

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярная физика

**Кафедра Общей и теоретической физики
Физического факультета**

Образовательная программа 03.03.02 ФИЗИКА

Профили подготовки:

Фундаментальная физика, Медицинская физика

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
очная

Махачкала 2021 год

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – Физика (уровень: бакалавриат) от «_7_» августа 2020г. №891.

Разработчик(и): кафедра Общей и теоретической физики

Хизриев К.Ш. к.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры общей и теоретической физики от «3» марта 2021 г., протокол №6

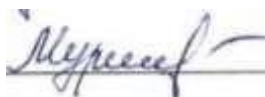
Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

На заседании Методической комиссии Физического факультета от «30» июня 2021г., протокол №10.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением «09» июля 2021г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Молекулярная физика входит в *базовую* часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению 03.03.02 «Физика»

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Общая и теоретическая физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением свойств тел, обусловленных внутренним строением и состоянием этих тел, силами взаимодействия между частицами тел.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: Общепрофессиональных: ОПК-3

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – *контрольная работа, коллоквиум.* И промежуточный контроль в форме – *экзамена.*

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий -144 часа.

Семес тр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциров анный зачет, экзамен
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экза мен		
		Все го	из них						
			Лекц ии	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации		
2	180	118	50		68			26/36	Экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Молекулярная физика» является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и целеустремленное изучение разделов физики в рамках теоретической физики – специализированных дисциплин. Молекулярная физика является одним из разделов общей физики, которая является основным в общей системе современной подготовки физиков – профессионалов.

Задачами дисциплины являются: во-первых, эта мировоззренческая и методологическая направленность курса. Необходимо формировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Для этого обобщить экспериментальные данные и на их основе произвести построение моделей наблюдаемых явлений со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модули действуют. Во вторых, в рамках единого подхода классической физики необходимо рассматривать все основные явления и процессы происходящие в природе, установить связь между ними, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений, в третьих, необходимо научить

студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных данных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина **«Молекулярная физика»** входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 «Физика» и является обязательной для изучения.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Для изучения дисциплины **«Молекулярная физика»** студент должен **знать:** основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистику; случайные процессы; статистическое оценивание и проверку гипотез; статистические методы обработки экспериментальных данных. Понятие информации; программные средства организации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; языки программирования; базы данных; локальные и глобальные сети ЭВМ; методы защиты информации.

Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками)

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс молекулярной физики, не оторван от других дисциплин. Наоборот, существует междисциплинарная связь. Например, история физики, как науки, дает много прекрасных примеров такого рода.

Ниже следуют некоторые разъяснения, которые являются важными для понимания того, какие чисто физические моменты особенно отмечаются при прохождении того или иного раздела.

Важнейшей частью "Динамика" являются разбор уравнения движения в ньютоновской форме в декартовой системе координат и демонстрация его решения на ряде простых примеров: замедление движения материальных точек под действием сухого и вязкого трения и т.д. Элементарных знаний по математическому анализу, которыми студенты обладают, для этого вполне достаточно.

При формулировании закона сохранения импульса надо подчеркнуть, что этот закон является более общим, чем третий закон Ньютона, и выполняется, в частности, и в квантовой механике, где понятие силы теряет свой смысл. Следует также обратить внимание на то, что введение физической величины - импульс - позволяет записать дифференциальные уравнения движения как для малых, так и для больших скоростей в единой форме.

На **самостоятельную работу** студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям

и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка.

В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одного- двух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

Освоение дисциплины «молекулярная физика» является как предшествующее для общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен осваивать и использовать базовые Научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	Знать: -содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в механике; -закономерности, определяющие место механики в общей картине мира; - программы и учебники по механике; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.) Уметь: -анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов в механике. Владеть: -навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения задач механике.

		молекулярной физики к решению различных задач на междисциплинарных границах молекулярной физики с другими областями знаний, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по молекулярной физике; понимать, излагать и критически оценивать базовую общезначимую информацию в области тепловых явлений в макросистемах; использовать законы молекулярной физики для решения типичных задач и оценивать полученные результаты; ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по молекулярной физике Владеть: методами наблюдения явлений, обусловленных тепловым молекулярным движением, методологическими вопросами теоретического описания тепловых явлений; физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области тепловых явлений в макросистемах; методами и приемами экспериментального исследования тепловых явлений.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
				Лекции	Практически е занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Предмет молекулярной физики. Теория идеальных газов									
1	Предмет молекулярной физики. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Элементы теории вероятностей. Модель идеального газа.	2	1	4	4			2	Устный опрос, проверка домашнего задания, самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум.
2	Распределение молекул газа по скоростям.	2	2	4	8			2	
3	Кинематические характеристики молекулярного движения.	2	3	4	5			2	
	Итого по модулю I:			12	17			7	
4	Молекулярная теория давления идеального газа.	2	4	4	4			2	
5	Понятие температуры	2	5	4	4			2	
6	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.	2	6	2	4			2	
7	Явления переноса.	2	7	2	4			2	
	Итого по модулю I:			12	16			8	
Модуль2 . Термодинамический метод									
8	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.	2	8	4	4			2	Устный опрос, проверка домашнего задания, самостоятельная

9	Первое начало термодинамики.	2	9	4	4			2	работа, контрольная работа, коллоквиум.
10	Циклические процессы. Второе начало термодинамики	2	10	4	4			1	
11	Понятие энтропии термодинамической системы.	2	11	2	5				
	Итого по 2 модулю			14	17			5	
Модуль 3. Реальные газы. Жидкости Твердые тела. Фазовые переходы.									
12	Реальные газы и жидкости. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	2	12	4	6			1	Устный опрос, проверка домашнего задания, самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум.
13	Поверхностные явления в жидкостях.	2	13	2	4			2	
14	Твердые тела.	2	17	2	4			2	
15	Фазовые превращения.	2	18	4	4			1	
	Итого по модулю 3:			12	18			6	
	Модуль 4. Промежуточная аттестация								
	Подготовка к экзамену	2	19-20					36	Экзамен
	Итого по модулю 4:							36	
	ИТОГО:			50	68			26/36	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Предмет молекулярной физики. Теория идеальных газов

Тема 1. Предмет молекулярной физики. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Элементы теории вероятностей. Модель идеального газа.

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.

Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Элементы теории вероятностей: понятие случайного события, достоверные и невозможные события, противоположные события. Случайные величины: дискретные и непрерывные. Вероятность и плотность вероятности случайного события. Сложение вероятностей взаимно исключающих событий, нормировка вероятности, независимые события, умножение вероятностей, средние значения дискретно и непрерывно изменяющихся величин, математическое ожидание,

дисперсия. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.

Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределения Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуаций.

Тема 2. Распределение молекул газа по скоростям.

Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул: наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

Тема 3. Кинематические характеристики молекулярного движения.

Кинематические характеристики молекулярного движения. Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Средняя длина свободного пробега молекулы газа. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Относительное число молекул, пролетающих путь без столкновений. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна.

Тема 4. Молекулярная теория давления идеального газа.

Молекулярная теория давления идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева). Закон Дальтона. Закон Авогадро.

Тема 5. Понятие температуры

Понятие температуры. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа.

Тема 6. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.

Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера планет. Опыты Перрена по определению постоянной Больцмана (числа Авогадро). Распределение Максвелла – Больцмана.

Тема 7. Явления переноса.

Макроскопические явления переноса. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно кинетическими характеристиками газа. Связь между коэффициентами переноса и их зависимость от температуры и плотности. Особенности процессов переноса в жидких и твердых телах.

Модуль 23. Термодинамический метод

Тема 8. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.

Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Понятие функции состояния. Термодинамическое определение внутренней энергии. Теплота и работа.

Тема 9. Первое начало термодинамики.

Внутренняя энергия. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Экспериментальная зависимость C_v идеального газа от температуры. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатический. Работа в этих процессах.

Тема 10. Циклические процессы. Второе начало термодинамики.

Циклические процессы. Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД. Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.

Тема 11. Понятие энтропии термодинамической системы.

Понятие энтропии термодинамической системы. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Приращение энтропии системы. Основное уравнение термодинамики для обратимых процессов. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Термодинамические потенциалы.

Модуль 3. Реальные газы. Жидкости. Твердые тела. Фазовые переходы.

Тема 12. Реальные газы и жидкости. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Реальные газы и жидкости. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы реального газа. Критическое состояние. Закон соответственных состояний. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона и температура инверсии. Методы получения низких температур.

Тема 13. Поверхностные явления в жидкостях.

Поверхностные явления в жидкостях. Ближний порядок. Поверхностная свободная энергия и коэффициент поверхностного натяжения. Давление под искривленной поверхностью жидкости: формула Лапласа. Смачивание, краевые углы, капиллярные явления. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности.

Тема 14. Твердые тела.

Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Кристаллические решетки; понятие симметрии и анизотропии. Дислокации. Изоморфизм и полиморфизм. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости. Понятие о жидких кристаллах.

Тема 15. Фазовые превращения.

Фазы и фазовое равновесие. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Диаграммы состояний. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.

5. Образовательные технологии

При чтении лекций используется технология проблемного обучения (последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешая которые студенты активно усваивают знания). Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения студентами, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется технология концентрированного обучения. Для контроля усвоения программного материала учитывается работа студентов на лекциях (результаты письменных опросов), после изучения очередного блока проводится компьютерное тестирование с рейтинговой формой оценивания, таким образом, используется технология дифференцированного обучения.

Для представления теоретического материала используются активные методы обучения. Лекции проводятся в нетрадиционной форме. Все лекции представляют собой лекции – визуализации, с применением компьютерных мультимедийных презентаций, подготовленных в программе Microsoft PowerPoint. Применяются разные виды визуализации – натуральные (лекционные демонстрации, фрагменты видеофильмов), изобразительные (схемы, рисунки), символические (использование моделей, обозначений). Часть лекционного материала представляется в виде лекции-беседы, что позволяет концентрировать внимание студентов на особо значимых (важных) моментах учебного материала. Для формирования познавательного интереса к содержанию учебного курса некоторые вопросы рассматриваются в виде проблемной лекции.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу общей физики, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Студентам предоставляется раздаточный материал: тезисы лекций, перечень обязательных задач, методическое пособие, методическое пособие подготовленное сотрудниками, указанное в дополнительной литературе.

Учебно-методический комплекс по дисциплине, размещенный на сайте факультета.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по практическим занятиям, охватывающий базовые вопросы курса: в конце семестра.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Вопросы для текущего контроля, промежуточной аттестации и к экзамену по итогам освоения дисциплине "Молекулярная физика"

1. Дайте определение атомной и молекулярной массы. Что такое изотоп? Запишите приближенно объем молекулы. Что характеризует число Лошмидта, число Авогадро?
2. Перечислите основные элементы модели вещества в молекулярной физике.
3. В чем состоят основные признаки различных агрегатных состояний вещества?
4. Какое утверждение лежит в основе статистического метода применительно к молекулярной физике?
5. В чем сущность термодинамического метода описания состояния системы? На каких законах этот метод базируется?
6. Дайте определение вероятности, плотности вероятности.
7. Какое свойство совокупности событий делает возможным нормировку вероятности?
8. Запишите формулы для среднего значения дискретной и непрерывной случайной величины.
9. Зависит ли среднее значение величины от переменной, по которой производится усреднение? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.
10. Какими величинами характеризуются макро- и микроскопические состояния газа?
11. Каков общий характер соотношения между макро- и микроскопическими состояниями системы?

12. Запишите функцию распределения Гаусса (используя в качестве переменной величины координату x) и изобразите примерный вид этой функции.
13. При каких предположениях справедливо распределение Максвелла по скоростям?
14. Как изменяется распределение Максвелла с ростом температуры?
15. Чем обуславливается существование максимума на кривой, характеризующей распределение Максвелла?
16. Какая связь существует между распределением Максвелла и распределением Гаусса?
17. Запишите функции распределения Максвелла $\rho(v_x)$, $f(v)$, $F(v)$, что они характеризуют?
18. Получите значение наиболее вероятной, среднеарифметической и среднеквадратичной скоростей.
19. Изобразите вид кривой распределения и отметьте примерные положения наиболее вероятной, среднеарифметической и среднеквадратичной скоростей.
20. Изобразите примерные графики функции для двух разных значений температур.
21. Изобразите примерные графики функции для двух газов с различными значениями молекулярной массы.
22. Объясните причину асимметрии графика функции распределения.
23. Определите долю молекул водорода при температуре, обладающих скоростями, лежащими в интервале от 1900 до 1905 м/с?
24. Определите долю молекул газа при температуре T , скорости которых больше некоторого заданного значения?
25. Опишите опыты Штерна по определению скоростей атомов. Получите формулу.
26. Распределение Максвелла допускает сколь угодно большие скорости и кинетические энергии молекул. Как это согласовать с конечной полной кинетической энергией молекул газа?
27. Какими особенностями распределения Максвелла обуславливается, что средние модули скорости больше, чем наименьшая скорость, но меньше, чем корень квадратный из среднеквадратичной?
28. Определите число молекул газа, энергия которых превышает заданную величину E_1 (меньше заданной величины E_1).
29. В каком соотношении находятся между собой средние кинетические энергии теплового движения разных частиц вещества в состоянии его термодинамического равновесия?
30. Как относятся средние скорости разнородных молекул при данной температуре?
31. Выведите функцию распределения Максвелла.
32. В чем смысл столкновения и средней длины свободного пробега при их определении посредством поперечного сечения?
33. Выведите формулу для среднего числа столкновений, испытываемых одной молекулой и между всеми молекулами единицы объема газа в единицу времени.
34. Что такое средняя длина свободного пробега молекул газа? Выведите формулу

для средней длины свободного пробега молекул. Получите численное значение этой величины для молекул газа, находящегося при нормальных условиях.

35. Запишите формулу для частоты столкновений молекул о стенку сосуда. Почему столкновения между молекулами идеального газа не сказываются на частоте столкновений молекул о стенку сосуда.

36. Выведите формулу для эффективного поперечного сечения столкновений. Как поперечное сечение связано с законом ослабления молекулярного пучка в газе? Какой смысл имеет поперечное сечение? Как оно связано с температурой?

37. Приведите формулу для поперечного сечения столкновений. Имеет ли это сечение чисто геометрический смысл? От чего оно зависит?

38. Выведите формулу для средней длины свободного пробега молекул газа. От каких величин она зависит?

39. Какие кинематические характеристики молекулярного движения Вы знаете? Запишите формулы для определения этих характеристик.

40. Что называется числом степеней свободы?

41. Каким числом переменных можно описать состояние двухатомной молекулы? Что характеризуют эти переменные?

42. Какие виды движения определяют энергию молекулы? Когда проявляются вращательные и колебательные степени свободы?

43. Запишите формулы для вероятностей поступательного, вращательного и колебательного движения.

44. Доказать, что на одну поступательную степень свободы приходится энергия, равная $kT/2$.

45. Покажите, что на каждую вращательную степень свободы приходится энергия, равная $kT/2$.

46. Покажите, что на каждую колебательную степень свободы приходится энергия, равная kT .

47. Полагая, что число атомов в молекуле равно N , определите среднюю энергию одной молекулы (линейной, нелинейной) и рассмотрите случай трехатомной молекулы.

48. Средняя скорость движения броуновской частицы зависит от ее массы, а средний квадрат удаления частицы от начала за фиксированный промежуток времени от массы не зависит.

49. Сколько молей атомов кислорода содержат два моля молекул воды?

50. Используя формулу для элементарного потока через площадку за время t , получите основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

51. В каком направлении изменится вычисленное значение давления для идеального газа на стенку, если принять во внимание конечные размеры молекул?

52. В каком направлении изменится вычисленное значение давления для идеального газа на стенку, если принять во внимание силы притяжения между молекулами?

53. Что Вы понимаете под уравнением состояния системы? Запишите уравнение состояния для идеального газа, газа Ван-дер-Ваальса, дифференциальное уравнение состояния.

54. В чем сущность законов Дальтона и Авогадро?

55. Какой смысл получает параметр температуры при молекулярно-кинетическом исследовании тепловых свойств вещества?
56. Дайте понятие термометрического тела и термометрической величины. Какие физические характеристики тел можно использовать для измерения температуры? Чем объясняется разнообразие шкал температур?
57. Какое тело выбрано в качестве термометрического в абсолютной термодинамической шкале температур? Каковы преимущества такого выбора?
58. По скольким реперным точкам определяется термодинамическая шкала температур в СИ?
59. Какими термометрами и методами измеряются температуры в различных интервалах?
60. Запишите закон распределения Больцмана. Объясните его сущность.
61. Выведите барометрическую формулу и рассмотрите изменение давления с высотой для различных газов. Изобразите примерный вид этой зависимости. Почему процентный состав в воздухе, до высот порядка 20 км, остается постоянным?
62. При подъеме молекул в поле тяжести их кинетическая энергия уменьшается. Почему при этом в поле тяжести в состоянии равновесия температура не зависит от высоты?
63. В чем заключается суть опыта Перрена по определению постоянной Больцмана (числа Авогадро)?
64. Получите формулы для подъемной силы, действующей на замкнутую оболочку и на аэростат.
65. Дайте понятие внутренней энергии, теплоты, работы. Как внутренняя энергия, так и теплота обуславливаются энергетическими условиями на молекулярном уровне. В чем их различие?
66. При каких условиях дифференциальная форма является полным дифференциалом и что такое функция состояния системы? Какие термодинамические величины являются функциями состояния?
67. В чем состоит содержание первого начала термодинамики? Как математически записывается этот закон?
68. Каково самое важное свойство функции состояния?
69. Запишите выражение для внутренней энергии одного моля идеального газа, состоящего из линейных (нелинейных) молекул.
70. Сформулируйте содержание первого начала термодинамики. Как математически записывается этот закон?
71. Что называется теплоемкостью, удельной и молярной теплоемкостями?
72. Из каких физических соображений следует, что теплоемкость идеального газа при постоянном давлении больше, чем при постоянном объеме?
73. Используя математическое выражение первого начала найти связь между C_p и C_v . Рассмотрите также случай реального газа. Зависит ли в общем случае теплоемкость от потенциальной энергии взаимодействия молекул?
74. Изобразите графически ориентировочную зависимость C_v от температуры для двухатомного газа, например, для водорода. Вблизи какой температуры найденное на опыте значение теплоемкости молекулярного водорода стремится к

значению теплоемкости одноатомного газа?

75. Какие делаются предположения о строении молекул при расчете теплоемкости газа на основании теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы?

76. Ограничены ли какими-нибудь пределами возможные значения теплоемкости?

77. При каких условиях теплоемкость может иметь отрицательный знак? Возможен ли такой случай?

78. Какие термодинамические процессы Вам известны, и какими уравнениями они описываются? Изобразите графики этих процессов. Получите выражения для работы, совершаемой системой при этих процессах.

79. В каких случаях приращение внутренней энергии системы равно подведенному к системе количеству тепла?

80. В каких случаях внутренняя энергия системы постоянна?

81. В каких случаях изменение внутренней энергии системы равно внешней работе, совершенной системой?

82. Получить уравнение адиабатического процесса и найти работу, выполненную системой при этом процессе.

83. Получите уравнение политропического процесса. При каких условиях политропический процесс переходит в адиабатический, изотермический, изобарический, изохорический? Какие предельные значения может принимать молярная теплоемкость политропического процесса, совершаемого газом?

84. Почему первый закон термодинамики эквивалентен утверждению о невозможности построения вечного двигателя первого рода?

85. В чем состоит принципиальное различие циклов тепловых и холодильных машин?

86. Опишите цикл Карно с идеальным газом. Выведите формулу для КПД цикла Карно.

87. Запишите выражения для КПД тепловых и холодильных машин. При каких условиях КПД этих машин больше единицы?

88. Дайте формулировки Клаузиуса и Томсона (Кельвина) второго начала термодинамики и докажите их эквивалентность.

89. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале.

90. Сформулируйте теоремы Карно.

91. Путем обобщения второго начала термодинамики попытайтесь ввести понятие энтропии.

92. Запишите основное уравнение термодинамики, связывающее первое начало со вторым.

93. Изобразите цикл Карно на диаграмме S - T (S – энтропия, T – температура) и найдите выражение для КПД цикла.

94. Сформулируйте теорему о росте энтропии изолированной системы. Перечислите процессы, при которых энтропия растет. Докажите теорему, используя конкретный процесс.

95. Получите формулу для приращения энтропии идеального газа, если его

параметры изменяются в пределах от P_1 до P_2 и от V_1 до V_2 . Покажите, что при изохорическом процессе приращение энтропии одного моля идеального газа равно.

96. Как определяется статистический вес (термодинамическая вероятность)?

97. Запишите формулу Больцмана, связывающую энтропию системы с вероятностью ее состояния.

98. Объясните механизм возникновения ионной связи в молекуле. Изобразите вид кривой потенциальной энергии взаимодействия ионов в молекуле в зависимости от расстояния между ними. Какими силами обусловлены разные участки этой кривой?

99. Как возникает ковалентная связь в молекуле, состоящей из двух одинаковых атомов?

100. Что Вы можете сказать о локализации электронов в ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллах?

101. Чем вызываются Ван-дер-Ваальсовы силы? Изобразите вид кривой потенциальной энергии взаимодействия между молекулами в зависимости от расстояния.

102. Запишите уравнение состояния реального газа для произвольного количества вещества. От каких параметров зависит внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

103. Изобразите теоретические и экспериментальные изотермы реального газа. Опишите зависимость давления насыщенных паров от температуры. Почему переохлажденный пар и перегретая жидкость называются метастабильными состояниями?

104. Опишите состояние системы жидкость – пар.

105. Приведите примерный расчет поправок на объем и на давление, входящих в уравнение Ван-дер-Ваальса.

106. Выведите выражения для параметров системы в критическом состоянии.

107. В чем заключается эффект Джоуля-Томсона? Дайте понятие точки инверсии. Как получить кривую инверсии? Эффект Джоуля-Томсона считается положительным, если при просачивании через пористую перегородку газ нагревается (охлаждается)?

108. Для каких целей применяется эффект Джоуля-Томсона.

109. Можно ли газ перевести в жидкое состояние, используя высокое давление, или для сжижения газа необходимо создавать специальные условия?

110. Объясните механизм возникновения сил поверхностного натяжения. Покажите, что коэффициент поверхностного натяжения определяется работой, которую нужно затратить, чтобы увеличить поверхность пленки на единицу площади.

111. Найдите приращение свободной энергии поверхностного слоя при изотермическом слиянии двух одинаковых капель ртути диаметром 1,5 мм. Что происходит с физической точки зрения?

112. Используя метод воображаемых круговых процессов, найти зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Приведите численное значение этого коэффициента при критической температуре.

113. Что понимается под поверхностно-активными веществами?

114. Охарактеризуйте условия равновесия жидкости на границе раздела сред. Получите формулы, описывающие условия равновесия на границе раздела сред.
115. Запишите формулу поверхностного молекулярного давления на каплю жидкости радиуса R . Какой вид примет эта формула в случае пузырька того же радиуса?
116. Запишите формулу Лапласа в общем виде. Может ли дополнительное молекулярное давление, оказываемое на жидкость, равняться нулю? Дайте обоснования.
117. Получите формулу для высоты поднятия (опускания) уровня жидкости в открытой капиллярной трубке. В какой области человеческой деятельности капиллярные каналы целесообразно закрывать сверху?
118. Для каких целей используются явления смачивания и несмачивания? Может ли тело плавать на поверхности жидкости, если плотность тела больше плотности жидкости? Может ли тело погружаться в жидкость, если плотность тела меньше плотности жидкости?
119. Выведите формулу теплоемкости одноатомных твердых тел. В чем заключается сущность закона Дюлонга - Пти?
120. Как выполняется закон Дюлонга - Пти для различных элементов? Приведите примерную кривую зависимости теплоемкости от температуры.
121. Какие допущения делаются при выводе теплоемкости по квантовой теории? В чем отличие теорий Эйнштейна и Дебая?
122. Почему при температурах, близких к абсолютному нулю теплоемкости стремятся к нулевому значению?
123. Для газов при обычных температурах справедливо уравнение Майера $C_p - C_v = R$. Что можно сказать о выполнении или невыполнении этого уравнения в случае металлов?
124. Удельные теплоемкости металлических твердых тел значительно меньше удельных теплоемкостей газов и жидкостей. Объясните причину этих расхождений.
125. Считая, что на каждый колеблющийся ион кристаллической решетки приходится один свободный электрон и что, свободные электроны можно рассматривать как идеальный газ, определите атомную теплоемкость кристалла. Сравните полученное значение с выражением закона Дюлонга-Пти. Объясните полученный результат.
126. Что такое насыщенный пар? Запишите уравнение зависимости давления насыщенного пара от температуры (уравнение Клапейрона-Клаузиуса).
127. Получите уравнение Клапейрона-Клаузиуса, используя метод воображаемых круговых процессов.
128. Какие процессы можно описывать с помощью уравнения Клапейрона-Клаузиуса?
129. Приведите пример диаграммы состояния вещества. Дайте понятие тройной точки, приведите значения параметров тройной точки для воды.
130. Какими эффектами сопровождаются фазовые переходы первого рода?
131. Можно ли использовать (и как) уравнение Клапейрона-Клаузиуса для описания фазовых переходов второго рода? Какие переходы относятся к

переходам второго рода?

132. Какой критерий термодинамического потенциала Гиббса используется при разделении фазовых переходов первого и второго рода?

133. Как Вы понимаете полиморфные превращения, приведите конкретные примеры таких превращений? К переходам какого рода относятся эти превращения?

134. Чем отличается процесс кипения от процесса испарения? Почему, закипая вода "шумит"?

135. Дайте понятие перегретого и пересыщенного пара, перегретой и переохлажденной жидкости. В какой области физики используют явление пресыщения водяного пара и перегрева воды?

136. Что понимают под скрытой теплотой парообразования (плавления, сублимации)?

137. Вывести рабочую формулу для определения скрытой теплоты парообразования.

138. Как изменяется энтропия системы при фазовых переходах первого и второго рода?

139. Объясните процесс диффузии (вязкости, теплопроводности). В чем состоит сущность этих процессов с точки зрения молекулярно-кинетической теории? Приведите экспериментальные законы, описывающие явления переноса.

140. Получите формулы для коэффициентов переноса.

141. В чем сущность явлений стационарной и нестационарной диффузии? Термодиффузии?

142. Как зависят коэффициенты переноса от температуры и давления? Ответ обоснуйте.

143. Какие существуют связи между различными коэффициентами переноса?

144. Чем можно объяснить большую теплопроводность металлов по сравнению с газами? Как зависит коэффициент теплопроводности твердых тел от температуры? В чем сущность квантовой теории теплопроводности?

145. Сформулируйте сущность процесса диффузии в металлах. Какова зависимость коэффициента диффузии от температуры? Какие факторы влияют на коэффициент диффузии в металлах?

146. Какое условие нужно обеспечить, чтобы можно было говорить о вакууме внутри сосуда? Почему понятие вакуума имеет относительный характер?

Примерные тесты по молекулярной физике

(цикловые тесты)

Вариант 1

1. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул воздуха при давлении 10^5 Па и концентрации этих молекул $2.7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.
 1) $3.8 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$; 2) $5.6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$; 3) $3.2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$;
 4) $9 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$; 5) $1.2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$.
2. Как изменится внутренняя энергия идеального газа при изотермическом сжатии?
 1) $U=0$; 2) $\Delta U > 0$; 3) $\Delta U=0$; 4) $\Delta U < 0$;
 5) ΔU может иметь любое значение.
3. Зависимость давления газа от его объема выражается формулой $P=\alpha V$, где $\alpha=\text{const}$. Чему равна работа, совершаемая газом при его расширении от объема V_1 до объема V_2 ?
 1) $\alpha/2(V_2-V_1)^2$; 2) $\alpha/2(V_2^2-V_1^2)$; 3) $\alpha(V_2^2-V_1^2)$;
 4) $\alpha(V_2-V_1)^2$; 5) 0.
4. Определите зависимость от температуры коэффициента диффузии при изобарном процессе. Эффективное сечение молекул считать постоянным.
 1) $D \sim T$; 2) $D \sim \sqrt{T}$; 3) $D \sim T^{3/2}$; 4) D не зависит от T .
5. В газовом процессе, для которого $PV^2=\text{const}$, $V \sim T^n$, найти значение n . Масса газа постоянна.
 1) 2; 2) -1; 3) -2; 4) -1/2; 5) -3.
6. Молекулы, какого из перечисленных газов, входящих в состав воздуха, в равновесном состоянии обладают наибольшей средней арифметической скоростью?
 1) N_2 ; 2) O_2 ; 3) H_2 ; 4) CO_2 .
7. В поле силы тяжести находятся два вертикальных сосуда с разными газами (водород при $T_1 = 200 \text{ К}$ и гелий при $T_2 = 400 \text{ К}$). Сравните плотности этих газов на высоте h , если на уровне $h=0$ плотности газов одинаковы.
 1) $\rho_г > \rho_в$; 2) $\rho_г = \rho_в$; 3) $\rho_г < \rho_в$; 4) $\rho_г = 2\rho_в$; 5) $4\rho_г = \rho_в$.
8. При каких условиях реальные газы подчиняются законам идеального газа?

- 1) при больших плотностях и низких температурах;
 - 2) при малых плотностях и не очень высоких и не слишком низких температурах;
 - 3) при малых плотностях и высоких температурах;
 - 4) при малых плотностях и низких температурах;
 - 5) при больших плотностях и не очень высоких и не слишком низких температурах.
9. Из капельницы накапали равные массы холодной и горячей воды. Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяжения воды, если в первом случае образовалось **40**, а во втором **48** капель?
- 1) увеличился в 1.2 раза; 2) уменьшился в 1.2 раза;
 - 3) не изменился; 4) увеличился в 2.4 раза;
 - 5) уменьшился в 1.44 раза.
10. Критическая температура определяется из выражения:
- 1) $T_K = 3B$; 2) $T_K = a/27B^2$; 3) $T_K = 8a/27RB$; 4) $T_K = 3B/27a^2$. Здесь **a** и **b** постоянные Ван-Дер-Ваальса.

Вариант 2

1. В сосуде объемом **8.31 м³** находится **0.02 кг** водорода при температуре **27 °C**. Определите его давление. **R=8.31 Дж/моль·K, $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.**
 - 1) $3 \cdot 10^4$ Па; 2) $6 \cdot 10^5$ Па; 3) 270 Па; 4) 540 Па; 5) $3 \cdot 10^3$ Па.
2. Как формулируется первое начало термодинамики?
 - 1) Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работ внешних сил и количества теплоты, переданного системе;
 - 2) Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работ, которые система совершает над внешними телами, и количества теплоты, переданного системе;

- 3) Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работ внешних сил и количества теплоты, отданного системой внешним телам;
- 4) Количество теплоты, переданное системе, идет на изменение ее внутренней энергии и совершение внешними телами работы над системой;
- 5) Среди ответов нет верных.
3. При адиабатическом процессе справедливо следующее соотношение между давлением и объемом газа $PV^\gamma = \text{const}$, где γ коэффициент, определяемый свойствами газа. Как изменится температура идеального газа с коэффициентом $\gamma=2$, если адиабатно увеличить объем в 4 раза?
- 1) увеличится в 16 раз; 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в 4 раза; 4) увеличится в 2 раза;
- 5) уменьшится в 2 раза.
4. Средняя арифметическая скорость молекул равна:
- 1) $\sqrt{3RT/\mu}$; 2) $\sqrt{3RT/n\mu}$; 3) $\sqrt{2RT/\mu}$; 4) $\sqrt{RT/\mu}$; 5) $\sqrt{kT/\mu}$;
5. Найдите коэффициент внутреннего трения η азота при нормальных условиях, если коэффициент диффузии для него при этих условиях $D=1.42 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$:
- 1) $1.8 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м} \cdot \text{с}$; 2) $3.2 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м} \cdot \text{с}$; 3) $1.8 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м} \cdot \text{с}$;
- 4) $48 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м} \cdot \text{с}$; 5) $8 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м} \cdot \text{с}$.
6. Работа, совершаемая одним молем газа при изотермическом процессе, равна:
- 1) $RT \ln \frac{V_2}{V_1}$; 2) $RT \frac{V_2}{V_1}$; 3) 0; 4) $RT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$; 5) $R \ln \frac{P}{V}$.
7. Изменение энтропии в изотермическом процессе задается формулой:
- 1) $\Delta S = R \ln V_2/V_1$; 2) $\Delta S = C_V \ln V_2/V_1$;
- 3) $\Delta S = 0$; 4) $\Delta S = C_P \ln T$; 5) $\Delta S = C_P \ln V_2/V_1$.
8. Считая газокинетический диаметр молекул углекислого газа равным $d = 3.2 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, определите среднюю длину пробега его молекул при температуре 50°C и давлении 133.3 Па :

1) $0.74 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; 2) $8 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; 3) $3.2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$; 4) $3.5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; 5) $8 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.

9. Укажите правильное выражение уравнения Ван-дер-Ваальса:

1) $\left(P + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left(V - \frac{m}{\mu} b \right) = \frac{m}{\mu} RT$;

2) $\left(P - \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left(V - \frac{m}{\mu} b \right) = \frac{m}{\mu} RT$;

3) $\left(P - \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left(V + \frac{m}{\mu} \frac{a}{V^2} \right) = \frac{m}{\mu} RT$;

4) $\left(P - \frac{a}{V^2} \right) (V + b) = RT$.

10. В капиллярной трубке радиусом **0.5 мм** жидкость поднялась на **11 мм**. Какова плотность жидкости, если коэффициент поверхностного натяжения жидкости **$22 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$** ?

1) 800 кг/м^3 ; 2) 850 кг/м^3 ; 3) 900 кг/м^3 ; 4) 816 кг/м^3 ; 5) 750 кг/м^3 .

Вариант 3

1. Плотность воздуха при нормальных условиях $\rho_0 = 1.29 \text{ кг/м}^3$. Найдите молекулярную массу воздуха. $R = 8.31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$.

1) 0.01 кг/моль ; 2) 0.041 кг/моль ; 3) 0.029 кг/моль ;

4) 0.015 кг/моль ; 5) 0.2 кг/моль .

2. Как изменится внутренняя энергия идеального газа при изохорном нагревании?

1) $\Delta U > 0$; 2) $\Delta U = Q$; 3) $\Delta U < Q$; 4) $\Delta U = A$; 5) $\Delta U = -A$.

3. В идеальном газе при переходе из состояния **1** в состояние **2** давление изохорно увеличивается в 2 раза, затем при переходе из состояния **2** в состояние **3** объем изобарно увеличивается в 2 раза. Какова температура газа в состоянии **3**, если в состоянии **1** она равна T_0 ?

1) $6T_0$; 2) $5T_0$; 3) $4T_0$; 4) $3T_0$; 5) T_0 .

4. Средняя квадратичная скорость молекул равна:

- 1) $\sqrt{8RT / \pi \mu}$; 2) $\sqrt{2RT / \mu}$; 3) $\sqrt{3RT / \mu}$;
 4) $\sqrt{RT / \mu}$; 5) $\sqrt{2kT / \mu}$.

5. Внутренняя энергия моля Ван-дер-Ваальсовского газа равна:

- 1) $C_V T$; 2) $C_R T$; 3) $C_V T - \frac{a}{V_M}$; 4) $C_V T + \frac{a}{V_M}$; 5) $C_V T (C_V + C_P)$.

6. Показатель политропы для изотермического процесса n равен:

- 1) $n=0$; 2) $n=+\infty$; 3) $n=1$; 4) $n=\infty$.

7. Как изменяется коэффициент диффузии D и вязкость η идеального газа, если объем его увеличить в n раз изотермически?

- 1) D увеличится в n раз, η увеличится в n раз;
 2) D уменьшится в n раз, $\eta = \text{const}$;
 3) D увеличится в n раз, $\eta = \text{const}$;
 4) D уменьшится в n раз, η уменьшится в n раз;
 5) $D = \text{const}$, $\eta = \text{const}$.

8. В объеме $V=5$ л воды растворено $m=2$ г поваренной соли. Найдите осмотическое давление P для этого раствора при температуре $t=17^\circ\text{C}$, если степень диссоциации молекул соли 75 %.

- 1) $5 \cdot 10^4$ Па; 2) $2.9 \cdot 10^5$ Па; 3) $8.1 \cdot 10^5$ Па; 4) $6.2 \cdot 10^5$ Па; 5) $5 \cdot 10^{-4}$ Па.

9. Насыщенный водяной пар находится при 100°C и занимает некоторый объем. Как изменится давление пара, если его объем уменьшить вдвое, сохраняя прежнюю температуру?

- 1) не изменится; 2) увеличится в 2 раза; 3) уменьшится в 2 раза;
 4) увеличится в 1.25 раза; 5) среди ответов нет верных.

10. Термодинамическая система совершает произвольный термодинамический процесс. Какие из величин, характеризующих процесс (U , S , A , Q), являются функциями состояния?

- 1) U , Q ; 2) S , A ; 3) U , S ; 4) A , U ; 5) Q , S .

Вариант 4

1. Давление газа равно $P \sim n \langle W_{\text{пост}} \rangle$. В каком из перечисленных процессов одновременно с возрастанием n уменьшается и $\langle W_{\text{пост}} \rangle$?
1) изотермическом; 2) изобарном; 3) изохорном;
4) адиабатическом; 5) ответы 1-4 не верны.
2. Какова внутренняя энергия одноатомного газа, занимающего при температуре T объем V , если концентрация его молекул n ?
1) $\frac{3}{2} nkTV$; 2) $\frac{3}{2} nkT/V$; 3) $\frac{2}{3} nkTV$; 4) $\frac{3}{2} kT/nV$; 5) $\frac{3}{2} V/nkT$.
3. Как изменится коэффициент диффузии D и вязкость η идеального газа, если его объем увеличить в n раз изобарически?
1) D увеличится в n раз, $\eta \sqrt{n}$ раз;
2) D увеличится в $n^{3/2}$ раз, $\eta \sqrt{n}$ раз;
3) D увеличится в n раз и η в n раз;
4) D уменьшится в n раз, η в n раз;
5) D увеличится в $n^{1/2}$ раза, η в $\sqrt{n}$ раз.
4. Некоторый газ с неизменной массой переводится из одного равновесного состояния в другое. Изменится ли распределение молекул по скоростям: а) положение максимума кривой Максвелла; б) площадь этой кривой.
1. а) изменится; б) изменится; 2. а) не изменится; б) не изменится;
3. а) не изменится; б) изменится; 4. а) изменится б) не изменится.
5. Верны ли следующие утверждения относительно машины Карно? а) рабочее вещество всегда идеальный газ; б) цикл состоит из двух изотерм и двух адиабат; в) КПД цикла зависит только от температуры нагревателя и холодильника.
1. а) да; б) нет; в) нет; 2. а) да; б) нет; в) нет;
3. а) нет; б) нет; в) да; 4. а) да; б) да; в) да;
5. а) нет; б) да; в) да.

6. При адиабатическом сжатии идеального газа совершена работа A . Какие из приведенных ниже соотношений для количества теплоты Q , полученной газом в этом процессе, и изменения внутренней энергии ΔU справедливы?

1) $Q = 0 \quad \Delta U = A$; 2) $Q = A \quad \Delta U = 0$; 3) $Q = 0 \quad \Delta U = -A$;

4) $Q = -A \quad \Delta U = 0$; 5) $Q = 0 \quad \Delta U = 0$.

7. Воду массой $m=1$ кг нагрели от температуры $t_1 = 10^\circ\text{C}$ до $t_2 = 100^\circ\text{C}$, при которой она вся превратилась в пар. Найти приращение энтропии системы.

1) $\Delta S = m \left(C \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{r}{T_2} \right)$; 2) $\Delta S = m C \ln \frac{T_2}{T_1}$;

3) $\Delta S = mr/T_2$; 4) $\Delta S = m \left(C \ln \frac{T_2}{T_1} + \frac{r}{T_2} \right)$; 5) $\Delta S = 0$. Здесь C

– удельная теплоемкость воды, r – удельная теплота парообразования.

8. Распределение молекул по высоте описывается распределением Больцмана:

1) $n(h) = \exp\left(-\frac{\mu gh}{RT}\right)$; 2) $n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{\mu gh}{RT}\right)$;

3) $n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{\mu gh}{kT}\right)$; 4) $n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{\mu gh}{RT}\right)$;

5) $n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{\mu gh}{R}\right)$.

9. Вычислите постоянные a и b в уравнении Ван-дер-Ваальса для углекислого газа, если известна критическая температура $T_{KP} = 304$ K и давление $P_K = 73$ атм.

1) $a = 3.6$ атм·л²/моль²; $b = 0.043$ л/моль;

2) $a = 8.2$ атм·л²/моль²; $b = 0.43$ л/моль;

3) $a = 0.043$ л/моль; $b = 3.6$ атм·л²/моль²;

4) $a = 1.8$ атм·л²/моль²; $b = 0.086$ л/моль.

10. Найдите добавочное давление P внутри мыльного пузыря диаметром $d=10$ см. Определите также работу A , которую нужно совершить, чтобы выдуть этот пузырь. $\sigma=40 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

1) $P=3.2$ Па, $A=2.5$ мДж; 2) $P=3.2 \cdot 10^5$ Па, $A=2.5$ мДж;

3) $P=8.3$ Па, $A=5$ мДж; 4) $P=1.6$ Па, $A=2.5$ мДж.

Вариант 5

1. Как изменится температура и давление идеального газа, заключенного в сосуд постоянного объема, если увеличить среднюю квадратичную скорость молекул газа в 2 раза?

1) $P_2=4P_1$, $T_2=4T_1$; 2) $P_2=2P_1$, $T_2=2T_1$; 3) $P_2=P_1$, $T_2=4T_1$;

4) $P_2=4P_1$, $T_2=T_1$; 5) $P_2=P_1$, $T_2=T_1$.

2. Определите диаметр капли воды, в которой возникает лапласовское давление $\Delta P = 1440$ Па, $\sigma = 0,073$ Н/м.

1) 144 мм; 2) 40 мм; 3) 2.45 мм; 4) 0.2 мм; 5) 1 мм.

3. Как изменится внутренняя энергия идеального газа при изобарном нагревании?

1) $\Delta U=Q$; 2) $\Delta U>Q$; 3) $\Delta U=A$; 4) $\Delta U=-A$; 5) $\Delta U<Q$.

4. Идеальный газ сначала расширяется, затем сжимается и возвращается в исходное состояние. За один цикл газ получил от нагревателя количество теплоты Q_1 , отдал холодильнику количество теплоты Q_2 и совершил работу A . Чему равен КПД этого цикла?

1) $\eta=Q_1/q_2$; 2) $\eta=Q_2/q_1$; 3) $\eta=(Q_2-A)/Q_1$;

4) $\eta=A/Q_1$; 5) $\eta=(Q_2+A)/Q_1$.

5. Наиболее вероятная скорость равна:

1) $\sqrt{8RT / n\mu}$; 2) $\sqrt{2RT / \mu}$; 3) $\sqrt{3RT / \mu}$;

4) $\sqrt{RT / \mu}$; 5) $\sqrt{2kT / \mu}$.

6. Работа, совершаемая газом при изохорном процессе:

1) $P(V_2 - V_1)$; 2) 0; 3) $RT \ln(V_2/V_1)^{\gamma}$; 4) PV ; 5) $V(P_2 - P_1)$.

7. Укажите, зависит ли от плотности газа коэффициент переноса: **а)** диффузии; **б)** вязкости; **в)** теплопроводности:
1. а) да; б) да; в) да; 2. а) да; б) нет; в) нет; 3. а) да; б) нет; в) да; 4. а) нет; б) нет; в) да; 5. а) нет; б) да; в) да.
8. Изменение энтропии при адиабатическом процессе равно:
- 1) $\Delta S = R \ln \frac{T_2}{T_1}$; 2) $\Delta S = R \ln \frac{V_2}{V_1}$; 3) $\Delta S = C_v \ln \frac{T_2}{T_1}$;
- 4) $\Delta S = 0$; 5) $\Delta S = R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$.
9. В калориметре, теплоемкостью стенок которого можно пренебречь, содержится вода массой **1 кг**. При опускании в воду металла массой **1 кг**. В результате теплопередачи он охладился на **50 К**, а вода нагрелась на **5 К**. Чему равна удельная теплоемкость металла? $c_v = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$.
- 1) 0.1 Дж/кг·К; 2) 10 Дж/кг·К; 3) 0.42 Дж/кг·К; 4) 420 Дж/кг·К; 5) 4200 Дж/Гк.
10. Определите наибольшее давление $P_{\max}$ насыщенных водяных паров:
- 1) $8a/27Rb$; 2) $a/27b^2$; 3) $3/8a/b^2$; 4) $3b$; 5) $8a/27b^2$.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Весомость текущего и промежуточного контроля – 50% (коэффициент 0,5)
и итогового контроля по дисциплине – 50% (коэффициент 0,5):

Лекции - Текущий и промежуточный контроль включает:

- посещение занятий __3__ бал.
- активное участие на лекциях __5__ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __27__ бал.

- и др. (доклады, рефераты) _____5___ бал.

Практика (р/з) и семинар - Текущий контроль включает:

- посещение занятий _____3___ бал.
- активное участие на практических занятиях _____5___ бал.
- выполнение домашних работ _____5___ бал.
- выполнение самостоятельных работ _____7___ бал.
- выполнение контрольных работ _____10___ бал.

Физический практикум - Текущий контроль включает:

- посещение занятий и наличие конспекта _____3___ бал.
- получение допуска к выполнению работы _____5___ бал.
- выполнение работы и отчета к ней _____10___ бал.
- защита лабораторной работы _____12___ бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Растова Н.А. Физика. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Растова. — Электрон. текстовые данные. — Волгоград: Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2009. — 42 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11357.html> 13.09.2018г
2. Стародубцева Г.П. Курс лекций по физике. Механика, молекулярная физика, термодинамика. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов аграрных вузов, обучающихся по направлениям: 35.03.06 - Агроинженерия и 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / Г.П. Стародубцева, А.А. Хащенко. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76115.html>
3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. - Изд. 3-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008, 2007. - 480 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). - Допущено МО РФ. - ISBN 978-5-8114-0737-8 : 330-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Матвеев А.Н. - 4е изд., стер. - СПб; М; Краснодар : Лань, 2010. - 671-88. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
5. Савельев И.В. - 4-е изд., стер. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 351 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Допущено НМС. - ISBN 978-5-8114-0685-2 : 300-08. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учеб. пособие для физ. специальностей вузов: В 5-ти т. Т.2 : Термодинамика и молекулярная физика - 4-е изд., стер.

- М. : ФИЗМАТЛИТ; МФТИ, 2003. - 575 с. : ил. - ISBN 5-9221-0226-5 : 239-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
7. Г.С.Ландсберга Г.С. Элементарный учебник физики : в 3 т. Т.1 : Механика. Теплота. Молекулярная физика - 13-е изд. - М. : Физматлит, 2006. - 605,[2] с. : ил. ; 21 см. - Библиогр. в примеч. текста. - Предм. указ.: с. 600-606. - ISBN 5-92210348-2 : 160-00.
8. Магомедов Х. А. Опорный конспект по молекулярной физике, 2005г.

б) дополнительная литература:

1. Обвинцева Н.Ю., Рычкова О.В. Физика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : сборник задач — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 65 с. — 978-5-87623-988-4.—Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/64209.html>
2. Гираев М.А., Магомедов Х.А.. Механика и молекулярная физика : опорные конспекты, тесты, задачи: [учеб.- метод. пособие] /. - [Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2005]. - 318 с. - ISBN 5-7788-0002-9 : 150-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
3. Б.А.Абрамова, М.К.Гусейханов, У.Г.-Г.Магомедова Решение типовых задач по молекулярной физике : учеб.-метод. пособие; М-во образования и науки РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2011. - 70 с. - 41-50. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Яворский Б.М., Пинский А. А., под ред. Ю.И.Дика : Основы физики : [в 2 т.]. Т.1 : Механика. Молекулярная физика. Электродинамика - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит: Наука/ Интерпериодика, 2003. - 575 с. - ISBN 5-9221-0382-2 : 144-76. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
5. Коротков П.Ф. -Молекулярная физика и термодинамика: основные положения и решение задач : учеб. пособие /; М-во образования РФ, Моск. физ.-техн. ин-т. - 2-е изд. - М. : Изд-во МФТИ, 2004. - 168 с. — Рекомендовано УМО. - ISBN 5-7417-0229-5 : 128-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
6. Щеликов О.Д.и др - Тестовые задания по курсу "Молекулярная физика". Ч.1 : Статистический анализ; М-во образования и науки РФ, Даг. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2011. - 114 с. - 66-50. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
7. Магомедов Х.А. и др - Молекулярная физика : метод. пособие к выполнению лаб. работ. Ч.2 Ч.1; Федерал. агентство по образованию, Даг. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2010. - 33 с. - 22-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

8. Щеликов О.Д.- Молекулярная физика : метод. пособие по решению задач . - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2011. - 160-00.Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
9. Щеликов О.Д. и др Тестовые задания по курсу "Молекулярная физика" : учеб.-метод. пособие. Ч.2 : Термодинамический метод. Первое начало термодинамики; Минобрнауки России, Даг. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2012. - 77 с. - 49-00.Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
- 10.Щеликов О.Д и др - Тестовые задания по курсу "Молекулярная физика" : учеб.-метод. пособие. Ч.3 : Термодинамический метод. Второе начало термодинамики; Минобрнауки России, Даг. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2012. - 63 с. - 41-20.Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации (www.fero.ru).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Для записи конспектов лекций у студента должна быть тетрадь желательно большого формата, так как в конспектах по физике обязательно присутствуют рисунки, графики и чертежи. Эти элементы должны быть выполнены так, чтобы все детали были хорошо видны. Обычно лекция - это самое краткое изложение материала по данному вопросу. Если при записи конспекта вы что-то не успели записать – оставьте место, чтобы дописать потом.

Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у

преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.

по подготовке к практическим занятиям

Для практических занятий по дисциплине «Молекулярная физика» у студента должна быть отдельная тетрадь. При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

Кроме этого необходимо решить домашние задачи, заданные на предыдущем занятии. Для успешного решения домашних задач необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории.

Приступая к решению любой задачи, следует выполнять определенные правила:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выяснить физический смысл всех величин, о которых идет речь в данной задаче.
- Выполнить чертеж, если это необходимо (чертеж нужен в большинстве задач по физике).
- Записывая данные задачи и решение, следует помнить, что все буквы, встречающиеся в записи решения, кроме общепринятых обозначений и констант должны присутствовать на чертеже или в записи данных. Все другие символы должны быть пояснены при записи решения задачи.
- Решение задач рекомендуется проводить в общем виде. Вычисляются, как правило, только те величины, которые требуются для ответа на вопрос задачи.
- Прежде чем подставлять данные в расчетную формулу необходимо проверить размерность вычисляемой величины. Если размерность вычисляемой величины правильная – можно проводить вычисления, если нет – следует найти ошибки.
- После проведения вычислений необходимо оценить разумность полученного результата (значение скорости движения тела близкой к скорости света в вакууме – неразумно, неразумно отрицательное значение абсолютной температуры и так далее).
- Если получен неразумный результат, необходимо проверить правильность вычислений. Если вычисления правильные, следует искать ошибки в решении.
- При записи решения задачи необходимо делать пояснения.
- В конце решения должен быть записан ответ на вопрос задачи.

по организации самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины «Молекулярная физика» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: чтение

студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с Интернет-источниками; выполнение тестовых и индивидуальных заданий, подготовку к сдаче экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы, материалы сайта физического факультета ДГУ и обучающих программ, предложенных преподавателем.

по подготовке к контрольной работе

Подготовку к контрольной работе необходимо начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий, не следует. По всем возникшим вопросам надлежит обращаться за консультацией к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

по подготовке к тестам

Для контроля уровня учебных достижений студентов используется технология компьютерного тестирования, для реализации которой применяется программная оболочка. Все задания составлены на основе упражнений, рассмотренных на лекциях и выполнявшихся в течение семестра на семинарских и практических занятиях. Перед выполнением тестов необходимо вернуться к этим упражнениям, кроме того, обратиться к рекомендованной литературе и тщательно проработать материал, представленный на лекциях.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Распределение молекул по скоростям атмосфера планет	Расчет распределения молекул по скоростям. Определить примерное содержание молекул на каждой планете на основе второй космической скорости.
Рассеяние молекул атмосферы молекул земного шара во времени.	Исходя из расчета рассеяния молекул во времени найти продолжительность жизни на Земле.

Экспериментальное обоснование основных положений молекулярно-кинетической	Анализировать и найти эксперименты анализирующие молекулярно – кинетическую теорию.
Силы Ван – дер – Ваальса.	Изучить из дополнительной литературы жизнь Ван – дер – Ваальса. Диссертационная работа Ван – дер – Ваальса. Как Ван – дер – Ваальс доказал возможность превращения любого газа в
Низкие температуры	Изучить дополнительно из литературы методы получения низких температур. Какова наинизшая температура полученная экспериментально. Принцип невозможности достичь 0°K.
Тройная точка	Какое значение имеет наличие тройной точки в природе для объяснения фазовых переходов.
Твердое тело	Отличие твердого кристаллического тела от аморфного. Приобретать новинки определения индексов Миллера
Процессы переноса	Вакуум. Явление переноса в разреженных газах.

Методические рекомендации для преподавателя

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.

3. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы желательно составлять из обязательной и факультативной частей.

4. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

5. Вузовская лекция - главное звено дидактического цикла обучения. Её цель - формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

-изложение материала от простого к сложному, от известного к

неизвестному;

-логичность, четкость и ясность в изложении материала;

-возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации

деятельности студентов;

-опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления,

статистические данные;

-тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей

профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в

педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

6. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, раздела учебной программы. Он может быть построен как на материале одной лекции, так и содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого семинара - наличие элемент дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:

а) разработка учебно-методического материала:

-формулировка темы, соответствующей программе и госстандарту;

-определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;

-выбор методов, приемов и средств для проведения семинара;

-подбор литературы для преподавателя и студентов;

-при необходимости проведение консультаций для студентов;

б) подготовка обучаемых и преподавателя: -составление плана семинара из 3-4 вопросов;

-предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;

-предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы

(учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения,

конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);

-создание набора наглядных пособий.

Подводя итоги семинара, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

-полнота и конкретность ответа;

- последовательность и логика изложения;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие качественных и количественных показателей;
- наличие иллюстраций к ответам в виде исторических фактов, примеров и пр.;
- уровень культуры речи;
- использование наглядных пособий и т.п.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

После проведения первого семинарского курса, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

7. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй - на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

8. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность - главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций сопровождается слайд-презентациями, разработанными в среде Microsoft Office PowerPoint.

Используются оцифрованные учебные и научно-популярные кинофильмы, в том числе доступные через Internet.

Для контроля уровня учебных достижений студентов применяется технология компьютерного тестирования, для реализации которой применяется программная оболочка, разработанная в ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные демонстрации

1. Модель броуновского движения (кинетическая модель А.А. Эйнвальда и Н.В. Разжавина).
 - а) модель газов;
 - б) давление молекул газа на стенки сосуда;
 - в) модель броуновского движения;
 - г) раздувание резиновой камеры под воздушным колоколом и сосудом.
2. Распределение молекул газа в поле силы тяжести.
 - а) механическая модель (модель Р.Поля)
 - б) атмосферное давление. Опыты с полушарами и стаканом с водой.
3. Диффузия газов.
 - а) взаимная диффузия газов (пары брома в воздухе)
 - б) диффузия газа через пористую перегородку (зависимость диффузии газа от его молекулярного веса).
 - в) модель диффузии газов.
4. Внутреннее трение в газах.
 - а) Над горизонтальным диском, насаженным на ось демонстрационной машины с ручным приводом, подвешен на нити легкий картонный диск.
 - б) Теплопроводность.
5. Молекулярные явления в жидкостях.
 - а) Капли взвешенные в жидкости (Плато).
 - б) Изменение поверхностного натяжения;
 - в) Уменьшение σ воды;
 - г) Движение камфары на поверхности воды.
 - д) Мыльные пленки и пузырьки.
 - е) Смачивание (и несмачивание) твердого тела, жидкостью.
 - ж) Капиллярные явления.
6. Взаимные превращения жидкости, пара и твердого тела. Газовые законы.
 - а) Насыщенный пар:
 - давление насыщенного пара.
 - независимость давления насыщенного пара от его объема.
 - зависимость давления насыщенного пара от температуры.
 - б) Замерзание кипящей воды.
 - в) Кипение при охлаждении.
 - г) Перегревание жидкости.
 - д) Критическое состояние.
 - е) Опыты с жидким азотом.
 - ж) Плавление и кристаллизация.

7. Растворы.

- а) Взаимное растворение жидкостей.
- б) Изменение растворимости с температурой.
- в) Осмотическое давление.

8. Некоторые термодинамические процессы.

- а) Адиабатический процесс.
- б) Различная и удельная теплоемкость металлов. (прибор Тиндаля.).
- в) Работа пара при нагревании воды в трубе.
- г) Сравнительная демонстрация C_v и C_p .

9. Твердые тела.

- а) Образование кристаллов.
- б) Модель для объяснения образования кристаллов и явления анизотропии.
- в) Модель пространственной решетки.
- г) Линейное расширение твердых тел.

10. Тепловые машины.

- а) Работа пара.
- б) Действие модели паровой машины и турбины.
- в) Принцип действия двигателя внутреннего сгорания.

Дополнительные демонстрации.

- I. а) Измерение давления под искривленной поверхностью жидкости;
б) зависимость давления от радиуса кривизны поверхности жидкости;
в) $\sigma = f(T)$;
г) зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры.
- II. Демонстрации переходов насыщенных паров в ненасыщенные и обратно.
- III. Модель тепловой машины.

