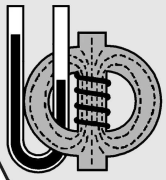
ISSN 2307-5457

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Primus inter pares



УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Материалы XXXI Всероссийской научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения"

Июль - сентябрь 2026 №3

Издается с января 1997 года

Посвящается памяти В.В.Майера

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

П. В. Зуев, Т. Н. Шамало — ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ К РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССАХ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ 3

Старшая школа

М. А. Фаддеев, Ю. В. Масленникова — УЧЕБНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА «СИЛА ТРЕНИЯ ЭЙЛЕРА» 15

В. Н. Бакулин, М. И. Толмачева, М. П. Уварова — ТВОРЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ВОЛНОВАЯ ОПТИКА» 24

Высшая школа

О. В. Сергеева, Е. Л. Казакова — О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ОБУЧЕНИЯ 38

И. Ю. Зворыкин, М. Р. Каткова — УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА 49

Компьютер в эксперименте

А. П. Горлов, И. А. Горлов, Е. А. Самойлов — МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ: ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛАСТИЧНОСТИ АРТЕРИЙ 55

Исследования

И. Г. Кирин — ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ БУДУЩИМ ЮРИСТАМ В ЮРИДИЧЕСКОМ КОЛЛЕДЖЕ 70

АВТОРЫ ЖУРНАЛА 76

Основатель журнала, главный редактор в 1997–2025 гг. — д.п.н., профессор ***Майер Валерий Вильгельмович*** *(Глазов)*

Редакция журнала:
Е. И. Вараксина (главный редактор), Р. В. Акатов, Л. С. Кропачева, Р. В. Майер, Е. С. Мамаева

Редакционный совет:

С. В. Барышников	д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск
И. В. Гребенев	д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
О. В. Лебедева	д.п.н., доцент, Нижний Новгород
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
А. П. Усольцев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
А. А. Шаповалов	д.п.н., профессор, Барнаул

Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГИПУ, Глазов
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно–педагогический университет имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686; внесены изменения в запись о регистрации средства массовой информации Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Подписной индекс: 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 07.09.26. Подписано в печать 24.09.26.
Дата выхода в свет: 29.09.26.
Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,75.

Заказ 177. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Исследование учебного физического эксперимента по диффузии (Вараксина Е. И., Майер В. В., Шиляева Л. В. Учебные опыты по диффузии на урочных и внеурочных занятиях по химии и физике // Учебная физика. — 2025. — № 1. — С. 39–55), прототип которого описан в статье В. В. Майера и Е. С. Мамаевой «Несколько новых опытов для седьмого класса» (Учебная физика. — 2007. — № 1. — С. 14–21).

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853:378.147

О. В. Сергеева, Е. Л. Казакова

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ОБУЧЕНИЯ

Для реализации интегрированного учебного процесса и формирования индивидуальных траекторий обучения рассмотрен пример комплексного использования возможностей лабораторной работы по молекулярной физике. Приведены задания и задачи разного уровня сложности по теме данной лабораторной работы. Новизна работы состоит в реализации идеи создания комплекса разноуровневых теоретических и практических заданий на основе одной лабораторной установки для изучения газовых законов в молекулярной физике; проектировании аудиторной и самостоятельной внеаудиторной экспериментальной деятельности студентов. Результаты эксперимента применяются в последующем при решении физических задач. Даны примеры результатов эксперимента и их интерпретация.

Ключевые слова: обучение физике, физический практикум, индивидуальные траектории обучения, физическая задача, экспериментальная проверка, молекулярная физика, газовые законы.

O. V. Sergeeva, E. L. Kazakova

ABOUT THE POSSIBILITIES OF LABORATORY WORK IN MOLECULAR PHYSICS TO CREATE INDIVIDUAL LEARNING PATHS

An example of integrated use of laboratory work in molecular physics for the implementation of integrated educational process and the formation of individual learning trajectories is considered. The set of tasks of different levels of complexity on the topic of this laboratory work are given. The novelty of the work lies in implementing set of multi–level theoretical and practical tasks based on a single laboratory setup for studying gas laws in molecular physics. The design of both classroom–based and independent extracurricular experimental activities for students has been realized. The results of the experiment are subsequently applied to solving physics problems. Examples of the experiments and their interpretation are provided.

Keywords: teaching physics, physical practice, individual learning paths, physical problem, experimental verification, molecular physics, gas laws.

DOI: 10.62957/2307-5457-2026-3-38-48

© Сергеева О. В., Казакова Е. Л., 2026

Введение

При подготовке инженерных кадров физический практикум играет ключевую роль. Это не просто набор лабораторных работ, а фундаментальный элемент, формирующий у студентов практические навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности, и дополняющий теоретические знания. Например, для будущих инженеров, обучающихся по различным программам бакалавриата, общепрофессиональные компетенции в категориях информационной культуры и фундаментальной подготовки, формируемые в результате освоения дисциплины «Физика», сформулированы в образовательных стандартах следующим образом:

«— способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

— способен применять соответствующий физико–математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

— способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности» [1, 2].

На занятиях физического практикума можно реализовать решение следующих задач.

Закрепление теоретических знаний. Практикум позволяет студентам увидеть, как физические законы и принципы работают в реальном мире. Они могут экспериментировать, наблюдать, анализировать и, таким образом, глубже понимать теоретический материал.

Развитие практических навыков. Работа с измерительными приборами, подготовка установки к работе, сборка электрических схем, проведение экспериментов, анализ и обработка экспериментальных данных — все это дает студентам первый опыт работы с реальным оборудованием и технологиями и формирует основу для будущей профессиональной деятельности.

Формирование инженерного мышления. В процессе выполнения лабораторных работ студенты учатся планировать эксперимент, интерпретировать и анализировать результаты, выдвигать гипотезы и делать выводы. Это развивает критическое мышление и умение искать решения инженерных задач [3, 4, 5].

Уровень подготовки студентов разный, многие не сдавали ЕГЭ по физике. Поэтому особое внимание следует уделить персонализированному обучению. Каждый студент имеет свои индивидуальные особенности, и темп обучения будет разный. Поэтому, важно, чтобы в рамках физического практикума предлагались задания и задачи разных уровней сложности, чтобы обеспечить каждому студенту его индивидуальный оптимальный путь к освоению материала. Преподаватель это реализует, формируя индивидуальные образовательные траектории обучения [6].

Обучение физике в современных условиях требует перехода от пассивного восприятия информации к активному обучению, базирующемуся на триединстве *модель — эксперимент — задача* [7, 8, 9]. Этот подход предполагает, что понимание физических явлений формируется в результате последовательного взаимодействия с тремя ключевыми элементами.

1. Модель дает упрощенное представление о физическом явлении, позволяющее выделить его основные характеристики и закономерности. Это может быть математическая формула, графическое изображение, компьютерная симуляция.

2. Эксперимент позволяет наблюдать явление в контролируемых условиях и собирать данные для проверки модели.

3. Решение задач требует применения модели для объяснения наблюдаемых явлений, прогнозирования результатов экспериментов и анализа данных [7, 8, 9].

Физический эксперимент играет центральную роль в этом триединстве. Он позволяет обучающимся: 1) визуализировать абстрактные понятия, воспроизвести физические явления, увидеть их своими глазами и связать с теоретическими знаниями; 2) развивать навыки наблюдения и анализа, замечать детали, собирать данные, выявлять закономерности и делать выводы; 3) формировать критическое мышление, оценивать достоверность данных, анализировать погрешности и причины их появления; 4) повышать мотивацию к обучению [3, 6, 7, 8, 9]. Высказанные общие идеи нуждаются в обосновании конкретными примерами из образовательной деятельности. Рассмотрим возможности лабораторной работы «Изучение экспериментальных газовых законов» для реализации интегрированного учебного процесса и формирования индивидуальных траекторий обучения.

Лабораторная работа «Изучение экспериментальных газовых законов»

Типовая экспериментальная установка (рис. 1) представляет собой стеклянный корпус, в котором находится шприц с подвижным поршнем. Под поршнем находится исследуемый газ — воздух. Стеклянный корпус заполнен водой, что позволяет поддерживать температуру воздуха в шприце (рис. 2). Датчики давления и температуры, подключенные к блоку сопряжения, позволяют автоматически производить измерения во внутренней воздушной камере шприца. На дисплей компьютера результаты выводятся в виде таблиц и графиков.

С помощью данной установки можно получить данные по зависимостям $p(V)$, $V(T)$, $p(T)$, изучая соответственно изотермический, изобарный, изохорный процессы. Осуществить изотермический процесс можно при фиксированной температуре, изменяя объ-

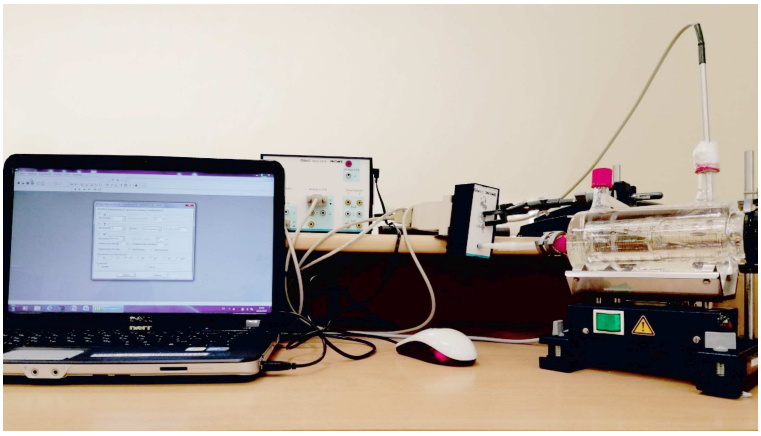


Рис. 1. Внешний вид лабораторной установки для изучения газовых законов. Установка реализована на базе оборудования фирмы PHYWE (Геттинген, Германия) https://www.phywe.com/ru/fizika/

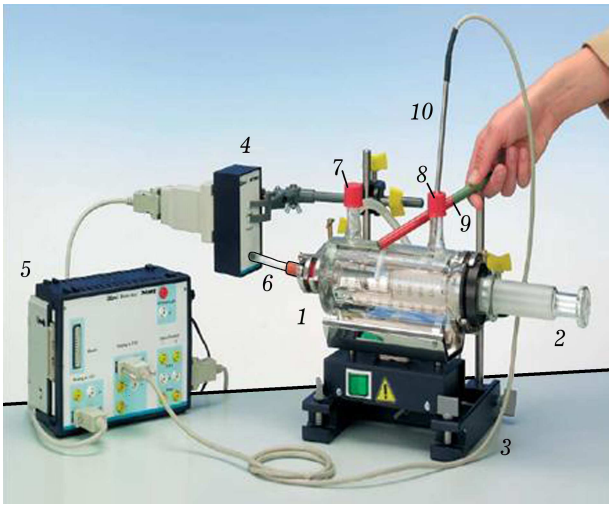
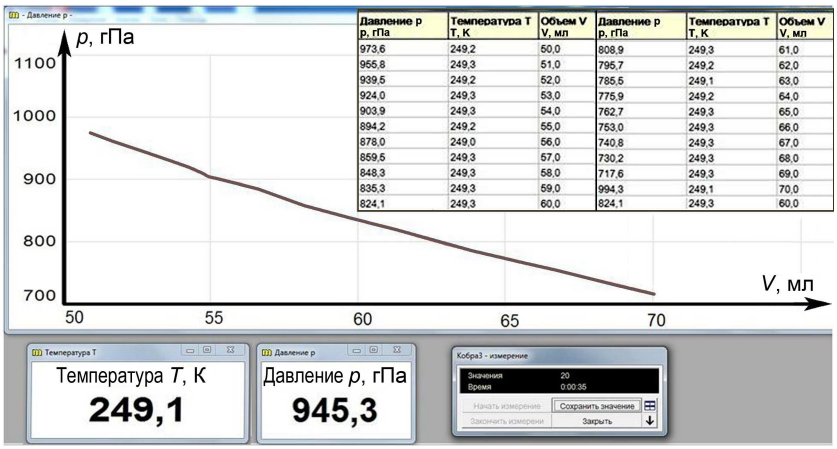


Рис. 2. Лабораторная установка для изучения экспериментальных газовых законов: *1* — стеклянный корпус; *2* — подвижный поршень (шприц находится внутри стеклянного корпуса); *3* — плитка; *4* — датчик давления; *5* — блок *Cobra*, который сопрягается с компьютером и датчиками; *6* — резиновая трубка–переходник; *7*, *8* — отверстия в стеклянном корпусе; *9* — магнит; *10* — термодатчик

ем воздуха в шприце при перемещении поршня вручную. Значения давления и температуры автоматически зафиксируют датчики (рис. 3).



Давление p p, гПа	Температура T T, K	Объем V V, мл	Давление p p, гПа	Температура T T, K	Объем V V, мл
973,6	249,2	50,0	808,9	249,3	61,0
955,8	249,3	51,0	795,7	249,2	62,0
939,5	249,2	52,0	785,5	249,1	63,0
924,0	249,3	53,0	775,9	249,2	64,0
903,9	249,3	54,0	762,7	249,3	65,0
894,2	249,2	55,0	753,0	249,3	66,0
878,0	249,0	56,0	740,8	249,3	67,0
859,5	249,3	57,0	730,2	249,3	68,0
848,3	249,3	58,0	717,6	249,3	69,0
835,3	249,3	59,0	994,3	249,1	70,0
824,1	249,3	60,0	824,1	249,3	60,0

Рис. 3. Пример представления на экране компьютера экспериментальных данных по изучению изотермического расширения воздуха

Температуру воздуха в шприце можно увеличить при нагревании воды, находящейся в стеклянном корпусе. Для этого используют плитку. Нагревание воздуха в шприце приведет к его расширению, поршень будет перемещаться. Фиксируя вручную изменение объема воздуха и соответствующую температуру по показаниям термодатчика, можно получить данные о зависимости $V(T)$ для изобарного процесса. Важно при этом обратить внимание на значения показаний датчика давления, сравнив эти значения с атмосферным давлением. Можно получить данные о зависимости $p(T)$ для изохорного процесса, возвращая поршень в исходное положение (к начальному объему, поддерживая $V = \text{const}$) после повышения температуры на определенную величину ΔT.

В качестве модели берется модель идеального газа. Экспериментально получают зависимости законов Бойля–Мариотта, Шарля, Гей–Люссака. На лабораторном занятии студент выполняет эксперимент по проверке одного или двух законов. Количество заданий определяет преподаватель, ориентируясь на возможности студента. Анализ результатов, полученных при выполнении данной работы, открывает широкие возможности для обсуждения со студентами: анализ и обработка экспериментальных данных, сравнение теории и эксперимента, границы применимости модели идеального газа.

На выполнение лабораторной работы отводится два занятия, то есть 4 академических часа. На первом занятии студент выполняет эксперимент и проводит предварительные расчеты. В рамках самостоятельной работы студент завершает обработку данных эксперимента, оформляет отчет, выполняет индивидуальные задания.

Второе занятие отводится защите отчетов и индивидуальных заданий.

После выполнения лабораторной работы обучающимся предлагаются индивидуальные задания–задачи, направленные на проверку экспериментальных газовых законов, законов термодинамики, позволяющие учесть детали проведения эксперимента. Уровень сложности задач для самостоятельной работы по теме лабораторной работы может быть различным, позволяя создавать индивидуальные траектории обучения. Приведем примеры предлагаемых заданий.

1. Проведите расчеты pV/T для исследуемых процессов и сделайте вывод о выполнении уравнения Клапейрона.

2. Постройте график зависимости pV/T от V или от T для изобарного или изохорного процессов соответственно. Сделайте вывод о характере зависимости.

3. Постройте графики зависимости $p = p(V)$ при различных температурах для изотермического процесса и проанализируйте результат.

4. Предложите способ расчета числа молей воздуха в объеме шприца.

5. Возможно ли при условиях проведения эксперимента считать воздух идеальным газом?

Представленные выше задания можно условно определить как задания базового уровня сложности. Следующий набор заданий потребует умения анализировать различные физические процессы, выбирать способы решения, иметь навык работы с графической информацией, ее анализом и обработкой этих данных. Выбор заданий осуществляет преподаватель исходя из возможностей и уровня знаний студента. Приведем примеры таких заданий повышенного уровня сложности.

1. При изучении процесса изобарного расширения газа был получен набор значений объема V и температуры T для известного количества воздуха ν. Сравните атмосферное давление, зафиксированное при выполнении опыта, и давление, зафиксированное датчиком давления при протекании изобарного расширения. Что можно сказать о действии силы трения? Рассчитайте ее значение.

Выполнение задания позволит экспериментально проверить, какими были процессы нагревания газа. Сразу ли начался изобарный процесс расширения газа? Или возможен и другой вариант протекания эксперимента? Сначала был изохорный процесс нагревания, пока сила давления газа под поршнем не превысила суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на поршень и силу трения поршня о стенки сосуда.

Аналогичную ситуацию можно проанализировать и на практическом занятии, решая, например, такаю задачу. В горизонтальном

цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ при известном давлении, равном давлению окружающего воздуха. Трение между стенками сосуда и поршнем пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено какое–то количество теплоты, поршень при этом передвинулся на определенное расстояние. Чему, например, равна площадь поперечного сечения поршня? [10, 11]. Решая эту задачу, следует обратить внимание на то, что медленное охлаждение системы позволяет считать процесс равновесным. Именно отсутствие силы трения приводит к тому, что в данном случае изобарное расширение будет происходить при атмосферном давлении. Можно рассмотреть ситуации, когда наличие силы трения приводит к тому, что сначала идет изохорный процесс, пока, например, сила, с которой газ давит изнутри на пробку или поршень, не превысит суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на пробку и силу трения пробки/поршня о стенки сосуда [10, 11, 12].

2. При изучении **изотермического расширения идеального газа** был получен набор значений давления и объема при фиксированной температуре T и известном количестве вещества ν. Необходимо подтвердить, что график зависимости $p(V)$ является гиперболой, проведя процедуру линеаризации зависимости, и определить универсальную газовую постоянную по экспериментальным данным.

Для ответа на вопрос требуется учесть, что линеаризовать зависимость $p(V)$ можно в координатах p от $1/V$. Тангенс угла наклона можно определить по графику функции $p(1/V)$ как

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{\Delta p}{\Delta(1/V)}. \tag{1}$$

В итоге

$$R = \frac{\operatorname{tg}\gamma}{\nu T}. \tag{2}$$

При устной беседе со студентами обращаем внимание на необходимость перевода величин, представленных на графиках, в систему СИ.

3. При изучении **изобарного расширения идеального газа** был получен набор значений объема и температуры для известного количества вещества ν. Предложите способ определения универсальной газовой постоянной по этим данным, считая, что известно давление в изобарном процессе p_1.

В соответствии с уравнением Менделеева–Клапейрона, тангенс угла наклона β прямой, построенной в координатах V, T, равен

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\nu R}{p_1}, \tag{3}$$

где ν — число молей, p_1 — давление в изобарном процессе. Поэтому, рассчитав тангенс угла наклона β для графика функции $V(T)$,

можно определить и значение универсальной газовой постоянной R при данном постоянном количестве воздуха как

$$R = \frac{p_1 \operatorname{tg}\beta}{\nu}. \quad (4)$$

4. При изучении **изохорного расширения идеального газа** получен набор значений для зависимости давления газа от температуры для известного количества вещества ν. Предложите способ определения универсальной газовой постоянной по этим данным. Считаем, что исходный объем воздуха V_1 известен.

В соответствии с уравнением Менделеева–Клапейрона тангенс угла наклона φ прямой, построенной в координатах p, T, равен

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\nu R}{V_1}, \quad (5)$$

Рассчитав $\operatorname{tg}\varphi$ для графика функции $p(T)$, можно определить также и значение универсальной газовой постоянной R при данном постоянном количестве воздуха, занимающего объем V_1 как

$$R = \frac{V_1 \operatorname{tg}\varphi}{\nu}. \quad (6)$$

5. При изучении процесса **изобарного расширения газа** был получен набор значений зависимости давления газа от температуры для известного количества вещества ν.

● Рассчитайте теоретическое значение термического коэффициента объемного расширения по формуле

$$\alpha_p = \alpha_V = \alpha = \frac{1}{273,15} \ (\mathrm{K}^{-1}).$$

● Рассчитайте объем воздуха V_0, соответствующий температуре $0\,^{\circ}\mathrm{C}$ по формуле $V_0 = \nu V_m$.

● Рассчитайте термический коэффициент объемного расширения.

При изобарном изменении состояния воздуха в шприце коэффициент $(dV/dT)_{p,\nu}$ соответствует тангенсу угла наклона β функции $V = V(T)$: $\operatorname{tg}\beta = (dV/dT)_{p,\nu}$. Поэтому, вычислив $\operatorname{tg}\beta$, можно рассчитать термический коэффициент объемного расширения как $\alpha_p = \operatorname{tg}\beta/V_0$, используя рассчитанное значение $\operatorname{tg}\beta$ для графика зависимости $V(T)$.

● Сравните полученный результат с теоретическим значением.

Аналогичные расчеты можно делать и для изохорного процесса.

6. При изучении **изотермического расширения газа** был получен набор значений давления и объема при фиксированной температуре T известного количества вещества ν. Необходимо проверить, как меняется энтропия в случае изотермического расширения газа, и определить универсальную газовую постоянную. Изменение энтропии ΔS для идеального газа, как известно, можно рассчитать

по формуле

$$\Delta S = \frac{m}{M} C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + \frac{m}{M} R \ln \frac{V_2}{V_1}. \quad (7)$$

Для ν молей идеального газа изменение энтропии в изотермическом процессе перехода из исходного состояния с объемом V_0 в состоянии с объемом V согласно (7) описывается выражением

$$S(V) - S(V_0) = R \frac{m}{M} \ln \frac{V}{V_0}. \quad (8)$$

График зависимости в координатах ΔS от $\ln(V/V_0)$, представляет собой прямую, тангенс угла наклона которой равен $R\nu$. При изотермическом процессе изменение энтропии идеального газа при расширении от начального объема V_0 до объема V согласно первому началу термодинамики связано только с работой газа:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T_0} \int_{V_0}^{V} p dV, \quad (9)$$

где T_0 — температура проведения изотермического процесса [12]. Поэтому, рассчитав работу газа, можно найти изменение энтропии. Построив график зависимости $p(V)$ и, используя специальные возможности программного обеспечения, можно определить работу как площадь криволинейной трапеции под графиком в координатах $p - V$ (рис. 4). По экспериментальным результатам обучающийся должен рассчитать ΔS_i для каждого изменения объема, построить график ΔS_i от $\ln(V_i/V_0)$ и проанализировать результат в соответствии с формулой (8).

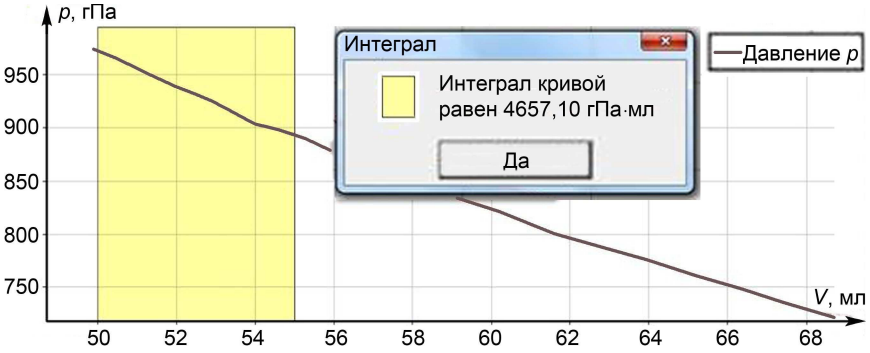


Рис. 4. Пример вычисления работы при изотермическом расширении газа с помощью возможностей программного обеспечения. В рабочем окне программы отображается значение совершенной газом работы (4657 гПа·мл = $4657 \cdot 10^{-4}$ Дж) при изменении объема от 50 до 55 мл

Полученная линейная зависимость ΔS_i от $\ln(V_i/V_0)$, не только подтвердит выполнение формулы (8), но и позволит рассчитать универсальную газовую постоянную или число молей газа. Можно обсуждать законы термодинамики, свойства энтропии, характер изменения энтропии, выводить формулу для расчета изменения энтропии идеального газа, границы применимости модели идеального газа.

Обработку экспериментальных зависимостей для всех заданий, требующих графического подхода, можно предложить выполнить разными способами: расчет коэффициента корреляции, применение метода наименьших квадратов, метода парных точек, определение тангенса угла наклона по линии тренда с использованием специальных программных средств.

Заключение

Комплексный подход к использованию возможностей лабораторной работы по молекулярной физике для реализации интегрированного учебного процесса является эффективным инструментом при преподавании физики. Индивидуализация процесса обучения позволяет сделать этот подход еще более эффективным, раскрывая потенциал обучающихся, показывая, как сочетается теория и эксперимент, развивая критическое мышление и исследовательские навыки, необходимые для формирования требуемых стандартом компетенций и будущей профессиональной деятельности. При формировании индивидуальных траекторий обучения реализуются возможности выбора разноуровневых экспериментальных заданий и задач, что позволяет обучающимся работать в собственном темпе, развивая навыки самостоятельной работы и самообразования.

Представленный материал демонстрирует одно из возможных направлений совершенствования лабораторного практикума. Дальнейшую работу в этом направлении предполагается сфокусировать на совершенствовании системы оценивания знаний студентов и расширении банка индивидуальных заданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017, № 926 (с изменениями 27.02.2023 г. № 208, от 19.07.2022 № 662, от 08.02.2021 № 83, от 26.11.2020 № 1456).
2. ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.02.2018 № 144 (с изменениями от 27.02.2023 г. № 208, от 19.07.2022 № 662, от 08.02.2021 № 83, от 26.11.2020 № 1456).
3. Кожевников Н. М. Демонстрационные эксперименты по общей физике: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2017. — 248 с.

4. Костарев С. В., Остроумова Ю. С., Ханин С. Д. Формирование в физическом практикуме умений конструктивного использования методологического ресурса моделирования // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 40. — М.: ИСРО РАО, 2024. — С. 22–24.
5. Смирнова Н. Н., Славинскайте А. А., Трусилин И. А. Физический лабораторный практикум с профессиональной направленностью // Наукосфера. — 2022. — № 7–2. — С. 31–35.
6. Казакова Е. Л., Сергеева О. В. Опыт организации занятий по физике в вузе на младших курсах // Инженерное образование. — 2024. — № 36. — С. 5–9.
7. Гребенев И. В., Казарин П. В., Чупрунов Е. В. Эксперимент при решении физической задачи // Учебная физика. — 2025. — № 1. — С. 56–65.
8. Майер В. В., Данилов И. Н. Экспериментальная проверка решения физической задачи // Учебная физика. — 2021. — № 3. — С. 11–19.
9. Гребенев И. В. Методическое значение экспериментирующего мышления // Учебная физика. — 2023. — № 1. — С. 45–54.
10. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. Физика. Механика. Молекулярная физика. — М.: Экзамен, 2021. — 239 с.
11. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. Физика. Электродинамика. Квантовая физика. Качественные задачи. — М.: Экзамен, 2021. — 350 с.
12. Кикоин А. К. Молекулярная физика / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — СПб.: Лань, 2007. — 480 с.

Петрозаводский государственный университет

Поступила в редакцию 23.10.25.