расчет движения броуновской частицы. Вращательное броуновское движение. Поперечное сечение. Средняя длина свободного пробега. Экспериментальное определение поперечного сечения столкновений. Частота столкновений.

Тема 1.3. Давление.

Основное уравнение кинетической теории идеальных газов уравнение Клапейрона-Менделеева. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Измерение давления. Молярные и удельные величины. Число степеней свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы, связанные с потенциальной энергией.

Распределение Больцмана.

Независимость температуры от внешнего потенциального поля. Распределение Больцмана. Смесь газов в сосуде. Соотношение распределений Максвелла и Больцмана. Атмосфера планет. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Барометрическая формула. Подъемная сила.

Распределение Максвелла-Больцмана.

Модель Максвелла-Больцмана. Неразличимость частиц. Модель Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Формулы статистики Максвелла-Больцмана как предельный случай Ферми-Дирака. Распределение Максвелла-Больцмана.

Тема 1.4. Термодинамический метод.

Первое начало термодинамики.

Задачи термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Дифференциальные формы. Полный дифференциал. Обратимые и необратимые процессы.

Теплоемкость.

Определение. Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при постоянном объеме. Теплоемкость при постоянном давлении. Соотношение между теплоемкостями. Теплоемкость идеального газа. Расхождение теории теплоемкостей идеального газа с экспериментом. Качественные зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.

Процессы в идеальных газах.

Изобарный процесс. Изохорный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Работа при адиабатном процессе. Политронный процесс. Уравнение политроны.

### Тема 1.5. Энтропия идеального газа.

Определение. Физический смысл энтропии. Расчет измерения энтропии в процессах идеального газа. Специфичность теплоты как формы энергии.

Циклические процессы.

Определение. Работа цикла. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно. Вычисление коэффициента полезного действия с помощью энтропии. Формулировка Клаузиуса второго начала термодинамики. Холодильная машина и нагреватель. О других возможных циклах.

Второе начало термодинамики.

Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Второе начало термодинамики. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Роль энтропии в производстве работы. Термодинамические потенциалы.

### Тема 1.6. Реальные газы и жидкости.

Реальные газы.

Взаимодействие молекул реального газа. Экспериментальные изотермы реального газа. Температурная зависимость плотности газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл параметров, входящих в уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля и для любого количества газа. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Переход из газообразного состояния в жидкое. Сравнение экспериментальных и Ван-дер-Ваальских изотерм. Критические параметры и их связь с постоянными в уравнении Ван-дер-Ваальса.

Внутренняя энергия реального газа.

Внутренняя энергия моля реального газа. Адиабатическое расширение газа. Эффект Джоуля-Томсона. Кривая инверсия. Снижение газов. Свойства вещества вблизи ОК.

### Тема 2.1. Поверхностные свойства жидкости.

Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Простые проявления поверхностного натяжения. Условия равновесия на границе раздела двух жидкостей. Условие равновесия на границе жидкость – твердое тело. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества.

Испарение и кипение жидкости.

Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью. Испарение и кипение жидкости. Уравнение Клайперона - Клаузиуса. Фазовая диаграмма системы жидкость - пар. Метастабильные состояния. Пузырьковая камера. Переохлажденный пар. Камера Вильсона.

### Тема 2.2. Жидкие растворы.

Определение. Количественные характеристики. Растворимость. Теплота растворения. Идеальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри. Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы состояний раствора.

Жидкие кристаллы.

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

Кипение жидких растворов.

Особенности кипения растворов. Диаграммы состояний бинарных смесей. Разделение компонентов раствора. Повышение точки кипения раствора.

Осмотическое давление.

Механизм возникновения. Закономерности осмотического давления. Проявление осмотического давления.

Тема 2.3. Твердые тела.

Симметрия твердых тел.

Твердые тела. Определение симметрии. Ось симметрии  $n$ -го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии точечные группы симметрии.

Тема 2.4. Кристаллическая решетка.

Необходимость периодической структуры. Примитивная решетка. Неоднозначность выбора базиса примитивной решетки. Трансляционная симметрия. Элементы симметрии решетки. Симметрия сложных решеток. Кристаллографические системы координат. Обозначение атомных плоскостей. Обозначений направлений.

Тема 2.5 Дефекты решеток и механические свойства твердых тел.

Определение. Точечные дефекты. Дислокации. Деформации. Тензор деформаций. Упругие напряжения. Коэффициент Пуассона. Связь между модулем объемного сжатия и модулем Юнга. Связь между модулем сдвига и модулем Юнга. Пластические деформации. Текучесть. Предел.

Теплоемкость твердых тел.

Классическая теория. Теплоемкость при низкой температуре по классической теории. Модель Эйнштейна. Температура Эйнштейна. Недостаточность теории Эйнштейна. Модель Дебая.

Тема 2.6. Явления переноса.

Виды процессов переноса.

Теплопроводность. Диффузия. Вязкость.

Процессы переноса в газах.

Общее уравнение переноса. Теплопроводность. Вязкость. Самодиффузия. термическая деформация.

Явление переноса в твердых телах.

Диффузия. Теплопроводность внешняя теплопроводность.

Явление переноса в жидкостях.

Диффузия. Теплопроводность. Вязкость.

Физические явления в разряженных газах.

Вакуум. Теплопередача при малых давлениях. Диффузия при малых давлениях. Сосуд Дьюара. Молекулярное течение.

## **ПРОГРАММА ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»**

Изучение молекулярной физики немыслимо без лабораторных занятий. Поэтому физический практикум является важной составной частью в университетской подготовке специалистов – физиков высокой квалификации. Главные задачи практикума следующие:

1. Научить студентов применять теоретический материал программного курса к анализу конкретных физических ситуаций; экспериментально изучать основные физические закономерности, определять точность и степень достоверности результатов эксперимента.

2. Ознакомить с основными экспериментальными методами получения из опыта физической информации. Научить измерять важнейшие физические константы и величины, ознакомить с последними достижениями современной физики в точности их определения.

3. Ознакомить с современными приборами и другой измерительной аппаратурой, с принципами их действия, дать общие сведения об областях их применения, сложности проведения измерений, точности полученных величин и источниках вероятных ошибок.

4. Дать практические навыки в обращении с измерительной аппаратурой и экспериментальными установками. Ознакомить с правилами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

5. Научить применять современные методы статистической обработки экспериментальных результатов, в том числе с применением ЭВМ.

В соответствии с этими задачами формируются лабораторные работы и описания к ним.

В каждой лабораторной работе должна быть сформирована цель работы. Это позволит студенту четко уяснить, что является главным, на чем надо акцентировать внимание. Описания лабораторных работ, как правило, включает в себя также теорию вопроса, теорию применяемого метода измерений, описание экспериментальной установки, задания контрольные вопросы и рекомендуемую литературу.

В общем физическом практикуме ИнгГУ студенты первого курса, во втором семестре выполняют по разделу «Молекулярная физика» 12 лабораторных работ, причем 9 работ из них являются обязательными для всех студентов, а остальные распределяются преподавателем по своему усмотрению с учетом пожеланий студентов.

### **Перечень лабораторных работ по разделу «Молекулярная физика».**

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
I	Вводное занятие	2
	1. Изучение постоянной Больцмана.	3
	2. Определение отношения теплоемкостей газов.	3
	3. Определение молекулярной газовой постоянной методом изохорического нагревания.	6
	4. Определение вязкости и основных характеристик молекулярного движения газов.	3
	5. Определение вязкости жидкости методом Стокса.	3
II	6. Определение поверхностного натяжения методом отрыва капель.	6
	7. Исследования зависимости поверхностного натяжения жидкости от температуры.	3
	8. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца.	3
	9. Изучение изменения энтропии в неизолированной системе.	3
	10. Изучение теплового расширения твердых тел.	3
	Зачетное занятие.	6

### **Организация самостоятельной работы (СРС)**

Для получения глубоких и прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента. В рабочей программе предусмотрена СРС для проработки лекционного материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию).

### **РЕКОМЕНДУЕМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»**

№	Наименование тем занятий	Трудоемкость
1	2	3
	Тема 1. Законы идеальных газов, процессы в идеальных газах. 1. Уравнение состояния газов. 2. Концентрация частиц. 3. Изопроцессы в идеальных газах.	1
I	Тема 2. Кинетическая теория газов. 1. Основное уравнение кинетической теории газов. 2. Связь средней кинетической энергии с температурой. 3. Зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры. 4. Средняя квадратичная скорость.	2
	Тема 3. Первое начало термодинамики. 1. Теплоемкость идеального газа. 2. Молярные и удельные теплоемкости. 3. Уравнение Майера. 4. Показатель адиабаты.	2
I	Тема 4. Первое начало термодинамики. 1. Внутренняя энергия идеального газа. 2. Работа газа. а) при изобарном процессе. б) при изотермическом процессе. в) при адиабатном процессе. 3. Уравнение газового состояния при адиабатном состоянии.	2
	Тема 5. Второе начало термодинамики. 1. Термический коэффициент полезного действия. 2. Цикл Карно и его КПД.	1
	Тема 6. Реальные газы, критическое состояние. 1. Уравнение Ван-дер-Ваальса. 2. Критическое состояние. 3. Внутренняя энергия реального газа.	2
II	Тема 7. Молекулярные силы в жидкостях. 1. Поверхностное натяжение. 2. Формула Лапласа. 3. Капиллярные явления.	2
	Тема 8. Молекулярные в жидкостях. 1. Формула Пуазейля. 2. Число Рейнольдса.	2

	3. Формула Стокса.	
II	Тема 9. Твердые тела. 1. Элементарная ячейка. 2. Параметры решетки. 3. Индексы узлов, направлений и плоскостей	1
	Тема 10. Твердые тела. 1. Закон Дюлонга и Пти. 2. Тепловое расширение твердых тел.	2
	Тема 11. Явление переноса 1 Диффузия. 1. Теплопроводность. 3. Вязкость.	2
	Зачетное занятие	2

### **6. Образовательные технологии.**

При реализации программы дисциплины «Механика» используются различные образовательные технологии:

- при чтении лекций используется мультимедийные технологии и различные наглядные приборы;

- практические занятия проводятся с использованием наглядных приборов, компьютерных классов (компьютерное моделирование);

- самостоятельная работа студентов предусматривает работу под руководством преподавателей в виде консультаций, а также предполагает использование фондов научно-технической библиотеки, современных информационных технологий с привлечением компьютера как средства управления информацией.

Широко используются в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

### **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.**

Тестовые задания.

1. Какими параметрами определяется состояние вещества? Какие из этих параметров можно назвать статистическими и почему?

2. Какие две идеализации являются основой определения понятия идеального газа?



3. Какой процесс изменения состояния идеального газа называется изотермическим. И каков его график?
4. Какой процесс изменения состояния идеального газа называется изобарическим и каков его график?
5. Выразите изобарический закон как через  $t$  (температура в градусах Цельсия), так и через  $T$  (в Кельвинах).
6. Какой процесс изменения состояния идеального газа называется изохорическим и каков его график?
7. Выразите изохорический закон как через  $t$  (температура в градусах Цельсия), так и через  $T$  (в Кельвинах).
8. Что называется молекулярной массой?
9. Что такое один моль вещества?
10. Как рассчитать молярную массу вещества, молекулы которого состоят из нескольких атомов?
11. Сформулируйте и запишите закон Авогадро.
12. сформулируйте и запишите закон Дальтона.
13. В каких значениях и в каких параметрах определяют выражение «нормальные условия»?
14. Получите уравнение состояния идеального газа. Напишите этот закон для одного моль идеального газа и для любого количества газа.
15. Как выводится универсальная газовая постоянная  $R$  при выводе закона Клайперона-Менделеева? Чему равна величина  $R$  в системе СИ.
16. Объясните, почему частички краски опыте Броуна движется хаотически.
17. Выведите основное уравнение кинетической теории газов, определяющее величину давления молекул идеального газа на стенку сосуда.
18. Какие единицы измерения давления вы знаете?
19. Получите, как средняя инетическая энергия одноатомной молекулы идеального газа связан с абсолютной температурой газа.
20. Что называется постоянной Больцмана? Чему она равна?
21. Опишите опыт Штерна и получите формулу для определения скорости  $\bar{v}$  молекул газа.
22. Запишите формулу распределения молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).
23. Нарисуйте график распределения Максвелла.
24. каков физически смысл площади под кривой распределения Максвелла?
25. Как изменяется распределение Максвелла с ростом температуры?
26. Как зависит от температуры средняя квадратичная скорость движения молекул?
27. Что называется наиболее вероятной скоростью молекул газа?
28. Какая связь существует между распределением Максвелла и распределением Гаусса?
29. Выведите барометрическую формулу.
30. Что такое внутренняя энергия? Какие виды энергии молекул тела входят в его внутреннюю энергию?

31. Как определяется и чем измеряется количество теплоты, переданной телу?
32. Как выражается работа, производимая телом над внешними телами при малом изменении объема этого тела?
33. Как записывается и читается первое начало термодинамики?
34. При каких условиях дифференциальная форма является полным дифференциалом и что такое функция состояния?
35. Каково самое важное свойство функции состояния?
36. Что называется числом степеней свободы тела?
37. Объясните, сколько и почему степеней свободы имеет одноатомная, двухатомная, трех – (более) атомная молекула газа.
38. Как получить выражение для внутренней энергии моля идеального газа, молекул которого имеют  $i$  степеней свободы?
39. Что называется удельной теплоемкостью вещества? Теплоемкость? Молярной теплоемкостью?
40. Поясните почему теплоемкости при постоянных давлениях и объемах являются функциями состояния.
41. Из каких физических соображений следует, что теплоемкость идеального газа при постоянном давлении больше, чем при постоянном объеме?
42. Зависит ли теплоемкость газа от поля тяжести в котором он находится?
43. Используя первое начало термодинамики получите выражение для молярной теплоемкости при постоянном объеме идеального газа.
44. Получите уравнение Майера, связывающее молярные теплоемкости идеального газа при постоянном объеме.
45. Каково основное отличие выводов классической и современной квантовой теории теплоемкостей газа?
46. Нарисуйте график зависимости реальной теплоемкости газа от абсолютной температуры этого газа.
47. Как выражается отношение теплоемкостей через число степеней свободы молекул идеального газа.
48. Почему теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  являются функциями состояния?
49. Какой процесс называется адиабатическим?
50. Каковы две реальные возможности получить на опыте процесс близкий к адиабатическому?
51. Покажите с помощью первого начала термодинамики, в каких случаях при адиабатическом процессе происходит нагревание газа.
52. Выведите уравнение адиабатического процесса.
53. Нарисуйте в координатах  $P$ - $V$  изотерму и адиабату. Объясните почему адиабата круче изотермы.
54. Получите выражение для работы, производимой при адиабатическом процессе с идеальным газом.
55. Какова работа газа при изохорическом процессе?
56. Какова работа газа при изобарическом процессе?
57. выведите формулу работы идеального газа при изотермическом изменении его объема.

58. Какие процессы в природе называются необратимыми?
59. Что называется обратимым процессом. Как можно осуществить такой процесс?
60. Объясните почему бесконечно модельный процесс необязательно является равновесным и обратимым.
61. Что такое циклический процесс? Как выражается графически работа прямого, обратимого и всего цикла?
62. Что такое цикл Карно?
63. Получите выражение для коэффициента полезного действия (КПД) цикла Карно.
64. Запишите формулу, в которой энтропия определяется логарифмом числа микросостояний, посредством которых реализуется макросостояние.
65. Энтропию называют функцией состояния, что это значит?
66. Почему в состоянии равновесия энтропия достигает максимума?
67. Чем обусловлено неубывание энтропии в изолированной системе?
68. Приведите различные формулировки второго начала термодинамики.
69. Что такое вероятность состояния? Как формулируется второе начало термодинамики через понятие вероятности состояния системы?
70. Что такое флуктуации? Какие флуктуации чаще встречаются: большие или малые?
71. Покажите, что именно флуктуации ограничивают «снизу» применимость второго начала термодинамики.
72. Чем отличается реальный газ от идеального?
73. При каких давлениях температурах различия между реальным и идеальным газом возрастают?
74. Как выглядит изотерма реальных газа и жидкости?
75. Как связана постоянная  $b$  в уравнении Ван-дер Ваальса с собственным объемом молекул реального газа.
76. Напишите уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля газа и для любого количества газа.
77. Начертите несколько изотерм Ван-дер-Ваальса для различных температур в координатах  $P(V)$ .
78. Чем изотерма Ван-дер-Ваальса отличается от изотермы реального газа?
79. Запишите уравнение Ван-дер-ваальса по степени объема  $V$ . Сколько корней имеет данное уравнение?
80. Покажите на графике уравнения Ван-дер-ваальса область метастабильных состояний?
81. Какая изотерма Ван-дер-Ваальса называется критической?
82. Получите критические параметры  $P_{кр.}$ ,  $V_{кр.}$ ,  $T_{кр.}$ , путем сравнение коэффициентов в двух уравнениях третьей степени.
83. Каким образом можно превратить в жидкость такие газы, как азот, кислород, водород, гелий?
84. При каких условиях жидкость больше испаряется при данной температуре?
85. Какова разница между испарением и кипением?

86. Как зависит давление насыщенного пара от температуры при постоянном объеме?
87. Чем свойства пара отличается от свойства газа?. При каких условиях можно к пару применять газовые законы?
88. Каков механизм образования переохлажденного пара и перегретой жидкости?
89. почему испарение жидкости сопровождается его охлаждением?
90. Объясните причины возникновения поверхностного натяжения в жидкостях.
91. Дайте определение коэффициента поверхностного натяжения. В каких единицах он измеряется?
92. Выведите формулу Лапласа для дополнительного давления под изогнутой поверхностью жидкостью.
93. На двух концах П - образной стеклянной трубочки висят два мыльных пузыря, один по больше другого. Что с ним будет дальше? Почему?
94. Выведите формулу высоты подъема жидкости в капиллярной трубочке.
95. какую форму примет некоторая масса жидкости в условиях невесомости.
96. Какую форму принимает капля масла на поверхности воды?
97. Изменится ли поверхностное натяжение воды, если добавить в воду спирт?
98. Каковы причины смачивания и не смачивания жидкостями поверхностей твердых тел?
99. Что называется краевым углом? Каковы величины краевых углов при смачивании и несмачивании?
100. Объясните поведение смачивающей и несмачивающей жидкости в капиллярах.
101. Какую роль играют капиллярные явления в природе, в технике?
102. Почему в условиях земного притяжения поверхностное натяжение проявляется лишь для малых объектов жидкости, например капель?
103. Почему маленькие капли жидкости имеет шарообразную форму?
104. При каких условиях растворенное вещество концентрируется либо в поверхностном слое, либо внутри жидкости?
105. Почему с увеличением температуры плотность и давление насыщенных паров увеличивается, а поверхностное натяжение уменьшается?
106. Нарисуйте диаграмму состояния некоторого вещества в координатах давление – температуры, содержащей тройную точку.
107. Каков физический смысл тройной точки?
108. Какие виды сил связи между частицами твердого тела вы знаете? Как объясняется возникновение соответствующих сил?
109. Какова разница в атомно-молекулярном строении аморфного и кристаллического тела?
110. Почему температура кристаллического тела в процессе его плавления остается постоянной?
111. Почему при растворении поваренной соли в воде температура раствора понижается?

112. Почему вода при кристаллизации растворяется?
113. Что называется кристаллической анизотропией и каковы ее причины?
114. Получите закон Дюлонга и Пти, определяющей теплоемкость грамм-атома твердого тела.
115. Каким соотношением связаны между собой коэффициенты линейного и объемного расширений твердого тела?
116. В каких единицах выражаются коэффициенты линейного и объемного расширений?
117. Сколько типов кристаллических систем имеется?
118. Сколько имеется типов примитивных параллели Браве? И сколько имеется решеток Браве?
119. Как обозначается направление и плоскости в кристаллах?
120. В чем состоит недостаток модели для теплоемкости твердого тела, предложенной Эйнштейном?
121. Что такое фонон? Какие другие элементарные возбуждения вы знаете?
122. Как температура Дебая связана со средней скоростью звука в веществе?
123. Каковы источники дефектов макромолекулярных кристаллов? Перечислите основные дефекты.
124. Запишите уравнение для трех явлений переноса: диффузии, внутреннего трения, теплопроводности.
125. Запишите формулу средней длины пробега молекулы газа. Как эта величина зависит от давления газа?
126. Получите выражение для среднего числа столкновений в секунду молекулы идеального газа и другими молекулами.
127. Почему динамическая вязкость не зависит от давления и растет, в основном, пропорционально краю корню квадратному из температуры?
128. В чем состоит главное отличие механизма переноса в твердых телах от механизма переноса в газах?
129. Когда движение тела, падающего в жидкости, становится равномерным?

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Экзаменационные вопросы**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Межмолекулярные силы. Агрегатные состояния вещества. Методы описания вещества: динамический, статистический, термодинамический.
2. Основные математические понятия: случайная величина, вероятность, плотность вероятности, нормировка вероятности.
3. Среднее значение дискретной величины. Среднее значение непрерывно изменяющейся величины. Дисперсия. Функция распределения Гаусса.

4. Основное уравнение кинетической теории идеальных газов (вывод). Измерение давления.
5. Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клайперона.
6. Экспериментальные газовые законы: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля.
7. Смеси газов. Закон Дальтона. Число Авогадро и постоянная Лошмидта.
8. Закон равномерного распределения энергии молекул по степеням свободы.
9. Распределение молекул по скоростям Максвелла. Следствие из закона распределения.
10. Условие нормировки. Вычисление средних значений скоростей в распределении Максвелла.
11. Газы в силовом поле. Барометрическая формула.
12. Распределение Больцмана.
13. Первое начало термодинамики.
14. Применение первого начала к изопроцессам.
15. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропный процесс. Уравнение политропы.
16. Второе начало термодинамики и его формулировки.
17. Энтропия идеального газа и ее вычисление.
18. Статистический смысл энтропии. Закон возрастания энтропии.
19. Цикл Карно и его КПД. Теорема Карно.
20. Термометрия. Термометрическое тело и термометрическая величина. Эмпирическая шкала температур.
21. Абсолютная термодинамическая шкала температур. Термометрические шкалы температур. Формула пересчета температур.
22. Термометры, термодомы, термисторы, терморезисторы.
23. Связь между средней кинетической энергией и температурой. Постоянная Больцмана и число Лошмидта.
24. Скорость газовых молекул. Опыты Штерна.
25. Распределение Максвелла – Больцмана. Атмосфера планет.
26. Число столкновений и средняя длина свободного пробега. Эффективный диаметр.
27. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
28. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
29. Вязкость газа. Внутреннее трение. Сила внутреннего трения. Коэффициент внутреннего трения (вязкость).
30. Теплоемкость идеальных газов. Теплоемкость при постоянном объеме и при постоянном давлении. Энтальпия.
31. Соотношение между теплоемкостями. Уравнение Роберта Майера.
32. Теплоемкость идеального газа. Расхождение теории теплоемкости идеального газа с экспериментом.
33. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы.
34. Принцип действия тепловых двигателей. КПД тепловых двигателей.

35. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Другие циклы.
36. Энтропия. Физический смысл энтропии. Энтропия и упорядоченность системы.
37. Реальные газы. Отклонение реальных газов от идеальных. Изотермы углекислоты.
38. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Критические параметры.
39. Расширение реального газа в пустоту. Явление Джоуля-Томсона.
40. Сжижение газов. Получение низких температур. Жидкий азот, кислород, гелий.
41. Поверхностное натяжение. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения.
42. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа.
43. Смачивание и не смачивание. Угол смачивания.
44. Капиллярность. Явление капиллярности в природе, в технике. Формула Жюрена.
45. Твердые тела. Изотропность и анизотропность физических свойств.
46. Монокристаллы и поликристаллы. Кристаллиты. Кристаллическая решетка.
47. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонг-Пти.
48. Симметрия кристаллов. Ось симметрии. Центр симметрии. Плоскость симметрии.
49. Вектор переноса. Пространственная решетка. Примитивная ячейка, сложные ячейки.
50. Наиболее важные плоскости кубического кристалла. Индексы Миллера. Кристаллические системы. Решетки Бравэ.
51. Фазовые переходы первого и второго рода. Изменение энтропии.
52. Деформация твердых и жидких тел. Линейное и объемное расширение твердых тел.
53. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты. Дислокация.
54. Испарение и конденсация. Кипение.
55. Плавление и кристаллизация. Переохлаждение жидкости. Возгонка (сублимация).

## **ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»**

Физические явления в разреженных газах.

1. Вакуум.
2. Явление переноса при малых давлениях.
3. Сосуд Дьюара.
4. Молекулярное течение.

Основы вакуумной техники.

1. Принцип работы форвакуумного насоса.
2. Электрический манометр.

3. Ионизационный манометр.

Объемные свойства жидкостей.

1. Реальные газы и жидкость.
2. Вязкость жидкостей.
3. Сжимаемость жидкостей.
4. Аномалии воды.

Явление переноса в жидкостях.

1. Диффузия в жидкостях.
2. Теплопроводность жидкостей.

Испарение и кипение жидкости.

1. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью.
2. Фазовые диаграммы системы жидкость – пар.
3. Метастабильные состояния.
4. Пузырьковая камера и камера Вильсона.

Растворы. Жидкие растворы.

1. Идеальные и реальные растворы.
2. Закон Рауля.
3. Закон Генри.
4. Кипение жидких растворов.

Жидкие кристаллы.

1. Применение жидких кристаллов в технике.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

№№ п/п	Вид занятия (лк,пр,с.р.)	Наименование необходимой учебной литературы по дисциплине	Автор	Издательство, год издания	Наличие лит-ры
<b>Основная литература</b>					
1	лк,пр,с/р	Курс общий физики. Т. 1-3	Зисман Г.А, Тодес О.М.	М.: Наука, 1972г	Библиотека ИнГГУ
2	лк,пр,с/р	Общий курс физики. Т. 1-5.	Сивухин Д.В.	М.: Высшая школа,1996г.	Библиотека ИнГГУ
3	лк,пр,с/р	Курс общей физики. Т. 1-3	Савельев М..В.	М: Наука, 1989г.	Библиотека ИнГГУ
4	лк,пр,с/р	Молекулярная физика.	Кикоин И.К., Кикоин А.К.	М.: Наука, 1976г.	Библиотека ИнГГУ
5	лк,пр,с/р	Курс общей физики.	Трофимова Т.И.	М.: Высшая школа,2005г.	Библиотека ИнГГУ
<b>Дополнительная литература</b>					



1	С/р	Курс физики.	Детлаф А.А., Яворский Б.М.	М.: Высшая школа, 1989.	Библиотека ИнГГУ
2	С/р	Молекулярная физика	Матвеев А.Н.	М.: Высшая школа, 1986г.	Библиотека ИнГГУ
3	С/р	Молекулярная физика	Телеснин Р.В.	М.: Наука, 1976г.	Библиотека ИнГГУ
4	С/р	Статистическая физика	Рейф Ф.	М.: Наука, 1976г.	Библиотека ИнГГУ

### Сборники задач по курсу общей физики

1	Пр, с/р	Сборник задач по общей физике	Волькенштейн Г.С.	М.: Высшая школа, 1986.	Каф. общ.физ.
2	Пр, с/р	Задачник по физике	Чертов Л. Г., Воробьев А. А.	М.: Высшая школа, 1986.	Каф. общ.физ.
3	Пр, с/р	Задачи по общей физике.	Иродов И. Е.	М.: Наука, 1998.	Каф. общ.физ.

### Электронные ресурсы

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. [http://ph4s.ru/books\\_phys.html](http://ph4s.ru/books_phys.html)

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины предусматривает активное использование современных инновационных образовательных технологий.

Формы обучения: индивидуальные и групповые.

Методы обучения:

- работа с преподавателем,
- работа в коллективе учащихся,
- самостоятельная работа.

Процесс освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

1. Контактная работа (аудиторная работа: лекционные, практические (семинарские) занятия и лабораторные занятия)

## 2. Самостоятельная работа

### Контрольные мероприятия (промежуточная аттестация)

Лекция является наиболее экономичным способом передачи учебной информации, т.к. при этом обширный материал излагается концентрированно, в логически выдержанной форме, с учетом характера профессиональной деятельности обучаемых. Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме. На лекционных занятиях преподаватель:

- знакомит слушателей с общей методикой работы над курсом,
- дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы,
- рассказывает о требованиях к промежуточной аттестации,
- рассматривает основные теоретические положения курса,
- разъясняет вопросы, которые возникли у студентов в процессе изучения курса.

Лекционное занятие преследует 5 основных дидактических целей:

- информационную (сообщение новых знаний);
- развивающую (систематизация и обобщение накопленных знаний);
- воспитывающую (формирование взглядов, убеждений, мировоззрения);
- стимулирующую (развитие познавательных и профессиональных интересов);
- координирующую с другими видами занятий.

В процессе прослушивания лекций очень важно умение студентов конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к практическим занятиям и промежуточной аттестации.

В этой же тетради следует записывать неясные вопросы, требующие уточнения на занятии. Рекомендуется в тетради отвести место для словаря, куда в алфавитном порядке вписываются специальные термины и пояснения к ним.

Практические занятия способствуют выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями, развитию системного мышления.

Во время практических занятий студенты заняты творческой работой, поисками правильных и точных решений. Преподаватель при этом выступает в роли консультанта (модератора).

На практическом занятии главное - уяснить связь выполняемых заданий с теоретическими положениями. При выполнении предложенного задания нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

Задания, предлагаемые для выполнения в рамках данной дисциплины, относятся к шести группам с учетом всего состава когнитивных действий и операций:

- 1) требующие воспроизведения знаний;
- 2) требующие использование простых мыслительных действий (описание

и систематизация фактов);

3) на сложные мыслительные операции (аргументация, объяснение и т.д.);

4) предполагающие порождение определенных речевых высказываний для выражения продуктивного мыслительного акта (доклад, оригинальный научный текст и пр.);

5) на продуктивное мышление (решение проблем);

6) рефлексивные задачи.

Рекомендуется использовать следующий порядок выполнения практических заданий:

- исходные данные для выполнения задания (что дано);
- что требуется получить в результате выполнения задания;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) выполнения задания;
- непосредственное выполнение задания;
- полученный результат и его анализ.

Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования.

- В ходе лабораторного занятия студенты под руководством преподавателя лично проводят натурные или имитационные эксперименты с целью проверки и подтверждения отдельных теоретических положений учебной дисциплины, приобретают практические навыки работы с вычислительной техникой, овладевают методикой экспериментальных исследований в конкретной предметной области.

Порядок проведения лабораторного занятия:

1. Вводная часть: - входной контроль подготовки студента; - вводный инструктаж (знакомство студентов с содержанием предстоящей работы, показ способов выполнения отдельных операций, предупреждение о возможных ошибках).

2. Основная часть: - проведение студентом лабораторной работы; - текущий инструктаж, повторный показ или разъяснения (в случае необходимости преподавателем исполнительских действий, являющихся предметом инструктирования).

Заключительная часть: - оформление отчета о выполнении задания; - заключительный инструктаж (подведение итогов выполнения учебных задач, разбор допущенных ошибок и выявление их причин, сообщение результатов работы каждого студента, объявление о том, что необходимо повторить к следующему занятию).

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление

Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным занятиям:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
  - работа с конспектом лекции;
  - подготовка вопросов для самостоятельного изучения
2. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям:
    - работа со справочниками и др. литературой;
    - заполнение рабочей тетради;
    - подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на практическом занятии;
  3. Подготовка к лабораторным занятиям:
    - работа со справочниками и др. литературой;
    - формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;
    - подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;
  4. Подготовка к промежуточной аттестации:
    - повторение всего учебного материала дисциплины
    - аналитическая обработка текста;
  5. Прочие виды работ:
 

научно-исследовательская работа (научная статья, доклад, реферат).

Статья — это произведение, обстоятельно освещающее какую-либо тему, идею, вопрос, содержащее элементы их анализа и предназначенное для периодического, продолжающегося издания или сборника как составная часть его основного текста.

Основные критерии выбора темы:

желательно, чтобы тема представляла интерес для студента не только на данный момент, но и на перспективу;

выбор темы обоюдно мотивирован интересом к ней и студента и преподавателя (научного руководителя);

тема может быть реализуема в имеющихся условиях.

Основные моменты, которыми должны руководствоваться авторы при написании научных статей:

- развитие научной гипотезы;
- осуществление обратной связи между разделами статьи;
- обращение к ранее опубликованным материалам по данной теме;
- четкая логическая структура компоновки отдельных разделов статьи.

Рекомендуемая структура статьи

1. Аннотация
2. Вступление (введение)
3. Основная часть(методика исследования, полученные результаты и их объяснение),
4. Выводы (заключение)
5. Список литературы (литература).

Доклад - один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное сообщение по определённому вопросу, основанное на

привлечении документальных данных

Доклад, как вид самостоятельной работы в учебном процессе, способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, учит критически мыслить. При написании доклада по заданной теме студент составляет план, подбирает основные источники.

Этапы работы над докладом:

1. Формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию.
2. Подбор и изучение основных источников по теме (как правильно, при разработке доклада используется не менее 8-10 различных источников).
3. Составление списка использованных источников.
4. Обработка и систематизация информации.
5. Разработка плана доклада.
6. Написание доклада.
7. Публичное выступление с результатами исследования.

Структура доклада:

- титульный лист;
- оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов доклада, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт);
- введение (формулирует суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи доклада, дается характеристика используемой литературы);
- основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы);
- заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме доклада, предлагаются рекомендации);
- список использованных источников.

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.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО КУРСУ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

1. Модель газа с одно- и двухатомными молекулами.
2. Броуновское движение (под микроскопом или на модели).

3. Модель случайного процесса (бросание игральной кости).
4. Статистическое распределение (опыт с засыпанием пшена).
5. Модель распределения Больцмана.
6. Вязкость газов.
7. Теплопроводность газов.
8. Диффузия газов (аммиак); эффузия.

Рекомендуемые кинофильмы.

9. Опыт Джоуля - Томсона.
10. Диффузионные явления.
11. Низкие температуры.
12. Сверхтекучесть гелия.
13. Методы получения и измерения вакуума.
14. Основные газовые законы
15. Вязкость газов и жидкостей.
16. Энтропия.

#### **11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Электронно-библиотечная система Консультант студента <http://www.studmedlib.ru>
2. Научная электронная библиотека «e-Library» <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система Образовательная система Физика <http://www.alleng.ru/d/phys/phys285.htm>
4. Образовательный проект [http://www.ph4s.ru/books\\_phys.html](http://www.ph4s.ru/books_phys.html)

#### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для чтения лекций используются при необходимости мультимедиа-проекторы, ноутбуки, набор таблиц и слайдов, комплект оборудования для проведения демонстраций физических опытов.

Кафедра "Общей физики» имеет следующие лаборатории для проведения занятий по оптике:

- 8.1. (Ауд.01, 02, 03, 04, 05) Лаборатории кафедры Общей физики, предназначенных для выполнения лабораторных работ.
- 8.2. (Ауд.304) Дисплейный класс (12 компьютеров, объединенных в локальную сеть) для контрольного тестирования знаний, а также выполнения математических расчетов.

03 – лаборатория механики и молекулярной физики

1. Штангенциркуль
2. Микрометр
3. Металлическая линейка
4. Рычажные весы
5. Секундомер
6. Установка для измерения постоянной Больцмана
7. Установка для определения молярной газовой постоянной методом изохорического нагревания

8. Установка для определения вязкости и основных характеристик молекулярного движения газов
9. Установка для определения отношения теплоемкостей газов
10. Установка для определения вязкости жидкости методом Стокса
11. Установка для исследования зависимости поверхностного натяжения жидкости от температуры методом Ребиндера
12. Установка для определения поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца
13. Установка для определения поверхностного натяжения методом отрыва капель
14. Установка для изучения изменения энтропии в неизолированной системе
15. Установка для изучения теплового расширения твердых тел (прибор Менделеева)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению и профилю подготовки Физика – 03.03.02.62

Автор -

Рецензент –

Программа одобрено на заседании Ученого Совета физико-математического факультета от \_\_\_\_\_ года протокол № \_\_\_\_\_