

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт Физики и Математики**

**Кафедра теоретической и экспериментальной физики**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ОПОП  
профессор \_\_\_\_\_ М.Х. Хоконов

Директор института физики и математики  
профессор \_\_\_\_\_ Кунижев Б.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.


« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.


**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы

Директор Института физики и  
математики

 \_\_\_\_\_ **Б.И. Кунижев**  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

 \_\_\_\_\_ **Б.И. Кунижев**  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Профиль подготовки:  
**«Физика конденсированного состояния»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Общий физический практикум (Молекулярная физика)»  
/ сост. Хамукова Л.А. – Нальчик: КБГУ, 2023. – 38 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины обязательной части Б1.О.08 профессионального цикла студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния») во 2-м семестре 1-го курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	24
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	28
7.1.	Нормативно-законодательные акты	28
7.2.	Основная литература	28
7.3.	Дополнительная литература	28
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	29
7.5.	Интернет-ресурсы	29
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	31
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	34
9.	Приложения	36

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основная **цель и задачи** изучения курса общей физики состоят в том, чтобы представить физическую теорию как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента. Поэтому курс общей физики, с одной стороны, должен представлять собой физическую теорию, а с другой стороны, этот курс является экспериментальным и должен ознакомить студентов с основными методами измерений физических величин, простейшими методами обработки результатов эксперимента и основными физическими приборами. Курс общей физики должен сформировать у студентов определенные навыки экспериментальной работы, научить правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядок определенных физических величин.

Программа курса общей физики может быть выполнена при полном и целесообразном использовании лекций, семинарских и лабораторных занятий, а также времени для самостоятельной работы студентов.

В процессе проведения физического практикума студент учится самостоятельно воспроизводить и анализировать основные физические явления, что способствует более глубокому пониманию теории изучаемого явления, знакомится с важнейшими измерительными приборами, учится правильно выбирать методику эксперимента и соответствующие этой методике экспериментальные приборы, воспитывает у себя творческое отношение к исследовательской работе.

Общий физический практикум является неотъемлемой частью общей физики. Его главные задачи:

- 1) научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучать основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов;
- 2) ознакомить с современной измерительной аппаратурой, с основными принципами и компьютеризации процессов сбора и обработки информации, с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.08.01 «Общий физический практикум (Молекулярной физика)» относится к обязательной части Б1.О.08 «Общий физический практикум» профессионального цикла учебного плана по направлению 03.03.02 Физика, профиль: Физика конденсированного состояния. Дисциплина изучается на первом курсе во 2 семестре.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ОПК-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- способностью проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты (ОПК-2).

**Знать:** основные физические величины, систему единиц СИ, основные системы координат, физические явления и процессы, происходящие в природе, связь между ними, основные законы молекулярной физики в виде математических уравнений.

**Уметь:** применять теоретический материал к выполнению лабораторных работ, анализу конкретных физических ситуаций, использовать различные методы получения результатов и пользоваться основной и дополнительной литературой по курсу.

**Владеть:** приемами постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов; навыками работы с современной измерительной аппаратурой; основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и об-

работки информации; основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований; математическим аппаратом и навыками практического применения разделов математики:

- а) математический анализ - дифференциальное и интегральное исчисление;
- б) алгебра - векторные понятия, операции с векторами;
- в) дифференциальные уравнения - дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными;
- г) аналитическая геометрия - система координат, кривизна, радиус кривизны;
- д) физики (механика) - II Закон Ньютона;
- е) программирования - элементы программирования.

**Приобрести опыт:** самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой по курсу; обработки, анализа и оценки, полученных в эксперименте результатов; самостоятельной работы с лекционным материалом, учебной и учебно-методической литературой и решения домашних заданий.

#### 4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
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.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
2	Статистический подход к описанию молекулярных явлений.	Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние систем. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная Среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.	ОПК-2	ДЗ, СР, РК
3	Идеальный газ.	Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального	ОПК-2	СР, РК, ДЗ

		распределения: распределения Пуассона и Гауса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуации. Молекулярная теория давления идеального газа.		
4	Понятие температуры.	Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона-Менделеева).	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
5	Распределение молекул газа по скоростям.	Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.	ОПК-2	ДЗ, СР, РК
6	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.	Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла -Больцмана и его экспериментальная проверка.	ОПК-2	ДЗ, СР, РК
7	Броуновское движение.	Столкновение молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. ГазокINETический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.	ОПК-2	ДЗ, ЛР, РК, СР
8	Явления переноса.	Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Явление переноса в разряженных газах. Вакуум.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
9	Термодинамический	Термодинамические парамет-	ОПК-2	ДЗ, СР, РК

	подход к описанию молекулярных явлений.	ры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.		
10	Первое начало термодинамики.	Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
11	Циклические процессы.	Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
12	Второе начало термодинамики.	Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и ее тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.	ОПК-2	ДЗ, СР, РК
13	Понятие энтропии термодинамической системы.	Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.	ОПК-2	ДЗ, СР, РК
14	Реальные газы и жидкости.	Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК

		Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы молекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Эффект Джоуля-Томсона. Методы получения низких температур.		
15	Поверхностные явления в жидкостях.	Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
16	Твердые тела.	Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК
17	Фазовые переходы первого и второго рода.	Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.	ОПК-2	ДЗ, СР, ЛР, РК

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК), самостоятельная работа (СР), ЛР – защита лабораторной работы и т.д.

#### Структура дисциплины (модуля) «Общий физический практикум. Молекулярная физика»

*Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)*

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	2-ой семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа	72	72



Вид работы	Трудоемкость, часов	
	2-ой семестр	Всего
Лабораторные занятия	72	72
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Самостоятельная работа	27	27
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид итогового контроля	зачет	зачет

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю)

№ п/п	Тема
1.	Изготовление и градуировка термопары.
2.	Изучение работы термостата, контактного термометра и градуировка термопары.
3.	Определение универсальной газовой постоянной методом откачки.
4.	Определение молекулярной массы и плотности газа методом откачки.
5.	Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
6.	Определение термического коэффициента упругости газа (воздуха).
7.	Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.
8.	Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара.
9.	Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом.
10.	Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.
11.	Определение температурной зависимости коэффициента вязкости жидкости.
12.	Определение отношения удельных теплоемкостей по скорости звука в газе.
13.	Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянных давлении и объеме резонансным методом.
14.	Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме методом Клемана – Дезорма.
15.	Определение среднего коэффициента линейного расширения методом Д.И. Менделеева.
16.	Определение среднего коэффициента объемного расширения жидкости.
17.	Исследование поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярных трубок.
18.	Определение температурной зависимости коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.
19.	Изучение критического состояния и определение критической температуры диэтилового эфира.
20.	Определение относительной влажности воздуха психрометрическим методом, определение постоянной психрометра.
21.	Определение теплоты парообразования воды.
22.	Определения удельной теплоты перехода воды в пар при температуре кипения.
23.	Определение теплоемкости металлов методом охлаждения.
24.	Определение теплоемкости твердых тел.
25.	Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова.
26.	Техника получения и измерения вакуума.

Каждая лабораторная работа рассчитана на одно занятие (4 часа). Преподаватель определяет перечень лабораторных работ для выполнения в соответствии с объемом часов по Общему физическому практикуму (72 часа).

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОПОП ВО КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

Оценка успеваемости студентов по дисциплине осуществляется в процессе обучения в ходе текущего и промежуточного контроля.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемое «отслеживание» уровня усвоения знаний и формирований умений и навыков в течение всего времени прохождения дисциплины. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе аудиторных занятий.

### **5.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторных работ (контролируемая компетенция ОПК-2):**

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 1**

1. Устройство жидкостных термометров и принцип действия термометра.
2. Что такое термопара и как она устроена?
3. Каков порядок изготовления термопары?
4. Что значит проградуировать термопару?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 2**

1. Что такое термостатирование? Устройство термостата.
2. Какие средства используют для измерения температур? Их устройство.
3. Что такое термопара? Принцип работы и устройство.
4. Что значит проградуировать термопару?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 3**

1. На чем основан метод определения газовых постоянных в данной работе? Известны ли Вам другие методы определения  $R$ ,  $k$ ,  $N_A$ ?
2. Что называется универсальной газовой постоянной ( $R$ )? Чему равна величина  $R$ , в каких единицах она измеряется? Каков физический смысл этой постоянной?
3. Что такое число Авогадро ( $N_A$ )? Зависит ли число Авогадро от рода вещества и от состояния, в котором находится это вещество? Выведите расчетную формулу для определения числа Авогадро в данной работе.
4. Что называется постоянной Больцмана ( $k$ )? Чему она равна и в каких единицах измеряется? Каков физический смысл этой постоянной? Запишите связь универсальной газовой постоянной с постоянной Больцмана.
5. Что такое число Лошмидта? Изменится ли его величина при изменении температуры?
6. Что такое парциальное давление?
7. При каких условиях закон Дальтона не выполняется?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 4**

1. Что такое молекулярная масса вещества и в каких единицах она измеряется?
2. Запишите и объясните уравнение Менделеева-Клапейрона. В каких случаях его можно использовать для практических вычислений?
3. Как теоретически рассчитать молекулярную массу смеси газов?
4. Что такое плотность газа и как ее можно определить экспериментально?
5. В чем заключается метод откачки для определения молярной массы газа?
6. Основные источники погрешностей данного метода измерения.

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 5**

1. Расскажите о возможных способах передачи теплоты.
2. В чем суть явления теплопроводности? Какая величина переносится при теплопроводности?
3. Какая величина называется тепловым потоком? В каких единицах СИ она измеряется?

4. Какой формулой описывается поток теплоты, перенесенной при теплопроводности?
5. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности? В каких единицах СИ измеряется эта величина?
6. Напишите формулу для коэффициента теплопроводности идеального газа.
7. Объясните понятие градиента температуры.
8. В чем заключается метод нагретой нити для определения коэффициента теплопроводности газов?
9. Объясните назначение эталонного резистора в схеме экспериментальной установки.
10. Как определяется разность температур проволоки и наружной трубки в данной работе?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 6**

1. Что мы называем термическим коэффициентом давления?
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Принцип работы газового термометра.
4. Принцип работы термостата и контактного термометра.

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 7**

1. Что изучается в данной работе? Какой экспериментальный метод используется? Какова методика?
2. Что такое длина свободного пробега молекул газа? Что такое эффективный диаметр молекул?
3. Вероятность столкновения и длина свободного пробега молекул.
4. От чего зависит длина свободного пробега и эффективный диаметр молекул?
5. Что такое вакуум? Чему равна длина свободного пробега в условиях вакуума?
6. На чем основан метод определения длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул азота в этой работе? Для какого течения газа справедлив этот метод? Запишите формулу Пуазейля.
7. Какие величины, входящие в расчетные формулы длины свободного пробега и эффективного диаметра, вносят наибольший вклад в ошибку измерения?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 8**

1. В чем заключается явление диффузии? Какая величина переносится при диффузии?
2. Напишите формулу закона Фика и объясните физический смысл коэффициента диффузии.
3. Напишите формулу для коэффициента диффузии идеального газа.
4. Что такое парциальное давление? Как можно определить давление смеси газов?
5. Что такое относительная влажность воздуха? Как можно измерить эту величину?
6. В чем заключается метод определения коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара по скорости испарения жидкости с капилляра?
7. Напишите расчетную формулу для определения коэффициента взаимной диффузии.
8. Основные источники погрешностей данного метода измерений.

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 9**

1. Расскажите о явлениях переноса в газах.
2. Объясните явление внутреннего трения в идеальном газе с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
3. Напишите и объясните формулу Ньютона для внутреннего трения.
4. Какой физический смысл коэффициента вязкости? В каких единицах СИ измеряется эта величина?
5. Напишите формулу для коэффициента вязкости идеального газа.
6. Какая величина называется средней скоростью теплового движения молекул идеального газа? От каких физических величин она зависит?
7. Какая величина называется средней длиной свободного пробега молекулы? От каких физических величин она зависит?
8. В чем заключается капиллярный метод определения коэффициента вязкости газов?

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 10**

1. Что такое вязкость?
2. На чем основан метод измерения вязкости жидкости в данной работе?
3. Как зависит сила внутреннего трения от скорости шарика?
4. Какие силы действуют на шарик, падающий в вязкой жидкости?
5. Как рассчитывается скорость движения шарика в жидкости?
6. По какой формуле рассчитывается коэффициент вязкости жидкости?
7. Какова размерность коэффициента вязкости в системе СИ?

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 11**

1. Что изучается в данной работе? Какой экспериментальный метод используется? Какова методика?
2. В чем заключается явление вязкости?
3. На чем основан метод ротационного вискозиметра?
4. Запишите расчетную формулу для коэффициента вязкости, применяемую в данной работе, и объясните смысл величин, входящих в эту формулу.
5. Укажите возможные ошибки эксперимента.

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 12**

1. Что изучается в данной работе? Каким методом и какова методика?
2. Что называется теплоемкостью (удельной, молярной)? В каких единицах измеряется теплоемкость?
3. Что понимают под числом степеней свободы движения молекул?
4. Какие изопроцессы в газах вы знаете? Какие законы характеризуют эти процессы?
5. Температурная зависимость скорости звука в газах.

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 13**

1. Что такое упругая волна? Охарактеризуйте процесс распространения упругой волны в газе.
2. Что называется теплоемкостью (удельная, молярная)? В каких единицах измеряется теплоемкость?
3. Что понимают под числом степеней свободы движения молекул?
4. Что такое адиабатный процесс? Почему процесс распространения звуковой волны в газе-адиабатный?
5. Что такое звуковая волна? Напишите и объясните формулу скорости звука в газе.
6. В чем заключается резонансный метод определения скорости звука в газе?
7. Почему при распространении звука в закрытом канале могут образовываться узлы и пучности? При каких условиях они образуются?
8. Как изменяется скорость звука в воздухе при изменении его температуры?

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 14**

1. Что такое изопроцессы и каким законам они подчиняются? Нарисуйте графики этих процессов.
2. Дайте определение удельной и молярной теплоемкости. В каких единицах СИ они измеряются?
3. В чем особенности теплоемкости газа? Выведите формулу для молярных теплоемкостей  $\mu C_V$  и  $\mu C_P$  идеального газа
4. Дайте определение числа степеней свободы молекулы. Чему равна величина для 1-, 2-, 3- и многоатомного идеальных газов.
5. В чем заключается метод Клемана и Дезорма для определения отношения  $\frac{C_P}{C_V}$ ?
6. Опишите рабочий цикл экспериментальной установки по P-V диаграмме.
7. Как и почему изменяется температура газа в колбе при проведении опыта?

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 15**

1. Что изучается в данной работе? Каким методом? Какова методика?
2. Что такое коэффициент линейного расширения твердых тел?
3. Принцип работы индикатора удлинения.

### ***Вопросы для допуска к выполнению работы 16***

1. Что изучается в данной работе? Каким методом? Какова методика?
2. Что такое коэффициент объемного расширения твердых тел и жидкостей?
3. В каких единицах измеряется коэффициент объемного расширения?

### ***Вопросы для допуска к выполнению работы 17***

1. Что изучается в данной работе? Каким методом? Какова методика?
2. Что является причиной поднятия жидкости в капиллярах?
3. Что такое краевой угол смачивания?
4. Что такое кривизна поверхности жидкости?
5. В чем причина особых свойств поверхностного слоя? Объясните механизм возникновения поверхностного натяжения. Что такое поверхностное натяжение  $\sigma$ ?
6. От чего зависит дополнительное давление обусловленное искривлением поверхности жидкости. Запишите формулу Лапласа. Как направлены силы давления, вызванные искривлением поверхности жидкости?
7. Почему поверхностное натяжение более четко проявляется в узких трубках (капиллярах) и маленьких каплях? От чего зависит высота поднятия жидкости в капилляре?
8. Почему не имеет значения уровень, от которого ведется отсчет величины  $h_i$ ?
9. Какие требования должны быть выполнены при выборе капилляров? Каким образом контролируется чистота внутренней поверхности капилляров?

### ***Вопросы для допуска к выполнению работы 18***

1. В чем причина особых свойств поверхностного слоя? Сравните энергию молекулы в поверхностном слое с энергией, которой она обладает в объеме? Почему капля жидкости принимает сферическую форму?
2. Каков смысл поверхностного натяжения  $\sigma$ ? В каких единицах измеряется  $\sigma$ ?
3. От чего зависит дополнительное давление, обусловленное искривлением поверхности? Запишите формулу Лапласа. Как направлены силы давления, вызванные искривлением поверхности жидкости?
4. Объясните идею метода поднятия жидкости в капиллярах. В чем преимущество этого метода?
5. Как зависит поверхностное натяжение от температуры? Чему равно поверхностное натяжение при критической температуре?

### ***Вопросы для допуска к работе 19***

1. Какое состояние вещества называется критическим?
2. Почему мы можем визуально наблюдать критические состояния?
3. Что такое термопара?
4. Какова методика измерений?

### ***Вопросы для допуска к выполнению работы 20***

1. Какими величинами характеризуется влажность воздуха? Что называется абсолютной влажностью? В каких единицах измеряется абсолютная влажность? При каком условии за абсолютную влажность можно принять упругость водяного пара и измерить абсолютную влажность в единицах давления? Как найти максимальное значение абсолютной влажности при данной температуре?
2. Что называется относительной влажностью?
3. Какими методами можно измерить влажность воздуха?
4. Как устроен психрометр Августа?
5. Как устроен аспирационный психрометр?
6. Почему показания влажного и сухого термометра разные? Зависит ли показание влажного термометра от содержания водяного пара в воздухе? Как изменится показание влажного термометра, если влажность воздуха увеличится?

7. Чем объяснить, что при обдувании аспирационного психрометра температура влажного термометра сначала начинает уменьшаться, а затем при неизменной скорости обдувания, температура устанавливается постоянной несмотря на то, что процесс испарения воды с поверхности мокрого термометра не прекращается, а, следовательно, не прекращается расход тепла на испарение воды?
8. Как с помощью закона Дальтона подсчитать расход тепла на испарение воды  $Q_2$ ? Как подсчитать количество тепла  $Q_1$ , которое система поглощает в результате теплообмена с окружающей средой? Какое соотношение между  $Q_1$  и  $Q_2$  при установившемся показании мокрого термометра?
9. От чего зависит постоянная аспирационного психрометра? Почему для получения правильного результата следует обдувать психрометр? Завышенное или заниженное значение влажности получают, если не обдувать психрометр?
10. Какие еще существуют методы измерения влажности? На чем основаны эти методы?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 21**

1. Что такое фазовый переход? Назовите виды фазовых переходов
2. Какая величина называется скрытой теплотой перехода?
3. Что называется насыщенным паром? Как изменяется давление насыщенного пара с изменением температуры?
4. Что называется испарением? Почему испарение может происходить при любой температуре? Что такое удельная теплота испарения? От чего она зависит? Чему равна теплота испарения при критической температуре?
5. Что называется кипением? Чем кипение отличается от испарения? Как температура кипения зависит от внешнего давления? Можно ли, снимая кривую кипения, получить кривую равновесия жидкость – пар?
6. В чем заключается метод определения теплоты парообразования воды с использованием экспериментальной зависимости  $P_n(T)$ ?
7. Для чего ампулу с исследуемым веществом помещают в термостат?
8. Какие основные источники ошибок данного метода измерений?

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 22**

1. Что изучается в данной работе? Каким методом? Какова методика?
2. Что называется теплотой фазового перехода и в каких единицах она измеряется?
3. Что называется фазой системы? Что такое фазовые переходы и фазовые равновесия? Какие переходы называются фазовыми переходами первого рода и второго рода?
4. Что называется насыщенным паром? Как изменяется давление насыщенного пара с изменением температуры?
5. Что называется испарением? Почему испарение может происходить при любой температуре? Что такое удельная теплота испарения? От чего она зависит? Чему равна теплота испарения при критической температуре?
6. Что называется кипением? Чем кипение отличается от испарения? Как температура кипения зависит от внешнего давления? Можно ли, снимая кривую кипения, получить кривую равновесия жидкость – пар?
7. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для однокомпонентной системы. Какие величины связывает это уравнение? Примените уравнение Клапейрона-Клаузиуса к процессу перехода жидкости в пар.

#### **Вопросы для допуска к выполнению работы 23**

1. Что изучается в данной работе? Каким методом? Какова методика?
2. Что такое теплоемкость? удельная? молярная? Зависит ли теплоемкость твердых тел от температуры? Дайте определение закона Дюлонга и Пти.
3. Что такое характеристическая температура Дебая?
4. О чем свидетельствует скачок теплоемкости, т.е. разрыв в её монотонном изменении с температурой для данного вещества.

### **Вопросы для допуска к выполнению работы 24**

1. Какая величина называется теплоемкостью вещества, удельной и молярной теплоемкостью? В каких единицах СИ они измеряются?
2. Запишите и объясните закон Дюлонга и Пти.
3. Что такое характеристическая температура Дебая?
4. В чем заключается метод электрического нагрева для определения теплоемкостей твердых тел?
5. Напишите и объясните формулу для экспериментального определения теплоемкости.
6. Почему во время эксперимента нагревание пустого калориметра и калориметра с образцом необходимо производить при одной и той же мощности нагревателя?
7. Чем ограничена максимально допустимая температура нагревания калориметра?
8. Основные источники ошибок данного метода измерений.

### **Вопросы для допуска к работе 25**

1. Что такое фазовый переход первого рода?
2. Что такое энтропия?
3. Чему равно изменение энтропии при изотермическом и адиабатическом процессах?
4. Напишите и объясните основную расчетную формулу, используемую в данной работе.
5. В чем заключается метод определения изменения энтропии при нагревании плавлении олова, который использован в данной работе?
6. До какой температуры нужно нагревать олово в тигле при выполнении эксперимента?
7. Какие основные источники погрешностей данного метода измерений?

### **Вопросы для допуска к работе 26**

1. Назначение вакуумной техники.
2. Перечислить основные узлы вакуумной системы.
3. Устройство и принцип действия поршневого механического насоса.
4. Устройство и принцип действия диффузионного насоса.
5. Принцип действия ионизационного манометра.
6. Принцип действия термопарного манометра.
7. Отыскание мест натекания в вакуумной установке. Течеискатель.

### **Критерии формирования оценок по вопросам для допуска к лабораторным работам (типовые вопросы и выполнение лабораторных работ, соответствующие компетенции ОПК-2):**

«отлично» (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания теоретического материала по теме лабораторной работы, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал порядок выполнения работы, показывает знания особенностей оборудования, правила использования приборов и требования техники безопасности. Свободно использует необходимые формулы и получает соответствующие результаты;

«хорошо» (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей;

«удовлетворительно» (1 балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при выполнении работы;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

**5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику.*

В качестве форм рубежного контроля можно использовать защиты лабораторных работ, проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

**5.2.1. Вопросы для защиты лабораторных работ  
по «Общему физическому практикуму (молекулярная физика)»:  
контролируемые компетенции ОПК-9, ПК-1 и ПК-2):**

**Вопросы для защиты ЛР №1.**

1. Способы и средства для измерения температуры.
2. Термоэлектрические явления (эффект Зеебека, явление Пельтье, эффект Томсона).
3. От чего зависит величина термоЭДС?
4. В каких агрегатах и приборах применяются термоэлектрические явления?
5. Предложите свой способ применения одного из термоэлектрических эффектов в каком-либо приборе или агрегате.

**Вопросы для защиты ЛР №2.**

1. Роль тепловых явлений и теплообмена в окружающей среде и технике.
2. Термостатирование и устройство термостата.
3. Устройство и принципы действия термометров, в т.ч. контактного термометра.
4. Термоэлектрические явления и их использование для измерения температур (эффект Зеебека, явление Пельтье, эффект Томсона).

**вопросы для защиты ЛР №3**

1. Законы идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
2. Вывод уравнения кинетической теории газов, определяющее величину давления молекул идеального газа на стенку сосуда. При каких допущениях выводится это уравнение?
3. Связь макроскопических и микроскопических параметров.
4. Термодинамическая вероятность.
5. Вероятность макросостояния идеального газа.

**Вопросы для защиты ЛР №4**

1. Законы идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
2. Вывод уравнения кинетической теории газов, определяющее величину давления молекул идеального газа на стенку сосуда. При каких допущениях выводится это уравнение?
3. Связь макроскопических и микроскопических параметров.
4. Термодинамическая вероятность.
5. Вероятность макросостояния идеального газа.
6. Выведите расчетную формулу для определения молярной массы, которая используется в данной работе.
7. Почему молярную массу газа нельзя определить непосредственно, используя уравнение Менделеева-Клапейрона?

**Вопросы для защиты ЛР №5**

1. Теплопроводность газов. Закон Фурье.
2. Нестационарная теплопроводность.
3. Стационарная теплопроводность.
4. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры и давления.
5. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление теплопроводности?
6. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.
7. Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности и диффузии газа.



### **Вопросы для защиты ЛР №6**

1. Пользуясь определением  $\alpha$ , получить расчетную формулу термического коэффициента давления.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
3. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
4. Изопроцессы, уравнения изопроцессов, графики изопроцессов.
5. Закон Авогадро.
6. Закон Дальтона.

### **Вопросы для защиты ЛР №7**

1. Сечения процесса упругого рассеяния молекул и его опытное определение.
2. Средняя длина свободного пробега молекул и среднее число столкновения молекул.
3. Броуновское движение.
4. Опыт Перрена по определению постоянной Больцмана.
5. Вязкость.

### **Вопросы для защиты ЛР №8**

1. Явление диффузии. Закон Фика.
2. Нестационарная диффузия.
3. Стационарная диффузия.
4. Термическая диффузия.  
Выведите расчетную формулу для определения коэффициента взаимной диффузии.  
Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности и диффузии газа.

### **Вопросы для защиты ЛР №9**

1. Явление диффузии. Закон Фика.
2. Нестационарная диффузия.
3. Стационарная диффузия.
4. Вязкость газов. Закон Ньютона.
5. Вывод формулы для коэффициента вязкости.
6. Выведите формулу Пуазейля. При каких условиях ее применяют?
7. Как изменяется скорость движения газа по радиусу канала при ламинарном режиме течения?
8. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление внутреннего трения в газах?
9. Почему при строительстве магистральных газопроводов используют трубы большого диаметра, а не увеличивают давление газа при его транспортировании.
10. Объясните как меняется коэффициент вязкости газа при изменении давления, если газ находится: а) в состоянии далеко от вакуума; б) в состоянии вакуума;
11. Как меняется коэффициент вязкости газа при изменении температуры, если газ находится: а) в состоянии далеко от вакуума; б) в состоянии вакуума.
12. Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности, и диффузии газа.

### **Вопросы для защиты ЛР №10**

1. Объясните механизм возникновения вязкости в жидкостях и сравните с механизмом вязкости в газах. Запишите общее уравнение переноса применительно к явлению вязкости.
2. Как зависит коэффициент вязкости от температуры?
3. Объясните формулы силы внутреннего трения жидкости.

### **Вопросы для защиты ЛР №11**

1. Объясните механизм вязкости в жидкости. Чем объясняется, что вязкость различных жидкостей различная?
2. Как зависит вязкость жидкости от температуры? Как изменяется вязкость жидкости с увеличением давления?
3. Почему в случае очень вязких жидкостей метод капиллярного вискозиметра не применим?
4. Вывод расчетной формулы для коэффициента вязкости.

5. Объясните, какие силы препятствуют вращению цилиндра. Как зависит момент сил внутреннего трения, действующий на вращающийся цилиндр со стороны исследуемой жидкости от угловой скорости вращения?

**Вопросы для защиты ЛР №12**

1. Скорость звука и её измерение.
2. Теплоемкость газов при изопроцессах.
3. Уравнение Майера. Почему отношение  $c_p/c_v$  не может быть меньше единицы?
4. Выразить отношение  $c_p/c_v$  через число степеней свободы молекул идеального газа.
5. Какой процесс называется политропическим? Выведите уравнение политропы. Рассмотрите все частные случаи политропических процессов.
6. Циклические процессы. Цикл Карно.
7. Теоремы Карно.

**Вопросы для защиты ЛР №13**

1. Выведите формулу скорости распространения упругой волны.
2. Сформулируйте 1 закон термодинамики. Запишите этот закон для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатного процессов.
3. Выведите формулу Майера.
4. Выведите уравнение Пуассона.
5. Выведите формулу скорости звука в газе.
6. Какой процесс называется политропическим? Выведите уравнение политропы.
7. Циклические процессы. Цикл Карно.
8. Теоремы Карно.

**Вопросы для защиты ЛР №14**

1. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите этот закон для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатного процессов.
2. Какой процесс называется адиабатным? Выведите уравнение Пуассона.
3. Рассчитайте теоретическое значение показателя адиабаты для 1-, 2- и 3-атомного идеального газа.
4. Выведите расчетную формулу для определения  $\gamma$ .

**Вопросы для защиты ЛР №15**

1. Определение понятия коэффициента линейного расширения.
2. Жидкие растворы. Идеальные растворы. Теплота смешения. Энтропия смешения.
3. Реальные растворы.
4. Законы Рауля.
5. Закон Генри.
6. Свойства жидкого гелия.

**Вопросы для защиты ЛР №16**

1. Определение понятия коэффициента объемного расширения.
2. Жидкие растворы. Идеальные растворы. Теплота смешения. Энтропия смешения.
3. Реальные растворы.
4. Законы Рауля.
5. Закон Генри.
6. Свойства жидкого гелия.

**Вопросы для защиты ЛР №17**

1. Поверхностное натяжение и свободная поверхностная энергия.
2. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Проявление поверхностного натяжения.
3. Капиллярные явления. Вывод формулы Лапласа.
4. Объемные свойства жидкостей. Модель жидкости. Аномалии воды.
6. Условие равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкости с твердым телом. Что означает смачивание и не смачивание? Краевой угол смачивания. Почему одна и та же жид-

кость в одном случае смачивает поверхность в другом - нет? Можно ли заранее предсказать результат?

7. Выведите расчетную формулу для поверхностного натяжения  $\sigma$  в данной работе. С какой целью измерения проводятся с двумя капиллярами разных радиусов.

#### **Вопросы для защиты ЛР №18**

1. Поверхностное натяжение и удельная поверхностная энергия.
2. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Проявления поверхностного натяжения.
3. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Температурный коэффициент поверхностного натяжения.
4. Капиллярные явления. Вывод формулы Лапласа.
5. Условие равновесия на границе фаз: жидкость- жидкость; жидкость-твердое тело.
6. Смачивание и несмачивание. Краевой угол смачивания.

#### **Вопросы для защиты ЛР №19**

1. Температурная зависимость плотности газа. Критическая опалесценция.
2. Критические параметры и их связь с постоянными Ван-дер-Ваальса.
3. Внутренняя энергия реального газа, адиабатическое расширение газа.
4. Положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона.
5. Кривая инверсии.

#### **Вопросы для защиты ЛР №20**

1. Абсолютная влажность, относительная влажность.
2. Особенности кипения растворов.
3. Диаграммы состояния бинарных смесей.
4. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
5. Проявление осмотического давления.

#### **Вопросы для защиты ЛР №21**

1. Запишите и объясните уравнение Ван-дер-Ваальса.
2. Изобразите на P-V диаграмме изотермы Ван-дер-Ваальса и реального вещества для нескольких значений температуры. Что такое критическая температура?
3. Расскажите о цикле Карно. Запишите формулу КПД цикла Карно.
4. Выведите уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Поясните физический смысл этого уравнения.
5. Выведите основную расчетную формулу, используемую в данной работе.

#### **Вопросы для защиты ЛР №22**

1. Взаимодействие молекул реального газа.
2. Экспериментальные изотермы реального газа. Бинодаль.
3. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл параметров, входящих в это уравнение.
4. Сравнение экспериментальных изотерм с изотермами Ван-дер-Ваальса.

#### **Вопросы для защиты ЛР №23**

1. Элементы симметрии кристаллов.
2. Фазовые переходы I-го и II-го рода.
3. Фазовые диаграммы. Тройная точка.
4. Закон Дюлонга и Пти. График зависимости теплоемкости от температуры.
5. Теория (Эйнштейна) теплоемкости твердых тел.
6. Теория (Дебая) теплоемкости твердых тел.

#### **Вопросы для защиты ЛР №24**

1. Элементы симметрии кристаллов.
2. Фазовые переходы I-го и II-го рода.
3. Фазовые диаграммы. Тройная точка.
4. Закон Дюлонга и Пти. График зависимости теплоемкости от температуры.
5. Теория (Эйнштейна) теплоемкости твердых тел.
6. Теория (Дебая) теплоемкости твердых тел.
7. Выведите формулу для полной внутренней энергии и моля твердого тела.

8. В чем особенности теплоемкостей твердых тел? Выведите формулу для молярной теплоемкости твердого тела.
9. Рассчитайте, исходя из закона Дюлонга и Пти, удельные теплоемкости алюминия  ${}_{23}\text{Al}^{27}$  и железа  ${}_{26}\text{Fe}^{56}$ .

#### **Вопросы для защиты ЛР №25**

1. Дайте физическую картину плавления, кристаллизации и сублимации.
2. Фазовые переходы первого и второго рода.
3. Фазовые диаграммы. Тройная точка.
4. Аномальные вещества. Твердый и жидкий гелий.
5. Сплавы. Диаграммы состояний. Эвтектика.
6. Выведите основную расчетную формулу, используемую в данной работе.

#### **Вопросы для защиты ЛР №26**

1. Что называется вакуумной системой? Реципиентом? Низким, средним и высоким вакуумом?
2. Дать определение потока газа, проводимости трубопровода, скорости откачки, предельного давления насоса. Записать формулы перечисленных величин, назвать их единицы измерения.
3. Вывести формулу зависимости давления в откачиваемом реципиенте от времени.
4. Формула предельного вакуума двухступенчатого насоса. Перечислить основные факторы, ограничивающие рабочую область термодинамического манометра со стороны низких и высоких давлений.
5. Основные недостатки работы ионизационных манометров в области низких и высоких давлений.

#### **Критерии формирования оценок по вопросам для защиты к лабораторным работам (соответствующие компетенции ОПК -2):**

«отлично» (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания теоретического материала по теме лабораторной работы, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал порядок выполнения работы, показывает знания особенностей оборудования, правила использования приборов и требования техники безопасности. Свободно использует необходимые формулы и получает соответствующие результаты;

«хорошо» (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей;

«удовлетворительно» (1 балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при выполнении работы;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

### **5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

#### **5.3.1 Вопросы на зачет (компетенция ОПК-2):**

1. Способы и средства для измерения температуры.
2. Термоэлектрические явления (эффект Зеебека, явление Пельтье, эффект Томсона).

3. От чего зависит величина термоЭДС?
4. В каких агрегатах и приборах применяются термоэлектрические явления?
5. Предложите свой способ применения одного из термоэлектрических эффектов в каком-либо приборе или агрегате.
6. Роль тепловых явлений и теплообмена в окружающей среде и технике.
7. Термостатирование и устройство термостата.
8. Устройство и принципы действия термометров, в т.ч. контактного термометра.
9. Связь макроскопических и микроскопических параметров.
10. Термодинамическая вероятность.
11. Вероятность макросостояния идеального газа.
12. Законы идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
13. Вывод уравнения кинетической теории газов, определяющее величину давления молекул идеального газа на стенку сосуда. При каких допущениях выводится это уравнение?
14. Теплопроводность газов. Закон Фурье.
15. Нестационарная теплопроводность.
16. Стационарная теплопроводность.
17. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры и давления.
18. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление теплопроводности?
19. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.
20. Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности и диффузии газа.
21. Пользуясь определением  $\alpha$ , получить расчетную формулу термического коэффициента давления.
22. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
23. Изопроцессы, уравнения изопроцессов, графики изопроцессов.
24. Закон Авогадро.
25. Закон Дальтона.
26. Сечения процесса упругого рассеяния молекул и его опытное определение.
27. Средняя длина свободного пробега молекул и среднее число столкновения молекул.
28. Броуновское движение.
29. Опыт Перрена по определению постоянной Больцмана.
30. Вязкость.
31. Явление диффузии. Закон Фика.
32. Нестационарная диффузия.
33. Стационарная диффузия.
34. Термическая диффузия.
35. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента взаимной диффузии. Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности и диффузии газа.
36. Вязкость газов. Закон Ньютона.
37. Вывод формулы для коэффициента вязкости.
38. Выведите формулу Пуазейля. При каких условиях ее применяют?
39. Как изменяется скорость движения газа по радиусу канала при ламинарном режиме течения?
40. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление внутреннего трения в газах?
41. Почему при строительстве магистральных газопроводов используют трубы большого диаметра, а не увеличивают давление газа при его транспортировании.
42. Объясните, как меняется коэффициент вязкости газа при изменении давления, если газ находится:
  - а) в состоянии далеко от вакуума;
  - б) в состоянии вакуума;

43. Как меняется коэффициент вязкости газа при изменении температуры, если газ находится:  
а) в состоянии далеком от вакуума; б) в состоянии вакуума.
44. Запишите связь между коэффициентами вязкости, теплопроводности, и диффузии газа.
45. Объясните механизм возникновения вязкости в жидкостях и сравните с механизмом вязкости в газах. Запишите общее уравнение переноса применительно к явлению вязкости.
46. Как зависит коэффициент вязкости от температуры?
47. Объясните формулы силы внутреннего трения жидкости.
48. Объясните механизм вязкости в жидкости. Чем объясняется, что вязкость различных жидкостей различная?
49. Как зависит вязкость жидкости от температуры? Как изменяется вязкость жидкости с увеличением давления?
50. Почему в случае очень вязких жидкостей метод капиллярного вискозиметра не применим?
51. Вывод расчетной формулы для коэффициента вязкости.
52. Объясните, какие силы препятствуют вращению цилиндра. Как зависит момент сил внутреннего трения, действующий на вращающийся цилиндр со стороны исследуемой жидкости от угловой скорости вращения?
53. Скорость звука и её измерение.
54. Теплоемкость газов при изопроцессах.
55. Уравнение Майера. Почему отношение  $c_p/c_v$  не может быть меньше единицы?
56. Выразить отношение  $c_p/c_v$  через число степеней свободы молекул идеального газа.
57. Какой процесс называется политропическим? Выведите уравнение политропы. Рассмотрите все частные случаи политропических процессов.
58. Циклические процессы. Цикл Карно.
59. Теоремы Карно.
60. Выведите формулу скорости распространения упругой волны.
61. Сформулируйте 1 закон термодинамики. Запишите этот закон для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатного процессов.
62. Выведите формулу Майера.
63. Выведите уравнение Пуассона.
64. Выведите формулу скорости звука в газе.
65. Рассчитайте теоретическое значение показателя адиабаты для 1-, 2- и 3-атомного идеального газа.
66. Выведите расчетную формулу для определения  $\gamma$ .
67. Определение понятия коэффициента линейного расширения.
68. Жидкие растворы. Идеальные растворы. Теплота смешения. Энтропия смешения.
69. Реальные растворы.
70. Законы Рауля.
71. Закон Генри.
72. Свойства жидкого гелия.
73. Определение понятия коэффициента объемного расширения.
74. Поверхностное натяжение и свободная поверхностная энергия.
75. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Проявление поверхностного натяжения.
76. Капиллярные явления. Вывод формулы Лапласа.
77. Объемные свойства жидкостей. Модель жидкости. Аномалии воды.
78. Условие равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкости с твердым телом.?
79. Поверхностное натяжение и удельная поверхностная энергия.
80. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Проявления поверхностного натяжения.
81. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Температурный коэффициент поверхностного натяжения.

82. Капиллярные явления. Вывод формулы Лапласа.
83. Условие равновесия на границе фаз: жидкость- жидкость; жидкость-твердое тело.
84. Смачивание и несмачивание. Краевой угол смачивания.
85. Температурная зависимость плотности газа. Критическая опалесценция.
86. Критические параметры и их связь с постоянными Ван-дер-Ваальса.
87. Внутренняя энергия реального газа, адиабатическое расширение газа.
88. Положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона.
89. Кривая инверсии.
90. Абсолютная влажность, относительная влажность.
91. Особенности кипения растворов.
92. Диаграммы состояния бинарных смесей.
93. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
94. Проявление осмотического давления.
95. Запишите и объясните уравнение Ван-дер-Ваальса.
96. Изобразите на P-V диаграмме изотермы Ван-дер-Ваальса и реального вещества для нескольких значений температуры. Что такое критическая температура?
97. Расскажите о цикле Карно. Запишите формулу КПД цикла Карно.
98. Взаимодействие молекул реального газа.
99. Экспериментальные изотермы реального газа. Бинодаль.
100. Элементы симметрии кристаллов.
101. Фазовые переходы I-го и II-го рода.
102. Фазовые диаграммы. Тройная точка.
103. Закон Дюлонга и Пти. График зависимости теплоемкости от температуры.
104. Теория (Эйнштейна) теплоемкости твердых тел.
105. Теория (Дебая) теплоемкости твердых тел.
106. Выведите формулу для полной внутренней энергии и моля твердого тела.
107. В чем особенности теплоемкостей твердых тел? Выведите формулу для молярной теплоемкости твердого тела.
108. Рассчитайте, исходя из закона Дюлонга и Пти, удельные теплоемкости алюминия  ${}_{23}\text{Al}^{27}$  и железа  ${}_{26}\text{Fe}^{56}$ .
109. Дайте физическую картину плавления, кристаллизации и сублимации.
110. Фазовые переходы первого и второго рода.
111. Фазовые диаграммы. Тройная точка.
112. Аномальные вещества. Твердый и жидкий гелий.
113. Сплавы. Диаграммы состояний. Эвтектика.
114. Что называется вакуумной системой? Реципиентом? Низким, средним и высоким вакуумом?
115. Дать определение потока газа, проводимости трубопровода, скорости откачки, предельного давления насоса. Записать формулы перечисленных величин, назвать их единицы измерения.
116. Вывести формулу зависимости давления в откачиваемом реципиенте от времени.
117. Формула предельного вакуума двухступенчатого насоса. Перечислить основные факторы, ограничивающие рабочую область термодинамического манометра со стороны низких и высоких давлений.
118. Основные недостатки работы ионизационных манометров в области низких и высоких давлений.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

Для получения зачета, которым заканчивается изучение дисциплины в семестре, студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал баллов в пределах  $36 < (S_{\text{тек}} + S_{\text{руб}}) < 61$ , то он допускается к сдаче зачета. По

итогах сдачи зачета он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачета.

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

первая составляющая – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

вторая составляющая – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, указанных в «Положении о рейтинговой системе КБГУ». В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

### ***Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 3)***

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является зачет.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы для зачета.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной/устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов на зачет, доведенных до сведения студентов. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя. На подготовку ответа на билет отводится 40 минут.

При проведении письменного зачета на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного зачета выражается баллами.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ОПК-2 представлены в таблице 7.



**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Наименование компетенции	Индикаторы достижений	Основные показатели оценки результатов обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-2:</b> Способен проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты	<b>ОПК-2.1:</b> Составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных и численных результатов	<b>Знать:</b> - основные понятия, законы и модели молекулярно-кинетической теории строения вещества; - теоретические основы молекулярной физики (термодинамики и статистической физики); - основные физические величины и константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; - назначение, устройство и принципы действия важнейших приборов;	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)
		<b>Уметь:</b> - использовать принципы, методы и законы молекулярной физики для исследования и объяснения явлений; - работать с приборами и оборудованием в физической лаборатории; - использовать различные методики измерений и обработки экспериментальных данных.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)
		<b>Владеть:</b> - методами поиска и обработки информации по вопросам курса; - методами проведения измерений; - методами анализа теоретических и экспериментальных результатов и корректной оценки погрешности при проведении физического эксперимента.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)
	<b>ОПК-2.2:</b> Способен представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и	Знать - экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований; - современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в объеме дисциплины.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные ма-

	итоговых аттестаций		териалы к зачету ( <i>раздел 5.3.</i> )
		<b>Уметь:</b> - представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях в рамках данной дисциплины; - делать обработку результатов выполненных лабораторных работ и оформлять отчеты в письменном виде.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска <i>-раздел 5.1.</i> ); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты <i>-раздел 5.2.</i> ); Типовые оценочные материалы к зачету ( <i>раздел 5.3.</i> )
		<b>Владеть:</b> - методами сравнительного анализа теоретических данных и экспериментальных результатов, полученных при обработке лабораторной работы; - знаниями самостоятельно выявлять допустимую погрешность при проведении физического эксперимента; - умением анализировать причину возникновения отклонения от нормы и самостоятельно устранять ее причины; - умением самостоятельно готовить защиту каждой выполненной работы для получения высокого рейтинга по данной дисциплине.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска <i>-раздел 5.1.</i> ); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты <i>-раздел 5.2.</i> ); Типовые оценочные материалы к зачету ( <i>раздел 5.3.</i> )

#### Сводная таблица фонда оценочных материалов по дисциплине

1.	<b>Этапы формирования компетенций</b>	
	<i>Название и содержание этапа*</i>	<i>Код(ы) формируемых на этапе компетенций</i>
	<u>Этап 1:</u> Формирование базы знаний - лекции по теории статистической обработки результатов экспериментальных измерений - лабораторные занятия по общему физическому практикуму - самостоятельная работа студентов по вопросам допуска к выполнению и защиты лабораторных работ	ОПК-2

	<u>Этап 2:</u> Формирование навыков практического использования знаний - выполнение лабораторных работ - проведение обработки результатов экспериментальных измерений - составление отчетов по лабораторным работам.	ОПК-2
	<u>Этап 3:</u> Проверка усвоения материала - анализ и оценка активности и эффективности работы в лаборатории - проверка отчетов - защита лабораторных работ - рубежная аттестация	ОПК-2
2.	<b>Показатели оценивания компетенций**</b>	
	<u>Этап 1:</u> Формирование базы знаний	- посещение лабораторных занятий - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических и методических вопросов на лабораторных занятиях; - наличие выполненных самостоятельных заданий по теоретическим вопросам.
	<u>Этап 2:</u> Формирование навыков практического использования знаний	- способность обосновать свою точку зрения, опираясь на знания причинно-следственные связи и применение теоретических знаний; - правильное и своевременное выполнение лабораторных заданий; - наличие правильно выполненной самостоятельной работы по лабораторным заданиям.
	<u>Этап 3:</u> Проверка усвоения материала	- степень активности и эффективности участия студента по итогам каждого занятия; - правильность и обоснованность представленных решений в лабораторных работах; - успешное защита лабораторных работ; - зачет.
3.	<b>Критерии оценки***</b>	
	<u>Этап 1:</u> Формирование базы знаний	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждом лабораторном занятии; - задания для самостоятельной работы выполнены своевременно.
	<u>Этап 2:</u> Формирование навыков практического использования знаний	- студент может обосновать применение знаний для решения практически важных задач; - обучающийся может самостоятельно приобретать новые знания и умения с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности; - студент может обосновать применение тех или иных закономерностей для конкретных ситуаций; - ориентируется в постановке задач, применяет знания о современных методах исследования, анализирует, синтезирует и критически резюмирует информацию.
	<u>Этап 3:</u>	- лабораторные задания решены с использованием основ-

	Проверка усвоения материала	ных теоретических положений, концепций и правил всех разделов дисциплины; - лабораторные работы выполнены в отведенное время; - обучающийся подготовлен к сдаче зачета
--	-----------------------------	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить: ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин; ПК-2 - способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; ОПК-9 - способность получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

### 7.2. Основная литература

1. Палыгина А.В. Физика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Палыгина А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85834.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: практикум/ И.А. Лыков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66554.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Елканова Т.М. Практикум по молекулярной физике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Елканова Т.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 146 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72811.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Купцов П.В. Читай и работай. Самоучитель по физике для студентов вузов. Механика, молекулярная физика, термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Купцов П.В., Купцова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2017.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76533.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### 7.3. Дополнительная литература

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: уч. пособ. Для вузов. 8-е изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010.-431 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В 2 т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика /Под ред. Ю.М. ципенюка.-2-е изд.,испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.-608 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб.пособие: Для вузов. В 5 т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика.-5-е изд., испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-544 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
4. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие.-4-е изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.-207 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

5. Молекулярная физика и термодинамика.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. -208 с.  
[www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
- 6 Кузьмичева В.А. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Кузьмичева В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65668.html>.— ЭБС «IPRbooks».
7. Шебзухова И.Г., Архестов Р.Х. Молекулярная физика. Лабораторный практикум. Учебное пособие - Нальчик: КБГУ. 2008. – 124 с.
8. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М. Наука. 1976.
9. Матвеев А. Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа. 1987.
10. Гинзбург ВЛ., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Яковлев И А. (Под ред. Д.В. Сивухина). Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1988.
11. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике учебное пособие 4-ое издание М.: Высшая школа,1981.
12. Рейф Ф. Статистическая физика. Берклеевский курс физики. Т.5. М.: Наука, 1986.
13. Фейнман Р., Лейтон Р, Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып.4. Кинетика. Теплота. Звук. М. Мир.1977.
14. Поль Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте. М.: Наука. 1971.  
Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. . М.: Наука, 1986.
15. Шебзухова И.Г., Шапев С.Т. Лабораторный практикум по молекулярной физике. Учебное пособие, Нальчик: КБГУ, 1999. – 109 с.
16. Булкин П.С, Попова И.И. /Под ред. Матвеева А.Н. и Киселева Д.Ф. Общий физический практикум. Молекулярная физика. М.: Изд. МГУ. 1988.
17. Иверонова В.И. Физический практикум. М.: МГУ. 1967.

#### 7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

#### 7.5. Электронные источники информации (Интернет-ресурсы)

1. <http://elibrary.ru>
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>
9. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
10. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

#### Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)

№ п/п	Наименование электронно-го ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г.	Полный доступ

		публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе		Бессрочное	
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollege.ru">http://www.medcollege.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) <b>Договор №750КС/07-2022</b> От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №849КС/03-2023</b> от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41ЕП/223</b> от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rusnlib.ru/">https://rusnlib.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

#### 7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лабораторные занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лабораторных к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль «Физика конденсированного состояния».

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### *Методические указания к лабораторным занятиям*

В систему средств обучения дисциплины «Общий физический практикум по молекулярной физике» входят учебники, учебные пособия, курс лекций, описания лабораторных работ, программное и компьютерное обеспечение, образующие единую комплексную среду, позволяющую достигать поставленных целей обучения.

Основные компоненты системы средств обучения дисциплине: лабораторные установки, учебники, учебные и учебно-методические пособия по разделам дисциплины. Программные средства для поддержки преподавания, используемые в процессе самостоятельной работы студентов, учебное программное обеспечение (электронный учебник, компьютерные тесты, электронные варианты описаний лабораторных работ и др.).

При выполнении лабораторных работ по молекулярной физике в ряде случаев возникает разрыв во времени между лекционным и лабораторным изучением тех или иных вопросов, поэтому необходимо самостоятельное их изучение до того, как они будут изложены на лекциях.

В целях стимулирования *регулярной* самостоятельной работы студентов-первокурсников над теоретическим материалом введена защита каждой лабораторной работы по теоретическим вопросам данной темы. Разрыв между выполнением и защитой лабораторных работ не должен превышать две работы.

Сознательное выполнение эксперимента, внимательность и сосредоточенность в процессе измерений, бережное отношение к приборам - необходимое условие успешного проведения опыта.

Подготовка студента к лабораторным занятиям, выполнение работ и математическая обработка результатов измерений проводится самостоятельно и систематически проверяется и оценивается преподавателем.

Для выполнения лабораторных работ студенты распределяются по два человека.

На первых занятиях студенты знакомятся с перечнем работ, которые предстоит выполнить в течение семестра, дается методика математической обработки результатов прямых и косвенных измерений, а также указывается литература, по которой можно готовиться к этим занятиям.

К выполнению каждой лабораторной работы студент должен тщательно заблаговременно подготовиться. Подготовка должна проводиться в следующей последовательности. Из практикума по молекулярной физике студент узнает о цели и задачах полученной лабораторной работы, знакомится с краткой теорией метода, методикой измерений, с вопросами для допуска к выполнению лабораторной работы, вопросами для защиты лабораторной работы, со списком рекомендуемой литературы к данной работе. Затем следует внимательно прочитать описание лабораторной работы, четко усвоить, какие величины необходимо измерить, на какой теоретической основе базируется метод измерения данной величины, каков принцип действия установки в целом. После этого следует:

- 1) продумать последовательность выполнения эксперимента, как это описано в инструкции к работе в учебных пособиях (см. п. 7 в разделе 7.1. или п.9 в разделе 7.2.);
- 2) выучить принцип действия и правила пользования измерительными приборами, необходимыми для выполнения работы;
- 3) проанализировать вывод рабочей формулы и определить содержание и единицы измерения каждой физической величины, продумать способы измерения этих величин;
- 4) по справочной литературе установить приблизительные пределы возможных результатов эксперимента, продумать построение графиков (если таковые предусмотрены заданием к работе), заготовить табличку для записи результатов измерений и вычислений;
- 5) продумать способ расчета ошибок измерений физических величин, вспомнить правила действия с приближенными числами.

Необходимо помнить, что без внимательной глубокой подготовки к лабораторным занятиям польза от них будет незначительной. Работа должна выполняться сознательно, на основе ясного понимания поставленной задачи.

В начале каждого лабораторного занятия преподаватель, проводящий его, проверяет теоретическую подготовку студента путем устного опрашивания, выясняет, достаточно ли он знаком с темой работы.

Неподготовленный студент к выполнению работы *не допускается*. Такому студенту назначается срок отработки.

При удовлетворительных результатах опроса студент получает допуск и приступает к выполнению измерений в соответствии с инструкцией к данной лабораторной работе. Приступая к занятию, необходимо занять свое рабочее место и ознакомиться с оборудованием. На рабочем месте, как правило, имеются все необходимые приборы. При обнаружении неисправности приборов либо отсутствии некоторых из них самому ремонтировать или переносить приборы с других рабочих мест категорически запрещается. О таких случаях следует сообщить лаборанту или преподавателю. Необходимые дополнительные приборы либо материалы выдаются лаборантом.

Студент собирает установку либо проверяет готовность к проведению эксперимента, показывает ее преподавателю и затем приступает к выполнению задачи, соблюдая все правила пользования измерительными приборами, требования техники безопасности и поведения в лаборатории.

Следует иметь в виду, что овладение приемами настройки установки - важнейшая часть искусства экспериментатора, а обучение этим приемам - одна из основных задач лабораторного практикума.



Техника безопасности требует, чтобы студенты заранее согласовывали с преподавателем свои решения во всех случаях, когда ошибка может быть опасна для студента и для прибора.

В случае, если при выполнении лабораторных работ используются электрические цепи, то подключать их к источнику можно только после проверки и с разрешения преподавателя. После окончания измерения электрические цепи необходимо сразу же выключить.

Во время лабораторного занятия не разрешается без надобности ходить по лаборатории, включать другие установки, крутить ручки приборов, открывать краны и т.п. Невыполнение этих требований может привести к порче лабораторного оборудования, что опасно для жизни и здоровья.

Перед выполнением работы студент должен обсудить с преподавателем свои соображения о выборе значений переменных и о числе наблюдений.

Предварительно результаты работы студент показывает преподавателю. В силу тех или иных причин может возникнуть необходимость дополнительных измерений или исправлений. При недостаточном числе наблюдений работа не считается выполненной.

По окончании измерений студент показывает полученные результаты преподавателю, который проверяет и подписывает их (без подписи преподавателя работа считается невыполненной). Оставшееся время занятий в лаборатории студент использует для математической обработки результатов измерений. Желательно провести в лаборатории оформление отчета по работе. Если оформление отчета требует более длительной работы, то его окончательную сдачу можно перенести на следующее занятие.

Студенты, не представившие заключительный отчет по предыдущей работе, к последующей работе не допускаются.

Каждую выполненную работу студент обязан защитить в собеседовании с преподавателем. Для зачета работы студент обязан дать исчерпывающий ответ на вопросы преподавателя, которые касаются как теории исследуемого явления (вопросы для защиты лабораторной работы содержатся в описании), так и методики эксперимента, строения и действия использованных в работе измерительных приборов и способов вычисления ошибок. При зачете работы преподаватель делает отметку в журнале. Если работа не зачтена, то необходимо доработать соответствующий материал, который укажет преподаватель.

Отсутствие студента на лабораторном занятии, независимо от причины, не освобождает его от выполнения данной лабораторной работы, которая согласно графику приходится на данное занятие.

Преподаватель должен грамотно организовать самостоятельную работу студентов, обращая внимание на более сложные для студентов вопросы.

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

### *8.1. Требования к материально-техническому обеспечению*

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Лаборатория «Молекулярная физика» ауд. 333 кафедры Теоретической и экспериментальной физики КБГУ, с экспериментальными установками для выполнения лабораторных работ. Перечень материально-технической принадлежности:

1. Лабораторная установка «Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».

2. Лабораторная установка «Определение коэффициента внутреннего трения воздуха и средней длины свободного пробега».
3. Лабораторная установка «Установка для исследования теплоемкости твердого тела ФПТ1-8».
4. Лабораторная установка «Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме ФПТ1-6н».
5. Установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ1-12.
6. Монометры жидкостные.
7. Газовый термометр.
8. Барометры, штативы.
9. Установка для определения коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом.
10. Прибор Менделеева для определения коэффициента линейного расширения твердых тел.
11. Прибор для измерения коэффициента объемного расширения жидкости.
10. Аспирационный психрометр, психрометр Августа, дистиллятор АДУ-2.
13. Вольтметры, амперметры, автотрансформаторы ЛАТР, потенциометр КСП-2.
14. Вакуумная установка.

**лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

Вычислительная среда MathLab: номер лицензии 40811750;

**свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## ***8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья***

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не-визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств

приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей): созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## Приложение 1

### Лист изменений (дополнений)

в рабочую программу по дисциплине «Общий физический практикум. Молекулярная физика»  
по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профили: «Физика конденсированного состояния»)  
на 2023-2024 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Теоретической и экспериментальной физики

Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / М.Х. Хоконов  
подпись Ф.И.О.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Приложение 2

### Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успеваемости обучения

№ №	Контрольные мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1.	Посещение занятий	10	1 точка – 3 2 точка – 3 3 точка – 4
2.	Выполнение лабораторных работ	30	1 точка – 10 2 точка – 10 3 точка – 10
3.	Отчет и защита лабораторных работ	30	1 точка – 10 2 точка – 10 3 точка – 10
	<b>ИТОГО</b>	<b>70</b>	<b>1 точка – 23</b> <b>2 точка – 23</b> <b>3 точка – 24</b>

## Приложение 3

### Критерии оценки качества освоения дисциплины

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования к уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	ОПК-2 - способен проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся обладает навыками, соответствующими компетенции ОПК-2, но при этом может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы.

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.