*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение*
*высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет*
*имени Коста Левановича Хетагурова»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Молекулярная физика (практикум)»

Направление **03.03.02 ФИЗИКА**

Профили: **«Физика конденсированного состояния»**

Квалификация (степень) выпускника – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Год начала подготовки – 2026

Утверждена в составе ОПОП

Составитель: доцент кафедры Манукянц А.Р.

Владикавказ 2026

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Молекулярная физика» (физпрактикум) относится к дисциплинам Блока 1 базовой части Б1.О.20.02.

**2. Объем дисциплины:** 2 зачетные единицы.

**3. Содержание дисциплины.**

**Задачи изучения дисциплины:**

- применять теоретический материал курса общей физики к анализу конкретных физических ситуаций;
- экспериментально изучить основные физические закономерности, понимать границы их применимости;
- формировать умения самостоятельно приобретать и применять знания, объяснять физические явления; привить навыки самостоятельной работы по предмету;
- ознакомление с измерительными приборами, научной аппаратурой, изучение принципов их работы;
- формирование экспериментальных умений;
- научить применять математические методы обработки результатов эксперимента (в том числе с применением ЭВМ), научить правильно представлять полученную экспериментальную информацию в виде графиков, таблиц.

## Содержание дисциплины

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ:

**№ 1.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ ПСИХРОМЕТРА.

**№ 2.** Определение коэффициента линейного расширения твердых тел

**№ 3.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ, средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха

**№ 4.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ОТРЫВА КОЛЬЦА

**№ 5.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ $C_p/C_v$ ВОЗДУХА МЕТОДОМ КЛЕМАНА И ДЕЗОРМА

**№ 6.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРОВ ЭФИРА

**№ 7.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ $C_p/C_V$ МЕТОДОМ СТОЯЧИХ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

**№ 8.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ДЮЛОНГА И ПТИ

**№ 9.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТРОПИИ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ПЛАВЛЕНИИ ОЛОВА

**№ 10**. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ВОЗДУХА КАПИЛЛЯРНЫМ МЕТОДОМ

**№ 11.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ

**№ 12.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ВОЗДУХА ПРИ ПОСТОЯННЫХ ДАВЛЕНИИ И ОБЪЁМЕ РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ

**№ 13.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ТВЁРДЫХ ТЕЛ

**№ 14.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ВОДЫ

**№ 15.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГАЗА МЕТОДОМ ОТКАЧКИ

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине**.

В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть следующими **навыками:**

- при работе в лабораторном практикуме строго соблюдать правила охраны труда и технику безопасности;
- самостоятельно добывать необходимые знания, работая с учебной и справочной литературой;
- владеть основными приемами выполнения эксперимента в практикуме;
- четко и последовательно формулировать и решать поставленные перед ними задачи, как теоретического, так и прикладного характера.

Студент должен обладать следующими общепрофессиональными **компетенциями:**

-

| *Коды компетенции* | **Результаты освоения ООП** *Содержание компетенций* | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| **ОПК-1** | Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | **Знает** основные понятия и терминологию механики в соответствии с данной программой<br><br>**Умеет** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний, методов математического анализа, сознательно применять физические законы на практике<br><br>**Владеет** навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности |
| **ОПК-2** | Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ***Уметь*** ставить перед собой цели и формулировать задачи, определять и привлекать необходимые ресурсы для их достижения; планировать действия по достижению результата и действовать по намеченному плану, учитывая временные ограничения. |

- **5. Форма контроля:** зачет.

## Методические указания по подготовке к лабораторным работам

Переход российской системы образования к ГОС ВПО третьего поколения означает перестройку образовательной политики и практики работы учебных заведений профессионального образования в соответствии с компетентностным и студентоцентрированным подходами. Компетентностный подход означает создание условий для овладения комплексом компетенций,

означающих потенциал, способность выпускника к выживанию и устойчивой жизнедеятельности в условиях современного многофакторного пространства. Такой подход выдвигает на первое место не информированность студента, а умение решать проблемы, возникающие в познании и объяснении явлений действительности, и предполагает необходимость: развития способности решать задачи на основе знаний, опыта, мотивации и ценностных ориентаций, умения самостоятельно добывать необходимые знания; формирования навыков самостоятельной постановки целей деятельности и планирования способов их достижения, что подразумевает развитие творческой самостоятельности и познавательной активности студентов. Физический практикум может служить одним из средств формирования у студентов общепрофессиональных, специальных и гуманитарно-ориентированных компетенций, способствуя развитию навыков комплексного подхода к изучению физических процессов и явлений и формированию целостного и научного представления о процессах и явлениях, происходящих в мире природы и общества.

Подготовка студента к выполнению лабораторной работы начинается с самостоятельного выполнения «**базис-конспекта**», который включает в себя:

1. Краткое описание цели работы, возможных способов достижения этой цели и опенку выбранного способа.
2. Описание физической сущности метода, лежащего в основе выполненного в лабораторной работе исследования.
3. Перечень измерительных приборов, необходимых для выполнения лабораторной работы, с указанием типа и пределов измерения приборов (составляется по условию и требованию экспериментальной задачи); правила техники безопасности при работе с выбранными приборами.
4. Очень краткие ответы на вопросы по теоретическому материалу, в обязательном порядке содержащие определения изучаемых в работе физических величин с указанием единиц измерения.
5. Указание областей науки, техники, окружающей действительности, в которых встречаются и применяются изучаемые в работе явления, краткий анализ их теоретического и практического значения с указанием важных в выбранной студентом профессии аспектов.
6. Описание математических методов обработки полученных в работе результатов, перечень таблиц (с указанием измеряемых и рассчитываемых по результатам измерений величин), графиков, расчетных формул.

7. Прогноз ожидаемых результатов, составленный на основе теоретического обоснования работы.

После выполнения лабораторной работы составляется письменный отчет в соответствии с приведенным ниже эвристическим предписанием.

**Оформление отчета по лабораторной работе**

1. Оформление результатов лабораторной работы начинается с записи даты проведения эксперимента и его названия.
2. Далее следует конкретизировать цель эксперимента.
3. Необходимо привести перечень использованных приборов и принадлежностей с указанием марок и технических характеристик (типа приборов, класса точности, пределов измерений и т. д.).
4. Перед тем, как приступить к опыту, необходимо подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
5. Численные величины с точным указанием единиц измерения после их нахождения должны быть занесены в заранее подготовленную таблицу. Без единиц измерения результат бесцелен.
6. В записях, насколько это возможно, должны использоваться схемы установок, схематические рисунки приборов и установок в действии.
7. Где это целесообразно, результаты должны быть представлены в виде графиков. Ценность графического изображения состоит в том, что он уменьшает возможность появления грубой ошибки и позволяет лучше осмыслить физическую сущность полученных результатов в целом.
8. Необходимо привести в отчете пример расчета измеряемой величины, программы и результаты расчета погрешностей измерений.
9. Записи, вычисления, графики, таблицы, схемы должны выполняться так, чтобы другим было понятно, с какой целью это было сделано, как сделано и что из этого получилось.
10. Конечный результат с рассчитанной погрешностью необходимо проанализировать: правдоподобен ли он? Не противоречит ли он физическому смыслу? Правильны ли единицы измерения конечного результата? Нельзя ли конечный результат сравнить с какими-либо константами, справочными данными?
11. Последним пунктом отчета являются выводы. Выводы по работе должны содержать то новое, что студенты узнали во время выполнения работы; сопоставление теоретических

предсказаний и экспериментальных результатов; анализ факторов, влияющих на расхождение между теоретическими и экспериментальными данными; критические замечания и предложения по методике работы, соображения по обоснованности применяемых методов и достоверности результатов.

При подготовке и выполнении лабораторных работ рекомендуем использовать приведенные ниже эвристические предписания общего и частного характера.

## I. **Как правильно наблюдать и описывать наблюдаемые явления, процессы**

1. Осмыслите цель наблюдения, а для этого поставьте перед собой вопрос: для чего проводится наблюдение?
2. Уточните предмет наблюдения. В связи с этим поставьте перед собой вопрос: что будете наблюдать?
3. Наблюдение осуществляйте по заранее разработанному плану. Для этого представьте его мысленно или запишите предварительно в тетради.
4. До начала наблюдения определите, когда будете осуществлять фиксацию наблюдаемых явлений: в процессе наблюдения или сразу же после его окончания.
5. Выберите способ наблюдения; наблюдать можно прямым способом, т. е. визуально, или косвенным способом, т. е. при помощи приборов (фотоаппарата, магнитофона и т. д.).
6. Наблюдение, как и эксперимент, необходимо проводить несколько раз; это повышает его объективность.
7. При описании явлений, процессов обращайте внимание не только на то, как они протекали во времени, но и при каких условиях.
8. Помните, что цель описания — указать наиболее точно и полно признаки наблюдаемых явлений, предметов.
9. При описании результатов наблюдений обратите внимание на то, что существенно нового было обнаружено и что общего, сходного с ранее известным.
10. Описание наблюдаемых явлений, процессов может быть выражено в словесной форме, представлено аналитически — в виде формул и уравнений, графически — в виде рисунков, схем и т. д.

## II. **Как составлять план проведения эксперимента**

1. Уточните и конкретизируйте конечную цель проведения эксперимента. Для этого еще раз осмыслите условие и требование задания. Поставьте перед собой вопросы: что дано? Что

нужно экспериментально проверить, получить? Каковы возможные условия выполнения эксперимента?

2. Вычлените промежуточные цели проведения эксперимента. Для этого мысленно разбейте задачу на подзадачи.
3. Мысленно представьте все возможные варианты проведения эксперимента.
4. Выберите из всех возможных вариантов проведения эксперимента наиболее рациональные с точки зрения возможности получить наиболее точный результат при использовании минимума приборов и материалов, с точки зрения минимальной затраты времени.
5. Запись плана эксперимента должна быть по возможности краткой, отражающей лишь основные его этапы.
6. Предусмотрите, какие таблицы, рисунки, схемы вам необходимо будет выполнить в процессе эксперимента.
7. Продумайте, когда и что вам придется измерить в процессе эксперимента, а что можно вычислить после его выполнения.
8. Продумайте и предусмотрите в плане, какие приемы и средства могут быть вами использованы.
9. После составления плана проанализируйте его еще раз. Для этого представьте себе мысленно работу от начала до конца; от конца к началу.
10. Помните, что хорошо составленный план должен обладать и определенной гибкостью, т. е. возможностью определенной перестройки ваших действий в случае возникновения затруднения.

## III. **Как подобрать приборы и материалы, необходимые для эксперимента**

1. Вначале, насколько это возможно, определите по условию и требованию экспериментальной задачи, какие приборы и материалы потребуются. Составьте их предварительный перечень.
2. Затем уточните этот перечень, проанализируйте схему установки и условия ее работы; уточните все этапы выполнения плана предстоящего эксперимента, все то, что предстоит наблюдать и измерять.
3. Для того, чтобы окончательно установить правильность выбранного прибора, необходимо с целями и условиями эксперимента соотнести: название прибора; назначение прибора; принцип действия прибора; предел измерения прибора; цену деления шкалы прибора;

правила пользования прибором; условия эксплуатации прибора; правила техники безопасности при работе с прибором.

4. Для того, чтобы окончательно установить правильность выбранного материала, необходимо соотнести с целями и условиями эксперимента: название материала; назначение материала; основные физические и химические свойства материала; допустимые пределы изменения основных свойств материала; условия, в которых данным материал может быть использован; правила техники безопасности при работе с материалом.

## IV. **Как собрать установку, схему для проведения эксперимента**

1. Приборы следую располагать так, чтобы ни один из них не перекрывал видимость и доступ к другому.
2. При расстановке приборов предусмотрите, чтобы одни приборы не влияли на работу других.
3. Учтите, что не все приборы могут быть установлены горизонтально, для некоторых рабочим состоянием является вертикальное положение.
4. Прежде чем приступить к сборке установки, схемы, проанализируйте и представьте ее мысленно в эксперименте, уточните, что необходимо наблюдать и измерять.
5. Шкала приборов и те участки установки, где вы проводите наблюдения за соответствующими физическими явлениями, должны находиться в поле лучшей видимости.
6. Используйте, где это возможно, вспомогательные приспособления: подставки, зажимы, прокладки, пинцеты, стрелки-указатели, фиксаторы и т. д.
7. После того, как приборы размещены, проверьте по возможности действие каждого прибора в отдельности.
8. После этого следует произвести настройку установки и проверить ее работу в целом
9. Все операции по сборке и использованию установки в работе должны проводиться в строгом соответствии с правилами техники безопасности.

## V. **Как пользоваться измерительными приборами в процессе эксперимента**

1. Прежде чем использовать прибор в процессе эксперимента, познакомьтесь с его описанием, назначением и паспортными данными и по условным обозначениям на шкале определите систему прибора и его характеристики.
2. Непосредственно перед использованием прибора сравните допустимый предел измерения с максимально возможными значениями измеряемой величины.

3. Уточните цену деления шкалы прибора и убедитесь, что она соответствует точности измерения в проводимом измерении. Чтобы определить цену деления шкалы прибора, необходимо взять разность между двумя значениями шкалы и разделить ее на число делений, содержащихся между этими значениями.
4. Определите класс точности прибора и вычислите наибольшую погрешность, допускаемую прибором.
5. Расположите и установите прибор, учитывая особенности его конструкции и назначения, непосредственно перед его использованием в эксперименте.
6. При отсчете показаний прибора глаз располагайте против наблюдаемого деления, а луч зрения наблюдателя должен быть перпендикулярен плоскости шкалы прибора.
7. При записи результатов измерения сразу же запишите единицы измерения.
8. Проведите измерение одной и той же величины по возможности несколько раз.

## VI. **На что следует обращать внимание при построении и чтении графиков**

1. Связь каких величин представляется на графике?
2. В каких единицах измерения указаны значения физических величин?
3. В каких пределах изменяются аргумент и функция?
4. Какой масштаб применен на осях координат?
5. Необходимо учитывать разброс экспериментальных точек, являющихся результатом приближенного характера данных, полученных в ходе измерения физических величин.
6. Каков характер функциональной зависимости, представленной графически?
7. Какие специфические особенности рассматриваемой функциональной зависимости вы можете отметить?
8. Можно ли подобрать аналитическое выражение, описывающее полученную функциональную зависимость?
9. Каков физический смысл как отдельных участков, так и всего графика в целом?

**Список литературы**

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2010.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 2001.

4. Савельев И.В. Курс общей физики : в 5 кн. – Кн. 3 : Молекулярная физика и термодинамика. М.: Наука, 2000.

5. Телеснин Р.В. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.

6. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Оникс, Мир и Образование, 2008.

7. Бурсиан Э. В. Физические приборы: Учебное пособие. М.: Просвещение, 1984.

8. А. Ф. Клинских, А. В. Меремьянин, Н. П. Стадная. Молекулярная физика. Методические,

указания к работам лабораторного практикума по курсу общей физики. Учебно-

методическое пособие. – Воронеж, 2016.

## Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ ПСИХРОМЕТРА

Цель работы: Определение влажности воздуха при помощи психрометра Ассмана.

Принадлежности: психрометр Ассмана, барометр, лупа.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

Психрометр Августа

Гигрограф Ришара

Метод определения влажности воздуха с помощью психрометра Ассмана

## Контрольные вопросы

1. Что такое максимальная, абсолютная и относительная влажности воздуха?

2. Что такое точка росы?

3. Запишите закон Ньютона-Рихмана.

4. Как рассчитать упругость водяного пара?

5. Как измеряется влажность воздуха психрометрами Августа и Ассмана.

6. Является ли насыщенным водяной пар, находящийся в воздухе, при температуре выше точки росы? При температуре ниже точки росы?

7. Оба термометра Ассмана показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с., § 35.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с. § 114.

3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с. § 61.

## Лабораторная работа № 2

**Определение коэффициента линейного расширения твердых тел**

**Цель работы:** теоретически и экспериментально ознакомиться с тепловым расширением твердых тел.

**Принадлежности**: нагревательный прибор со стрелочным микрометром, штангенциркуль, стержни из различных материалов (сталь, латунь, медь, алюминий, стекло), комнатный термометр, пинцет, стеклянные пробирки, вода комнатной температуры в колбе.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

Газы.

Жидкости.

Твердые тела.

Таблица 1. Коэффициенты линейного расширения твердых тел, $\times 10^{-5}$ $К^{-1}$

График сил взаимодействия между частицами в твердых телах.

График зависимости потенциальной энергии $W$ от расстояния между частицами

Расчет погрешностей

### Контрольные вопросы и задания

1. Объясните причины теплового расширения тел.
2. Каковы физический смысл коэффициентов α и β и связь между ними?
3. Единицы измерения коэффициентов α и β.
4. Какие силы действуют между частицами в твердых телах?
5. Изобразите и объясните график зависимости потенциальной энергии от расстояния между атомами.
6. Расскажите об экспериментальной установке и ходе выполнения работы.
7. Сравните полученные данные с табличными.
8. Объясните особенности теплового расширения воды и ответьте на вопрос: почему

9. Почему лопаются стеклянные сосуды с замерзшей в них водой?

## Литература


1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с., § 139.
4. Савельев И. В. Курс общей физики, т. 2. М.: Наука, 1989.
5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, М.: Высшая школа, 1989.


## Лабораторная работа № 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ, средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха

**Цель работы:** измерение коэффициента вязкости воздуха и расчет длины свободного пробега и эффективного диаметра его молекул.

**Принадлежности:** экспериментальная установка, химический стакан, мензурка, секундомер.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

Внутреннее трение

Ламина́рное течение

Градиент скорости

Закон Пуазёйля

Описание экспериментальной установки

### Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена динамическая вязкость газа? Каков физический смысл η и какова зависимость η от температуры?

2. Что называется средней длиной свободного пробега молекул газа? От каких параметров она зависит?

3. Дать определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул.

4. Какое физическое явление положено в основу работы? Запишите уравнение Ньютона для внутреннего трения.

5. Каков физический смысл коэффициента внутреннего трения?

6. Объясните параболический закон распределения скорости по сечению капилляра и применение к такому течению закона Ньютона.

7. Что такое градиент скорости и куда он направлен?

8. Объяснить формулу Пуазейля.

9. Подробно вывести рабочую формулу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.

3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с.

4. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1. – М.: Наука, 1989. Т. 1. С. 269—279.

5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989, С. 114–119.

## Лабораторная работа № 4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ОТРЫВА КОЛЬЦА

**Принадлежности:** весы Жоли, стеклянная кювета с исследуемой жидкостью (дистиллированная вода), кольцо на подвесе, разновесы, штангенциркуль, флакон с растворителем для протирания кольца.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

Жидкости

2. Внутреннее давление в жидкости.

Сфера молекулярного действия.

Коэффициент поверхностного натяжения.

Явление смачивания

Поверхностная энергия жидкости

**Контрольные вопросы и задания**

1. Что представляют собой жидкости, твердые и газообразные вещества?
2. Чем обусловлено внутреннее давление в жидкости?
3. Как возникает сила поверхностного натяжения? Куда она направлена?
4. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения жидкости? В каких единицах он измеряется?
5. Почему поверхностный слой обладает избыточной энергией?
6. Что такое адгезия, когезия? Объясните условия, обеспечивающие смачивание и несмачивание.
7. Объясните механизм образования мениска под действием сил адгезии и когезии.
8. Вывод рабочей формулы.
9. Поверхностно-активные вещества.
10. Зависит ли поверхностное натяжение от температуры жидкости и как?
11. Имеют ли газы поверхностное натяжение?

**Литература**


1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с.
4. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1. – М.: Наука, 1989. Т. 1. §§ 93, 94. С. с.331-337, 337-343.
5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989. С.

## Лабораторная работа № 5

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ $C_p/C_v$ ВОЗДУХА МЕТОДОМ КЛЕМАНА И ДЕЗОРМА

Цель работы: изучение процессов в идеальных газах, определение постоянной адиабатного процесса. (отношения теплоемкостей $\gamma = C_p/C_v$ воздуха).

Принадлежности: стеклянный баллон, насос, манометр, экспериментальная установка ФПТ1-6.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

1. Законы идеальных газов

Изотермический процесс

Изобарический процесс

Адиабатический процесс

2. Теплоемкость газа

3. Первое начало термодинамики

Число степеней свободы молекул

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

Изотермический процесс

Изохорический процесс

Изобарический процесс

Уравнение Роберта Майера.

Описание экспериментальной установки и термодинамических процессов

Порядок выполнения работы

### Контрольные вопросы и задания

1. Цель работы.
2. Какой газ называется идеальным? При каких условиях реализуется модель идеального газа?
3. Опишите изохорический, изобарический, изотермический и адиабатический процессы.
4. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.
5. Что такое молярная и удельная теплоемкости?
6. Какие и сколько теплоемкостей различают у газа?
7. Уравнение Р. Майера. Какая теплоемкость больше и почему?

8. Формулы для $C_V$ и $C_P$ через число степеней свободы.
9. Сколько и какие степени свободы у одно-, двух- и трехатомного газа?
10. Записать показатель адиабаты $\gamma = C_P/C_V$ через число степеней свободы.
11. В чем заключается метод Клемана и Дезорма для определения отношения $C_P / C_V$?
12. Выведите рабочую формулу для определения $\gamma$.

**Литература**

1. Кикоин А.К. Молекулярная физика: учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §§23 - 30.

2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А.Н. Матвеев. - СПб.: Лань, 2010. - 364 с. - §§14, 17 - 18.

3. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2005. - 432 с. - §§94 - 96, 102.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит. - 2006. - 543 с. - §§11, 15, 18, 20 - 22.

5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, М.: Высшая школа, 1989, с.97–103.

## Лабораторная работа № 6

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРОВ ЭФИРА

**Цель работы:** определение критической температуры паров эфира.

**Принадлежности**: два термометра; ампула с эфиром, штатив, газовая горелка.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

### Краткая теория

1. Сжижение газов (конденсация).

Критическая температура.

Критическая изотерма.

Критический объем

Критическое давление

Критическое состояние вещества.

2. Фазовый переход

3. Фазовые диаграммы

4. Методы определения критических параметров

Описание экспериментальной установки

Измерения и их обработка

**Контрольные вопросы:**

1. Объясните изотерму сжижения газов. Что такое критическая изотерма?
2. Какие применяют критические параметры вещества?
3. Что такое фазы системы, фазовое равновесие, фазовые переходы и фазовые превращения?
4. Что представляет собой фазовая диаграмма?
5. Как определяют критические параметры вещества?

**Литература**


1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с. §§ 61-64.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с. §§ 30-32.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с. §§ 100-102.

3. Савельев И. В. Курс общей физики, т. 2. М.: Наука, 1989. §§ 15.1-15.5.

4. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, М.: Высшая школа, 1989. § 12.3.


**Лабораторная работа № 7**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ $C_p/C_V$ МЕТОДОМ СТОЯЧИХ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

**Цель работы:** экспериментальное определение показателя адиабаты $\gamma = Cp/Cv$.

**Приборы и принадлежности:** труба с миллиметровой шкалой, стеклянный сосуд, телефон, звуковой генератор ГЗ-1.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Определение скорости звука в воздухе

Определение показателя адиабаты акустическим методом

Теплоемкость тела

Удельная теплоемкость

Молярная теплоемкость

Описание экспериментальной установки

Измерения и обработка результатов

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определения теплоемкости тела и его молярной и удельной теплоемкостей.
2. Каким уравнением описывается адиабатный процесс?
3. Выведите формулу для определения скорости звука в воздухе.
4. Выведите формулу для определения показателя адиабаты акустическим методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
3. Савельев И. В. Курс общей физики, т. 2. М.: Наука, 1989.
4. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, М.: Высшая школа, 1989.

**Лабораторная работа № 8**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ДЮЛОНГА И ПТИ

**Цель работы:** экспериментальное определение коэффициента объемного расширения керосина.

**Приборы и принадлежности:** прибор для измерения коэффициента объемного расширения, горелка, термометр.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Краткая теория

Коэффициент объемного расширения

Описание экспериментальной установки

**Контрольные вопросы**

1. Почему жидкости при нагревании расширяются?

2. Каков физический смысл коэффициента объемного расширения?

3. Зависит ли коэффициент объемного расширения от температуры и давления?

4. Чему равен коэффициент объемного расширения? В каких единицах он измеряется?

4. Чем отличается движение молекул (атомов) в жидкости от движения в твердых телах?

5. В чем преимущества метода Дюлонга и Пти перед прямым измерением изменения объема для определения коэффициента объемного расширения?

6. Опишите порядок выполнения работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика: Учебное пособие – СПб: Изд. «Лань», 2008. – 480 с.

2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учеб. для физ. спец. вузов – М: Высш. шк., 1987. – 360 с.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: для вузов. В 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.

## Лабораторная работа № 9

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТРОПИИ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ПЛАВЛЕНИИ ОЛОВА

**Цель работы:** определение изменения энтропии при фазовом переходе первого рода на примере плавления олова.

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-11.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода

Первое начало термодинамики

Энтропия

Свойства энтропии

Энтропия и вероятность

Фазовый переход первого рода

Экспериментальная установка

**Контрольные вопросы**

1. Второе начало термодинамики.
2. Чему равно КПД тепловой машины, цикла Карно?
3. КПД каких тепловых машин максимально?
4. Что такое энтропия?
5. Чему равно изменение энтропии при изотермическом и адиабатическом процессах?
6. Свойства энтропии.
7. Формула Больцмана для энтропии. Физический смысл энтропии.
8. Свободная и связанная энергия.
9. Что такое фазовый переход первого рода?
10. Вывод рабочей формулы.
11. Почему процесс плавления идет при постоянной температуре?
12. Объясните график плавления кристаллических тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А.К. Молекулярная физика: учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §§131, 134, 136 - 137.

2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А.Н. Матвеев. - СПб.: Лань, 2010. - 364 с. - §§47 - 48.

3. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2005. - 432 с. - §149.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит. - 2006. - 543 с. - §§40 - 42, 111.

5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, М.: Высшая школа, 1989, с.129, 133.

**Лабораторная работа № 10**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ВОЗДУХА КАПИЛЛЯРНЫМ МЕТОДОМ (ФПТ1-1)

**Цель работы:** изучение внутреннего трения воздуха как проявление одного из явлений переноса в газах.

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-1.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода

Явления переноса

Экспериментальная установка

Вычислить среднюю длину свободного пробега молекул. При этом плотность воздуха для известных значений температуры и давления в лаборатории в процессе проведения эксперимента вычислить из уравнения Менделеева-Клапейрона.

4. Оценить погрешность результатов измерения.

## Контрольные задания

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 вязкости? В каких единицах СИ измеряется эта величина?

5. Напишите формулу для 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 вязкости газов?

9. Выведите формулу Пуазейля. При каких условиях её применяют?

10. Как изменяется скорость движения газа по радиусу канала при ламинарном режиме течения?

11. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление внутреннего трения в газах?

12. Почему при строительстве магистральных газопроводов используют трубы большого диаметра, а не увеличивают давление газа при его транспортировании?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — СПб.: Лань, 2008. — 480 с. — §§35, 48.

2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А. Н. Матвеев. — СПб.: Лань, 2010. — 364 с. — §52.

3. Савельев И. В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. — СПб.: Лань, 2005. — 432 с. — §112.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит. - 2006. - 543 с. - § 89.

## Лабораторная работа № 11

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ (ФПТ1-3)

**Цель работы:** изучение теплопроводности воздуха как одного из явлений переноса в газах.

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-3.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода

Тепловое излучение, конвекция, теплопроводность.

Экспериментальная установка

Обработка результатов измерений

### Контрольные задания

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, перенесённой 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. Выведите расчётную формулу для определения коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.

10. Объясните назначение эталонного резистора в схеме экспериментальной установки.

11. Как определяется разность температур проволоки и наружной трубки в данной работе?

12. Как оценить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы газа, используя явление теплопроводности?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — СПб.: Лань, 2008. — 480 с. — §§45 — 47.

2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А. Н. Матвеев. — СПб.: Лань, 2010. — 364 с. — §52.

3. Савельев И. В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. — СПб.: Лань, 2005. — 432 с. — §113.

## Лабораторная работа № 12

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ВОЗДУХА ПРИ ПОСТОЯННЫХ ДАВЛЕНИИ И ОБЪЁМЕ РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ (ФПТ1-7)

**Цель работы:** изучение процесса распространения звуковой волны, измерение скорости звука в воздухе при различных температурах и определение отношения теплоёмкостей $\gamma = C_P/C_V$.

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-7.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода

Упругие волны.

Скорость распространения продольной упругой волны.

Уравнение Пуассона.

Уравнение Менделеева-Клапейрона.

Экспериментальная установка

Обработка результатов измерений

### Контрольные вопросы

1. Что такое упругая волна? Охарактеризуйте процессы распространения упругой волны в газе.

2. Выведите формулу скорости распространения упругой волны.

3. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите этот закон для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатного процессов.

4. Выведите формулу Майера.

5. Выведите уравнение Пуассона.

6. Что такое адиабатный процесс? Почему процесс распространения звуковой волны в газе адиабатный?

7. Что такое звуковая волна? выведите формулу скорости звука в газе.

8. В чём заключается резонансный метод определения скорости звука в газе?

9. Почему при распространении звука в закрытом канале могут образовываться узлы и пучности? При каких условиях они образуются?

10. Как изменяется скорость звука в воздухе при изменении его температуры?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А.К. Молекулярная физика: учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §§24 - 31.

2. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2005. - 432 с. - §§77, 81 - 82, 85, 87 - 88, 95, 96.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. I: Механика / Д.В. Сивухин. – М.: Физматлит. - 2010. - 560 с. - §§81, 83, 85.

## Лабораторная работа № 13

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ТВЁРДЫХ ТЕЛ (ФПТ1-8)

**Цель работы:** определение теплоёмкости образцов металлов калориметрическим методом с использованием электрического нагрева.

Приборы и принадлежности: экспериментальная установка ФПТ1-8.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода.

Закон Дюлонга и Пти.

Экспериментальная установка ФПТ1-8

Обработка результатов измерений

### Контрольные задания

1. Какая величина называется теплоёмкостью вещества, удельной и молярной теплоёмкостью? В каких единицах СИ они измеряются?

2. Выведите формулу для полной внутренней энергии и моля твёрдого тела.

3. В чем особенности теплоёмкостей твёрдых тел? Выведите формулу для молярной теплоёмкости твёрдого тела.

4. Запишите и объясните закон Дюлонга и Пти.

5. Рассчитайте, исходя из закона Дюлонга и Пти, удельные теплоёмкости алюминия $^{27}_{13}Al$ и железа $^{56}_{26}Fe$.

6. В чем заключается метод электрического нагрева для определения теплоёмкости твёрдых тел?

7. Выведите формулу для экспериментального определения теплоёмкости.

8. Почему во время эксперимента нагревание пустого калориметра и калориметра с образцом необходимо производить при одной и той же мощности нагревателя?

9. Чем ограничена максимально допустимая температура нагревания калориметра?

10. Основные источники ошибок данного метода измерений

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §138.

2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А. Н. Матвеев. - СПб.: Лань, 2010. - 364 с. - §§46.

3. Савельев И. В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. - СПб.: Лань, 2005. - 432 с. - §141.

## Лабораторная работа № 14

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ВОДЫ (ФПТ1-10)

**Цель работы:** определение удельной и молярной теплоты парообразования воды при фазовом переходе первого рода по экспериментально полученной зависимости давления насыщенных паров от температуры.

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-10.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метод

Фаз

Фазовый переход.

Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

**Порядок выполнения работы**

**Обработка результатов измерений**

**Контрольные задания**

1. Что такое фазовый переход? Назовите виды фазовых переходов.

2. Какая величина называется скрытой теплотой перехода?

3. Запишите и объясните уравнение Ван-дер-Ваальса.

4. Изобразите на *P*-*V* диаграмме изотермы Ван-дер-Ваальса и реального вещества для нескольких значений температуры. Что такое критическая температура?

5. Расскажите о цикле Карно. Запишите формулу КПД цикла Карно.

6. Выведите уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Поясните физический смысл этого уравнения.

7. Выведите основную расчётную формулу, используемую в данной работе.

8. В чем заключается метод определения теплоты парообразования воды с использованием экспериментальной зависимости *P*п(*T*)?

9. Для чего ампулу с исследуемым веществом помещают в термостат?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §§79 - 82.

2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: учебное пособие / А. Н. Матвеев. - СПб.: Лань, 2010. - 364 с. - §§30 - 32.

3. Савельев И. В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т. I: Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. - СПб.: Лань, 2005. - 432 с. - §§117 - 121, 147 - 150.

4. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М.: Физматлит. - 2006. - 543 с. - §§97 - 98, 100 - 103, 111 - 116.

## Лабораторная работа № 15

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГАЗА МЕТОДОМ ОТКАЧКИ (ФПТ1-12)

**Цель работы:** ознакомление с одним из методов определения молярной массы и плотности газа

**Приборы и принадлежности:** экспериментальная установка ФПТ1-12.

Лабораторная работа включает изучение следующих вопросов:

Теория метода.

Молярная масса.

Уравнение Менделеева-Клапейрона.

Экспериментальная установка ФПТ1-12.

Обработка результатов измерений

**Контрольные задания**

1. Что такое молярная 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 молярную массу смеси газов?

4. Что такое плотность газа и как ее можно определить экспериментально?

5. Выведите расчетную формулу для определения молярной массы, которая используется в данной работе.

6. Почему молярную массу газа нельзя определить непосредственно, используя уравнение Менделеева-Клапейрона?

7. В чем заключается метод откачки для определения молярной массы газа?

8. Основные источники погрешностей данного метода измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кикоин А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - §§4 - 5.

2. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учебное пособие в 5 т. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. - М.: Физматлит. - 2006. - 543 с. - §7.

3. Клинских А.Ф., Меремьянин А.В., Стадная Н.П. Методические указания к работам лабораторного практикума по курсу общей физики. Молекулярная физика. – Воронеж. – Издательский дом ВГУ. – 2016. – 66 с.

**Материально-техническое оснащение дисциплины:**

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

**в) программное обеспечение, ЭБС, профессиональные базы и Интернет-ресурсы:**

**- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:**

| № п/п | Наименование | № договора (лицензия) | Страна-производитель |
|---|---|---|---|
| 1. | Windows 10 Enterprise | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США |
| 2. | Windows 7 Professional | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США |
| 3. | OfficeStandard 2016 | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США |
| 4. | Система тестирования SunravWEBClass | №468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно) | Россия |
| 5. | Программное обеспечение 1С:Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия | № СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно | Россия |
| 6. | Система компьютерной верстки MikTex | Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно) | |
| 7. | KasperksyEndpoint Security | До 22.01.2024 | Россия |
| 8. | Программное обеспечение для редактирования химических формул IsisDraw | Свободное программное обеспечение (бессрочно) | США |
| 9. | Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ» | № 6262 от 09.01.2023 (действителен до 31.12.2023г) с ОАО «Анти-Плагиат» | Россия |
| 10. | Программное обеспечение 1С:Предприятие 8.3 Управление торговлей | №КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно) | Россия |
| 11. | Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры гос.учреждения8 | №СД./ №126., 01.07.2020г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно | Россия |
| 12. | Программное обеспечение 1С:бюджет. | №СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» (бессрочно) | Россия |
| 13. | Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС» | Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015г. (бессрочно) | СОГУ |
| 14. | Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний» | Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации | СОГУ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015г. (бессрочно) | |
| 15. | Планы | №8867, от09.01.2023г. (09.01.2023г. до 31.12.2023г.) ООО ЛММИС | Россия |
| 16. | VSDESK | № 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич<br>Тех.под. 07.04.2022 | Россия |
| 17. | «Галактика» | от 14.03.2022г (примерная дата) | Россия |
| 18. | DIRECTUMRX – Система электронного документооборота | ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022(примерная дата) | Россия |
| 19. | Услуги связи (доступ к сети интернет) | ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022г -31.12.2022г | Россия |
| 20. | MOODLE | Бесплатное российское | США (бесплатное российское) |
| 21. | «Галактика РУЗ» | Лицензия бессрочная<br>Тех.сопровождение от 14.03.2022 г | Россия |
| 22. | Личный кабинет абитуриента | Лицензия бессрочная<br>Тех.сопровождение от 14.03.2022 г | Россия |
| 23. | Личный кабинет студента/сотрудника | Лицензия бессрочная<br>Тех.сопровождение от 14.03.2022 г | Россия |
| 24. | Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ) | https://dvs.rsl.ru<br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 25. | ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" | https://biblioclub.ru<br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 26. | ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» | http://elibrary.ru.<br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 27. | Универсальная баз данных EastView | https://dlib.eastview.com | США |
| 28. | ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом. | http://www.studentlibrary.ru<br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 29. | ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям | www.biblio-online.ru<br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 30. | КЭП (домен на Яндексе) | бесплатное | Россия |
| 31. | РусГард | бесплатное | Россия |
| 32. | ViPNet | бесплатное | Россия |

**Профессиональные базы данных и Интернет-ресурсы:**

- Библиотека Гумер: Языкознание. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Linguist /Index_Ling.php;

- Интерактивные словари русского языка на сайте ИРЯ им. В.Виноградова. URL: http://www.slovari.ru/lang/ru/;

- Национальный корпус русского языка. URL: http://ruscorpora.ru;

- Российская государственная библиотека. URL: http://www.rsl.ru/;

- Российская национальная библиотека. URL: http://www.nlr.ru/;

- Русский филологический портал “Philology.Ru”. URL: http://www.philology.ru;

- Университетская информационная система РОССИЯ. URL: http://www.cir.ru/;

- Филологические науки (сообщество). URL: http://blogs.mail.ru/community/philology;

- Языковая энциклопедия «Lingvisto». URL: www.lingvisto.org http://www.gumer.info;

- Словари русского языка: http: //www. slovari. ru.