

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Академия реализации государственной политики и профессионального
развития работников образования Министерства просвещения Российской
Федерации»

Всероссийская лабораторная работа
«Универсалиум»

Методические материалы для учителей
естественно-научных дисциплин
(Физика)

Москва, 2021

Оглавление

Пояснительная записка	3
Материалы для детских технопарков «Кванториум»	7
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 5-8 классов	10
Рабочий лист для 5-8 классов	13
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 9-11 классов	20
Рабочий лист для 9-11 классов	24
Материалы для центров «Точка роста»	32
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 5-8 классов	35
Рабочий лист для 5-8 классов	39
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 9-11 классов	45
Рабочий лист для 9-11 классов	49

Пояснительная записка

Естественно-научные знания – важнейшее условие формирования научного мировоззрения, определяющий фактор социально-экономического и технического прогресса.

Великие научные открытия (и тесно связанные с ними технические изобретения) оказали колоссальное (и подчас совершенно неожиданное) воздействие на ход человеческой истории. Развитие теоретической механики в XVII веке позволило создать машинное производство; появление физики электричества, открытие электромагнитного поля послужило основой электротехники и радиотехники; с атомной физикой связано открытие способов высвобождения ядерной энергии; теория информации и информатика определили возможность становления информационного общества; молекулярной биологии мы обязаны пониманием основ жизни, природы наследственности.

Бурное развитие науки и техники определило рождение эпохи Просвещения, необходимость глобального процесса просвещения широких слоев населения данными естествознания и привело к крупнейшим мировоззренческим последствиям. Так, благодаря неутомимой борьбе французских просветителей XVII–XVIII столетий за естественно-научное просвещение начался процесс секуляризации общественного сознания во Франции.

Естественно-научное знание всегда опиралось на идею единства природы. Немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой физики, лауреат Нобелевской премии по физике Макс Планк писал в начале XX века, что это знание «имело перед собой в качестве идеала конечную, высшую задачу: объединить пестрое многообразие фактических явлений в единую систему, а если возможно, то в одну-единственную формулу».

Сегодня, в ситуации кризисного развития, набирающей обороты неопределенности, мы являемся свидетелями того, как новые технологии

становятся локомотивом развития естественно-научного знания. И если раньше специфичным содержанием научных открытий оперировали представители исключительно узкопрофессионального сообщества, то сегодня знания о некоторых из них, к примеру, связанных с высокотехнологичным здравоохранением, персонифицированной медициной, являются достоянием широких слоев общества.

Ставшие частью социальной реальности естественно-научные проблемы, научный форсайт в области естественных наук и качественные сдвиги в развитии высоких технологий рассматривают в качестве причин возросшей значимости естественно-научного образования. Нельзя не сказать, что естественно-научное образование – понятие относительное. Это обусловлено прежде всего тем, что содержание научного знания, составляющее основу образования, меняется, становясь все более сложным. Наука всегда в поиске, в развитии, она никогда не сможет достичь абсолютной истины.

Относительно недавно возникло понятие «естественно-научная грамотность», которое причинно связано с естественно-научным образованием и естественно-научным познанием. Естественно-научная грамотность – это востребованная характеристика личности, она раскрывается как умение критически осмысливать естественно-научные проблемы и занимать по ним активную гражданскую, то есть ответственную позицию. Естественно-научная грамотность индивида оценивается как необходимое условие его адаптации к цивилизации XXI века.

Рамка требований к естественно-научной грамотности индивида задана Международной программой по оценке образовательных достижений обучающихся разных стран (англ. Programme for International Student Assessment, PISA). Программа разработана Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в консорциуме с ведущими международными научными организациями и национальными центрами. Согласно программе, естественно-научная грамотность соотносится с такими компетенциями, как понимание особенностей естественно-научного

исследования, умение научно объяснять явления, интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов в контексте реальных жизненных ситуаций.

В условиях бурного развития наук и технологий развитие естественно-научной грамотности – одна из актуальных образовательных проблем, соразмерная новым вызовам. Современное общество предъявляет особые требования к качеству естественно-научного образования, к выпускникам школы в овладении естественно-научными знаниями для формирования естественно-научной грамотности.

Одной из востребованных компетенций в области естественно-научной грамотности является понимание особенностей естественно-научного исследования.

В разработанной Всероссийской лабораторной работе школьникам предложено пройти по следам открытий великого ученого М.В. Ломоносова, крупнейшего русского ученого-естествоиспытателя XVIII века. Выполняя работу, школьники идут по пути, который М.В. Ломоносов считал главным элементом в познании: «Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения – есть лучший всех способ к изысканию правды». Школьникам предлагают изучить умозаключения М.В. Ломоносова и проверить их достоверность, проведя соответствующие наблюдения, измерения, эксперименты, описания, анализ, сравнение на физических, химических, биологических объектах, процессах, явлениях.

Ценность предложенных заданий, адресованных школьникам разного возраста, заключается в том, что они позволяют оценить предложенные способы проведения исследований, интерпретировать результаты исследований, находить информацию в данных, подтверждающую выводы, сделать выводы по предложенным результатам исследования, оценить способы, которые используются для обеспечения надежности данных и достоверности объяснений, и др. При выполнении Всероссийской лабораторной работы существенное значение имеет применение

высокотехнологичного оборудования, которое позволяет школьникам уточнить многие результаты и выводы М.В. Ломоносова. Таким образом формируются и естественно-научные представления, и мировоззренческие воззрения о познаваемости природы и о том, что наука всегда находится в развитии.

Выполняя Всероссийскую лабораторную работу, школьники не просто проверяют достоверность полученных результатов, но и выявляют заблуждения великого ученого и их причины. Погружаясь в иную эпоху, учащиеся получают возможность оценить силу личности М.В. Ломоносова, особенности его исследовательского поиска, уникальность и энциклопедичность его знаний. Таким образом, при выполнении Всероссийской лабораторной работы возникает конвергенция естественно-научного и гуманитарного подходов, диалог естественно-научной и гуманитарной культур, взаимное обогащение разных способов постижения окружающего мира.

Желаем успехов школьникам в выполнении Всероссийской лабораторной работы!

Материалы для детских технопарков «Кванториум»

При проведении лабораторной работы достигаются следующие результаты.

1. Личностные результаты в части:

1.1. патриотического воспитания через знакомство с работами ученого-соотечественника, великого естествоиспытателя, признанного во всем мире, М.В. Ломоносовым, а также через осознание в процессе группового обсуждения значимости достижений его открытий как части отечественной науки в историческом контексте;

1.2. трудового воспитания посредством активного участия школьников в решении практических задач технологической направленности в процессе выполнения практической части лабораторной работы с применением специального оборудования.

2. Метапредметные (познавательные) результаты в части применения универсальных познавательных действий в решении практических задач:

2.1. базовые логические действия: выявлять и описывать существенные признаки объектов (явлений) при выполнении заданий №№1, 2; устанавливать существенные признаки для сравнения при выполнении всех заданий; выявлять закономерности и противоречия в процессе сопоставления опытов, описанных М.В. Ломоносовым, и собственных наблюдениях;

2.2. базовые исследовательские действия: в соответствии с особенностями организации лабораторной работы как последовательной проверки предположений обучающиеся учатся использовать вопросы как исследовательский инструмент и формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других, аргументировать свою позицию, мнение;

2.3. работа с информацией: лабораторная работа, особенно задание №3, построены таким образом, что способствуют развитию у обучающихся навыков работы с информацией разных типов (текст, таблица, схема,

показания приборов) с учетом предложенной учебной задачи и заданных критериев.

3. *Метапредметные (коммуникативные) результаты достигаются посредством того, что учителем в ходе лабораторной работы организуется обсуждение предположений, наблюдений и выводов обучающихся. Так, например, при выполнении заданий №№1,4 ориентированных на совместную деятельность обучающиеся учатся использовать преимущества командной работы при решении конкретной проблемы. При обсуждении результатов и рефлексии участники лабораторной работы учатся сравнивать результаты с исходной задачей и оценивать вклад каждого члена команды в достижение результатов.*

4. *Метапредметные (регулятивные) результаты достигаются за счет хода работы, спланированного таким образом, что от обучающихся требуется максимальная самоорганизация и самоконтроль, поскольку, согласно инструкции, учитель вмешивается только в ситуациях, связанных с нарушением техники безопасности.*

5. *Предметные результаты* данной лабораторной работы заключаются в:

5.1. интеграции имеющихся у обучающихся представлений о познаваемости явлений природы посредством эксперимента и наблюдения, а также об эволюции физических знаний с XVIII века и о вкладе российских ученых-физиков;

5.2. обучающиеся уточняют свои знания о физической сущности явлений природы (механических, тепловых) и учатся на практике применять умение различения явлений по описанию их характерных свойств (при работе с цитатами из работ М.В. Ломоносова) и на основе собственных опытов;

5.3. у обучающихся посредством использования в ходе работы различных приборов (механических и цифровых) формируется умение проводить прямые и косвенные измерения физических величин;

5.4. в ходе проведения лабораторной работы обучающиеся овладевают основами методов научного познания с учетом соблюдения правил

безопасного труда: через проведение учебного исследования под руководством учителя (понимать задачи исследования, применять методы исследования, соответствующие поставленной цели, осуществлять в соответствии с планом собственную деятельность и совместную деятельность в группе, следить за выполнением плана действий и корректировать его).

Лабораторная работа по физике для 5-8 классов

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 5¹-8 классов²

Для проведения лабораторной работы потребуется оборудование:

1. цифровая лаборатория Releon с датчиком абсолютного давления 10 кПа;
2. мерный цилиндр;
3. трубка;
4. линейка;
5. два измерительных стакана по 500 мл;
6. вода;
7. насыщенный раствор соли;
8. линейка;
9. динамометр;
10. цифровые весы;
11. штатив с муфтой и лапкой;
12. калькулятор;
13. компьютер с проектором (большой экран, панель).

Ход работы

1. Вводная часть. Правила поведения в детском технопарке «Кванториум». Инструктаж по технике безопасности.

2. Учитель раздает рабочие листы и обращает внимание обучающихся, что перед проведением опыта необходимо проанализировать ход лабораторной работы.

¹ Допустимо, что обучающиеся 5-6 классов могут выполнять только отдельные задания, которые их уровень знаний позволяет сделать. В этом случае данные лабораторные работы можно рассматривать, как некоторую пропедевтику школьного курса физики.

² С учетом индивидуальных особенностей обучающихся, возможностей материально-технической базы и педагогической целесообразности педагог может вносить в сценарий необходимые корректировки, не изменяя сути работы и порядка следования опытов.

3. При сборе установок для проведения лабораторной работы не рекомендуется вмешиваться в действия обучающихся, если они не противоречат правилам техники безопасности.

4. Учитель обращает внимание обучающихся на то, что необходимо фиксировать данные приборов в таблице или ином пространстве рабочего листа.

5. Учитель предлагает определить давление в жидкости (задания 1 и 2 в рабочем листе). Учителю нужно обратить внимание обучающихся на то, что на каждом из этапов работы необходимо прочитать высказывания М.В. Ломоносова, проверить их на практике и сравнить полученные результаты с выводами ученого.

6. Для удобства сравнения выводов и дальнейшего обсуждения учителю целесообразно использовать интерактивную доску (либо вывести на экран заранее заготовленный слайд с цитатами М.В. Ломоносова), на которой зафиксировать ключевые тезисы М.В. Ломоносова, основываясь на анализе предложенных отрывков, и основные наблюдения, которые зафиксированы обучающимися, а затем построить на них графические связи. Задача учителя на данном этапе предложить обучающимся формат, минимально вмешиваясь в содержание.

7. При возникновении технических трудностей при выполнении заданий 1-2 допускается, что учитель берет на себя функцию демонстрации опыта, однако в данной ситуации учителю не рекомендуется высказывать какие-то гипотезы или озвучивать какие-либо выводы.

8. Перед тем как перейти к заданию 3, учитель обсуждает с обучающимися предварительные результаты выполненных заданий.

9. На этапе перехода к заданию 3 учитель обращает внимание обучающихся на то, что задание рабочего листа теоретическое и в нем требуется проанализировать высказывание и табличные данные, а после анализа дополнить суждение автора своими выводами. При обнаружении

затруднений учитель может задавать наводящие вопросы или перефразировать вопросы заданий, используя синонимы.

10. По завершении работы над заданием учитель обсуждает с обучающимися полученные результаты: помимо непосредственного проговаривания выводит на экран бланк рабочего листа и предлагает обучающимся совместно заполнить его, дополняя и уточняя выводы друг друга. Важно, что если на этом этапе учитель вносит свои дополнения и/или исправления³, то они должны быть объяснены обучающимся.

11. Следующий этап работы направлен не только на проверку утверждений М.В. Ломоносова и копирование его опыта, но и на выдвижение собственной гипотезы, поэтому до начала опыта учитель предлагает обучающимся проанализировать текст и высказать гипотезу о том, какое условие для описанного эксперимента можно было бы добавить к суждению М.В. Ломоносова. Сформулированная гипотеза обязательно фиксируется обучающимися на листе и/или на доске⁴.

12. После проведения соответствующего эксперимента и сравнения результатов эксперимента учитель предлагает обучающимся сформулировать вывод и организует обсуждение этого вывода в сопоставлении с гипотезой.

13. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его, уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую ошибку.

14. Совместно с обучающимися учитель подводит итоги лабораторной работы и обсуждает полученные выводы.

15. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, использует таблицу «знаю-умею-могу»⁵).

³ Обратите внимание, что рекомендуется исправлять орфографические и грамматические ошибки в специальных терминах.

⁴ Для высокомотивированных обучающихся или обучающихся, для которых важен элемент загадки или игры, можно прикрыть написанную гипотезу листом бумаги.

⁵ Если учитель использует формализованный формат рефлексии, то необходимо заготовить материал по числу участников заблаговременно.

Лабораторная работа по физике для 5⁶-8 классов

Рабочий лист

ФИО _____

Школа _____

Класс _____

Правила работы:

- внимательно читайте задания, используйте материалы к уроку, ответы и решения оформляйте письменно;
- при необходимости задавайте педагогу вопросы с целью получения необходимых сведений и данных.

1. Экспериментально проверьте высказывание М.В. Ломоносова:

«Жидкая материя, которая пропорционально легче, давит и движет другую жидкую материя, которая оной пропорционально тяжеле».

Ход работы



1. Изучите основные сведения.
2. Соберите экспериментальную установку по рисунку.
3. Подключите датчик давления.
4. Запустите программу для измерений Releon Lite. Выберите для датчика давления диапазон

⁶ Допустимо, что обучающиеся 5-6 классов могут выполнять только отдельные задания, которые их уровень знаний позволяет сделать. В этом случае данные лабораторные работы можно рассматривать, как некоторую пропедевтику школьного курса физики

«Па». Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.

5. Заполните мерный цилиндр водой.

6. Запишите показания датчика давления в таблицу.

№ п/п	Давление по датчику p, Па	Плотность жидкости ρ, кг/м³	Высота от конца трубки до поверхности жидкости h, м	Расчетное давление p, Па

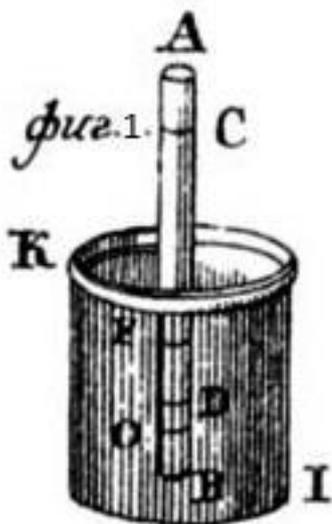
7. Измерьте глубину, на которую погружена трубка. Рассчитайте гидростатическое давление по формуле $p = \rho gh$. Результаты запишите в таблицу.

8. Повторите п. 6 и 7, погрузив трубку в мерный цилиндр на другую глубину. Сделайте вывод и сопоставьте его с выводом М.В. Ломоносова. Какие выводы непосредственно следуют из эксперимента, а какие нет?

«Нет никакого сомнения, что жидкую материю держит налитая в сосуд жидкая материя. Откуда следует: 1) что жидкие тела тою же силою давят кверху, которою книзу, 2) тело не может другого подвинуть, если само не будет в движении; следовательно, части жидких тел беспрестанно движутся; 3) часть жидкой материи входит без убавления воздуха, следовательно, воздух сжимает. Откуда видно, что жидкие тела тою же силою давят в сторону, которою жмут кверху и книзу; следовательно, во все стороны равною силою действуют».

2. Михаил Васильевич Ломоносов много экспериментировал в области гидростатики и, в частности, изучал факторы, влияющие на давление в жидкости. Прочитайте его высказывание, сделайте соответствующий эксперимент и объясните результат. Сделайте вывод о совпадении теории ученого с вашими данными.

«Ежели стеклянную трубку АВ [фиг. 1] воткнуть в кислоту по С и, палец приложив к концу В, оную вытянуть так, чтобы вода из отверстия А не вытекла, и, вскоре палец приложив к тому ж концу А, обернуть и в воду, влитую в сосуд КІ, воткнуть другим концом В, то вода будет в АС стоять на одном месте, ежели часть погруженная DV равна части АС; опустится к В, ежели ОВ меньше, нежели АС; выскочит из А, ежели FВ больше, нежели АС. А когда в АС будет ртуть, часть погруженная DV должна быть в первом случае к СА, как 14 к 1; во втором ОВ в меньшей, в третьем FВ в большей пропорции».



Ход работы

1. Соберите установку, как показано на фотографии.

2. Подключите датчик давления к USB-разъемам мобильного планшета или компьютера.
3. Запустите программу измерений Releon Lite. Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.
4. Запишите показания датчика давления в таблицу.
5. Измерьте глубину, на которую погружена трубка.
6. Рассчитайте давление по формуле $p = \rho gh$. Результаты запишите в таблицу.
7. Повторите пункты 1–6 для насыщенного раствора соли.



Жидкость	Номер опыта	Высота от конца трубки до поверхности жидкости h , м	Расчетное давление p , Па	Давление по датчику p , Па
Вода, $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	1			
Насыщенный раствор соли, $\rho=1050 \text{ кг/м}^3$	2			

3. Прочитайте высказывание М.В. Ломоносова:

«Камень кубической фигуры, величиною в один дюйм, на конском волосу, который ту же пропорциональную тягость с водою имеет, или, буде за мелочью не гоняться, на шелчинке повесив и на воздухе с гирьками в равновесие поставив, погрузи в воду, в кислоту или в какую-нибудь другую жидкую материю, тогда увидишь, что он по разной тягости жидкой материи часть своего весу потеряет; то есть в воде больше, нежели в кислоте, для того что сия оной легче».

Проанализируйте таблицу 1 и выберите необходимые элементы для проведения эксперимента, проверяющего высказывание М.В. Ломоносова, приведенное в начале задания.

Таблица 1

Погружаемое тело	Форма тела	Высота	Жидкость
Природный камень	куб	1 см	вода
Стальной цилиндр	куб	1 см	бензин
Природный камень	цилиндр	5 см	молоко
Стальной цилиндр	цилиндр	5 см	ртуть

Как бы изменился подбор материалов для эксперимента, если бы нужно было проверить следующее высказывание:

«...отсюда явствует, что жидкое тело противится твердому по его величине, и для того не дивно, что вместо кубического камня кубичный кус свинцу или какого-нибудь другого тела, бóльшую пропорциональную тягость имеющего, нежели жидкое тело, столько же тягости в нем теряет, ежели будет величиною равен каменному»?

4. Проанализируйте текст и скажите, какое условие для описанного эксперимента можно было бы добавить к суждению М.В. Ломоносова. Проведите соответствующий эксперимент, чтобы проверить свою догадку.

«Шарики той же величины, но разной пропорциональной тяжести, например, каменный и из красного воску сделанный, разную скоростью опускаются, то есть тот, который тяжелее, скорее, нежели тот, который легче; а которые ту же тяжесть с водою имеют, везде останавливаются, например, как шар, из воску сделанный, и прибавлением железа или иного тела, которое тяжелее, с водою в одну пропорциональную тяжесть приведенный».

Ход работы

1. Тело подвесьте к крючку динамометра с помощью нитяной петли и определите его вес P_0 в воздухе.
2. Налейте в сосуд воду комнатной температуры. Измерьте температуру воды.
3. Погрузите тело в воду, определите его вес P_1 в воде и вычислите выталкивающую силу F_A , действующую при погружении тела в воду, по формуле: $F_A = P_0 - P_1$.
4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

P_0 , Н	P_1 , Н	F_A , Н	Температура воды

5. Вылейте из сосуда воду комнатной температуры и залейте горячую.
6. Измерьте температуру жидкости.
7. Снова определите выталкивающую силу, действующую на то же тело. Данные запишите в таблицу.
8. Сравните результаты выталкивающих сил, действующих на тело.

9. Исходя из результатов эксперимента, напишите, как бы вы могли дополнить высказывание М.В. Ломоносова, приведенное в начале задания.

Лабораторная работа по физике для 9-11 классов

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 9-11 классов⁷

Для проведения лабораторной работы потребуется оборудование:

1. цифровая лаборатория Releon с датчиками температуры;
2. две доски;
3. цифровые весы;
4. линейка;
5. металлический цилиндр на нити;
6. калориметр;
7. электронные весы;
8. 3 мерных сосуда для воды;
9. электрочайник;
10. лед;
11. штатив с муфтой и лапкой;
12. калькулятор;
13. компьютер с проектором.

Ход работы

1. Вводная часть. Правила поведения в детском технопарке «Кванториум». Инструктаж по технике безопасности.

2. Учитель раздает рабочие листы и обращает внимание обучающихся, что перед проведением опыта необходимо проанализировать ход лабораторной работы.

⁷ С учетом индивидуальных особенностей обучающихся, возможностей материально-технической базы и педагогической целесообразности педагог может вносить в сценарий необходимые корректировки, не изменяя сути работы и порядка следования опытов

3. При сборе установок для проведения лабораторной работы не рекомендуется вмешиваться в действия обучающихся, если они не противоречат правилам техники безопасности.

4. Учитель обращает внимание обучающихся на то, что необходимо фиксировать данные приборов в таблице или ином пространстве рабочего листа.

5. Учитель предлагает⁸ определить количество теплоты при трении в 1 задании рабочего листа и воды во 2 задании. Учителю нужно обратить внимание обучающихся на то, что на каждом из этапов работы необходимо прочитать высказывания М.В. Ломоносова, проверить их на практике и сравнить полученные результаты с выводами ученого.

6. Для удобства сравнения выводов и дальнейшего обсуждения целесообразно использовать доску, на которой зафиксировать ключевые тезисы М.В. Ломоносова, основываясь на анализе предложенных отрывков, и основные наблюдения, которые зафиксированы обучающимися, а затем построить на них графические связи. Задача учителя на данном этапе предложить обучающимся формат, минимально вмешиваясь в содержание.

7. В рабочем листе большая часть заданий ориентирована на проверку того или иного утверждения М.В. Ломоносова, поэтому задача учителя непосредственно до начала опыта предложить обучающимся сформулировать свое предположение, зафиксировать его на доске или на листе, а только после этого приступить к проведению опыта.

8. После получения обучающимися непосредственных результатов опыта (измерений) учитель просит обучающихся объяснить полученный результат, опираясь на фоновые и актуальные знания, а также на предыдущий

⁸ При необходимости учитель может использовать речевые паттерны, представленные на рабочих листах, но не рекомендуется зачитывать цитаты, с которыми обучающимся предстоит работать. Например: учитель может начать вводную часть задания так «В XVIII веке развитию физики способствовали рост систематических исследований, увеличение количества публикаций и переписка ученых друг с другом. Одним из основных направлений стала наука о теплоте, в изучении которой оставил существенный след Михаил Васильевич Ломоносов, с выдержками из работ которого нам предстоит сегодня работать».

опыт и только потом переходи к этапу сравнения объяснений с выводом М.В. Ломоносова.

Если на данном этапе у обучающихся возникают затруднения с объяснением и обсуждением результатов, то учитель может использовать следующий речевой паттерн: «Это высказывание сегодня выглядит несколько странно, но в те времена оно было революционным. Его целью было опровергнуть царившую на тот момент гипотезу о распространении тепла с помощью некоего теплорода. Считалось, что, когда теплород втекает в тело, его температура увеличивается, а когда вытекает – уменьшается».

9. Следующее задание направлено на сравнение, поэтому перед его выполнением учителю важно подготовить пространство на доске для фиксации результатов сравнения.

10. Перед началом выполнения задания 2 учитель может использовать следующий речевой паттерн: «Ломоносов провел множество экспериментов, опровергая теорию теплорода. Свои идеи он развивал и публиковал в различных сборниках, в частности в работе «О опытах над чувственными свойствами тел». Либо в зависимости от уровня обучающихся предложить им самостоятельно ознакомиться с экспериментом, приведенным в виде цитаты из работы «О опытах над чувственными свойствами тел».

11. Как и в предыдущем задании важно, чтобы учитель стимулировал фиксацию предположений обучающихся до начала эксперимента, фиксацию полученных результатов, а потом их сравнение с выводами ученого.

12. Учителю при выполнении задания 2 важно не только наблюдать за работой обучающихся, но и обращать их внимание на то, что следует выполнять шаги лабораторной работы последовательно, отмечая в рабочем листе, выполненные пункты.

13. По завершении работы над заданием учитель обсуждает с обучающимися полученные результаты: помимо непосредственного проговаривания учитель выводит на экран бланк рабочего листа и предлагает обучающимся совместно заполнить его, дополняя и уточняя выводы друг

друга. Важно, что если на этом этапе учитель вносит свои дополнения и/или исправления⁹, то они должны быть объяснены обучающимся.

14. Задание № 3 рабочего листа теоретическое, поэтому до начала опыта учитель предлагает обучающимся проанализировать текст и высказать гипотезу о том, какое условие для описанного эксперимента можно было бы добавить к суждению М.В. Ломоносова. Сформулированная гипотеза обязательно фиксируется обучающимися на листе и/или на доске¹⁰.

15. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую.

16. Задание №4 опытно-экспериментальное, поэтому учитель предлагает проанализировать соответствующую цитату, сформулировать собственную гипотезу, а только затем проделать опыт.

17. После проведения соответствующего эксперимента и сравнения результатов эксперимента учитель предлагает обучающимся сформулировать вывод и организует обсуждение этого вывода в сопоставлении с гипотезой.

18. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую.

19. Совместно с обучающимися учитель подводит итоги лабораторной работы и обсуждает полученные выводы.

20. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, использует таблицу «знаю-умею-могу»).

⁹ Обратите внимание, что рекомендуется исправлять орфографические и грамматические ошибки в специальных терминах.

¹⁰ Для высокомотивированных обучающихся или обучающихся, для которых важен элемент загадки или игры, можно прикрыть написанную гипотезу листом бумаги.

Лабораторная работа по физике для 9-11 классов

Рабочий лист

ФИО _____

Школа _____

Класс _____

Правила работы:

- внимательно читайте задания, используйте материалы к уроку, ответы и решения оформляйте письменно;
- при необходимости задавайте педагогу вопросы с целью получения необходимых сведений и данных.

1. В XVIII веке развитию физики способствовали рост систематических исследований, увеличение количества публикаций и переписка ученых друг с другом. Одним из основных направлений стала наука о теплоте, в изучении которой оставил существенный след Михаил Васильевич Ломоносов. Ниже приведено его высказывание:

«Сие очень известно, что твердые тела нагреваются, когда одно о другое будет терто; однако между редкими опытами сие почитается, ежели железо чрез особливое искусство так ковано будет, чтобы молоты по нем били вкось, как кремнем из огнива огонь высекают; ибо тогда железо докрасна раскаляется».

Проверьте это высказывание.

Ход работы

1. Соберите установку, как показано на рисунке. Одну доску закрепите на столе. Сверху наложите вторую доску.

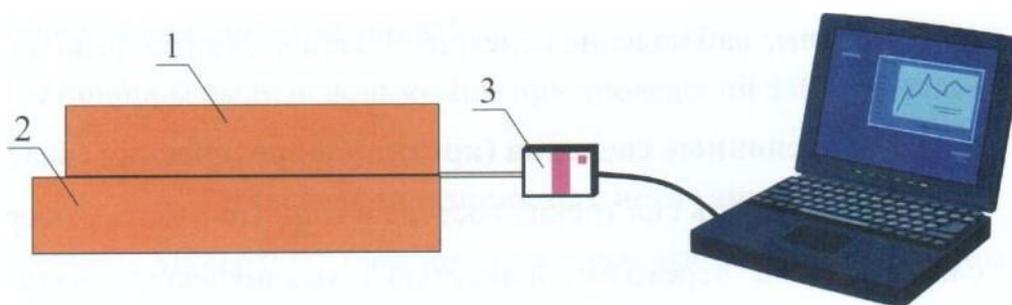


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 — верхняя доска, 2 — закрепленная доска, 3 — датчик температуры.

2. Подключите датчик температуры к USB-разъемам мобильного планшета или компьютера.
3. Запустите программу измерений Releon Lite. Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.
4. Прижимая верхнюю доску к нижней, перемещайте ее влево и вправо в течение нескольких минут.
5. По показаниям датчика убедитесь в нагреве трущихся поверхностей.
6. Объясните результат.

-
7. Сравните свое объяснение с выводом Ломоносова:

«Отсюда явно быть кажется, что в сих случаях не иным каким образом теплота рождается, как только что огненная стихия, в телах сокровенная, в движение приведена бывает. И чрез сии опыты явствует, что во всяком теле есть некоторое количество огненных стихии, по оному рассыпанныя».

Это высказывание сегодня выглядит несколько странно, но в те времена оно было революционным. Его целью было опровергнуть царившую на тот момент гипотезу о распространении тепла с помощью некоего теплорода. Считалось, что, когда теплород втекает в тело, его температура увеличивается, а когда вытекает – уменьшается.

3. Ломоносов провел множество экспериментов, опровергая теорию теплорода. Свои идеи он развивал и публиковал в различных сборниках, в частности в работе «О опытах над чувственными свойствами тел».

Ознакомьтесь с экспериментом, приведенным в данном издании:

«Ежели термометр в холодную воду поставишь и к тому теплой прильешь, ртуть в термометре выше взойдет, тем показывая, что теплота с холодною водою тотчас сообщается. Ежели, напротив того, термометр в теплую воду поставишь и к тому холодной прильешь, тогда, опустившись, кажет, как и прежде, что теплота с холодною водою соединяется и теплая вода становится холодная. То же в обоих случаях бывает, когда горячий камень в холодную или холодный в горячую воду опущен будет. Из чего явствует, что стужа есть недостаток теплоты, о чем свидетельствует и повседневное искусство».

Проведите аналогичный эксперимент, подтвердите или опровергните вывод ученого.

Ход работы

1. Соберите экспериментальную установку аналогично рис. 2.

Для этого налейте 100 мл холодной воды в калориметр и поместите в воду щуп. Подсоедините его к мультидатчику, а мультидатчик подключите к компьютеру.



Рис. 2. Схема установки.

2. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите датчик температуры жидкости и газа.
3. Нажмите кнопку «Пуск».
4. Дождитесь, когда график выровняется и температура станет постоянной (рис. 3).



Рис. 3. График зависимости температуры воды от времени.

5. Запишите значения температуры и объема холодной воды в таблицу.

Объем г. в. V_1 , мл	Объем х. в. V_2 , мл	Начальная температура г. в. t_1 , °C	Начальная температура х. в. t_2 , °C	Температура смеси t_k , °C
Масса г. в. m_1 , кг	Масса х. в. m_2 , кг	Количество теплоты Q_1 , Дж	Количество теплоты Q_2 , Дж	Соотношение между Q_1 и Q_2

6. Налейте в стакан 100 мл горячей воды и поместите туда щуп.
7. Когда график выровняется и температура станет постоянной (см. рис. 3), запишите значения температуры и объема горячей воды в таблицу.
8. Перелейте горячую воду к холодной, находящейся в калориметре, и поместите туда щуп. Для того чтобы ускорить процесс теплообмена, можно размешать жидкости датчиком температуры.
9. Зафиксируйте значение температуры полученной смеси так же, как для горячей и холодной воды. Запишите его в таблицу.
10. Рассчитайте массу холодной и горячей воды. Запишите результаты вычислений в таблицу.
11. Рассчитайте количество теплоты Q_1 , отданное горячей водой. Удельная теплоемкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Запишите результат вычисления в таблицу.
12. Рассчитайте количество теплоты Q_2 , полученное холодной водой.
13. Сравните количество теплоты, отданное горячей водой, с количеством теплоты, полученным холодной водой.
14. Запишите уравнение теплового баланса. Сравните результаты экспериментов и сформулируйте выводы.

4. Ученые того времени охотно публиковали не только результаты своих исследований, но и методику проведения экспериментов. Ниже приводится

совет М.В. Ломоносова о том, какой прибор лучше использовать при изучении тепловых свойств вещества.

«Для опытов о теплоте хорошо употреблять термометр [фиг. 1], который состоит из воздуха и ртути, ABCDE. Часть шара AB наполнена воздухом, а другая его часть с частью трубки BCDF — ртутью. Ежели шар AB в кипяток поставишь, то увидишь, что кипячая вода определенную степень теплоты в себя принимает, выше которой она иметь не может, для того что ртуть во все то время, когда вода кипит, стоит в G неподвижно, в котором она стала с самого начала. Вместо воды можно употребить другие жидкие материи. Откуда явно будет, что самый большой степень теплоты не во всякой материи равен, например, концентрированная кислота скорее вскипит, нежели вода».



Слева представлен прибор, который описывал ученый. Справа результаты эксперимента, который группа современных исследователей провела в честь юбилея нашего великого соотечественника. Проанализируйте таблицу, сравните со словами М.В. Ломоносова, приведенными выше, и сделайте вывод, что он не учел в своих рассуждениях.

5. Перед вами еще одна цитата М.В. Ломоносова:

«Бывает, что теплота из воды в снег переходит, от чего он тает, а вода мерзнет. Откуда следует, что жидкость воды зависит от рассыпанной по ней теплоты, а лед от недостатку оного рождается, ибо коль скоро отнята будет жидкости причина, толь скоро и жидкость перестанет».

Попробуйте определить, какая энергия требуется, чтобы растопить лед.

Ход работы

1. Соберите установку, как показано на рисунке.
2. Подключите датчик температуры к USB-разъемам мобильного планшета или компьютера.
3. Запустите программу измерений Releon Lite. Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.
4. Во внутренний сосуд калориметра налейте 100–150 см³ воды (V_B).
5. Измерьте начальную температуру воды t_B .
6. Возьмите небольшой кусочек льда m_L , взвесьте его и опустите в воду. Когда весь лед расплавится, отметьте самую низкую установившуюся температуру $t_{кон}$.
7. Вычислите массу горячей воды $m_B = \rho_B V_B$.
8. Используя данные опыта, определите удельную теплоту плавления льда по формуле:



$$\lambda = C_B \frac{m_B(t_B - t_{кон}) - m_L(t_{кон} - t_L)}{m_L}$$

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

V_B	t_B	m_L	t_L	$t_{\text{кон}}$	ρ_B	m_B	c_B	$\lambda_{\text{изм}}$	$\lambda_{\text{таб}}$
м^3	$^{\circ}\text{C}$	кг	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{кг}/\text{м}^3$	кг	кДж/кг*К	кДж/кг	кДж/кг
					1000		4,19		335

10. Сделайте вывод и сравните его с высказыванием М.В. Ломоносова, представленным в начале задания.

Материалы для центров «Точка роста»

При проведении лабораторной работы достигаются следующие результаты.

1. *Личностные результаты* в части:

1.1. патриотического воспитания через знакомство с работами ученого-соотечественника, великого естествоиспытателя, признанного во всем мире, М.В. Ломоносовым, а также через осознание в процессе группового обсуждения значимости достижений его открытий как части отечественной науки в историческом контексте;

1.2. трудового воспитания посредством активного участия школьников в решении практических задач технологической направленности в процессе выполнения практической части лабораторной работы с применением специального оборудования;

2. *Метапредметные (познавательные) результаты* в части применения универсальных познавательных действий в решении практических задач:

2.1. базовые логические действия: выявлять и описывать существенные признаки объектов (явлений) при выполнении заданий №№1, 2; устанавливать существенные признаки для сравнения при выполнении всех заданий; выявлять закономерности и противоречия в процессе сопоставления опытов, описанных М.В. Ломоносовым, и собственных наблюдениях.;

2.2. базовые исследовательские действия: в соответствии с особенностями организации лабораторной работы как последовательной проверки предположений обучающиеся учатся использовать вопросы как исследовательский инструмент и формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других, аргументировать свою позицию, мнение.

2.3. работа с информацией: лабораторная работа, особенно задание №3, построены таким образом, что способствуют развитию у обучающихся навыков работы с информацией разных типов (текст, таблица, схема,

показания приборов) с учетом предложенной учебной задачи и заданных критериев;

3. *Метапредметные (коммуникативные) результаты достигаются посредством того, что учителем в ходе лабораторной работы организуется обсуждение предположений, наблюдений и выводов обучающихся. Так, например, при выполнении заданий №№1,4 ориентированных на совместную деятельность обучающиеся учатся использовать преимущества командной работы при решении конкретной проблемы. При обсуждении результатов и рефлексии участники лабораторной работы учатся сравнивать результаты с исходной задачей и оценивать вклад каждого члена команды в достижение результатов.*

4. *Метапредметные (регулятивные) результаты достигаются за счет хода работы спланированного таким образом, что от обучающихся требуется максимальная самоорганизация и самоконтроль, поскольку, согласно инструкции, учитель вмешивается только в ситуациях, связанных с нарушением техники безопасности.*

5. *Предметные результаты* данной лабораторной работы заключаются в:

5.1. интеграции имеющихся у обучающихся представлений о познаваемости явлений природы посредством эксперимента и наблюдения, а также об эволюции физических знаний с XVIII века и о вкладе российских ученых-физиков;

5.2. обучающиеся уточняют свои знания о физической сущности явлений природы (механических, тепловых) и учатся на практике применять умение различения явлений по описанию их характерных свойств (при работе с цитатами из работ М.В. Ломоносова) и на основе собственных опытов;

5.3. у обучающихся посредством использования в ходе работы различных приборов (механических и цифровых) формируется умение проводить прямые и косвенные измерения физических величин;

5.4. в ходе проведения лабораторной работы, обучающиеся овладевают основами методов научного познания с учетом соблюдения правил

безопасного труда: через проведение учебного исследования под руководством учителя (понимать задачи исследования, применять методы исследования, соответствующие поставленной цели, осуществлять в соответствии с планом собственную деятельность и совместную деятельность в группе, следить за выполнением плана действий и корректировать его).

Лабораторная работа по физике для 5¹¹-8 классов¹²

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 5-8 классов

Для проведения лабораторной работы потребуется следующее оборудование и материалы:

1. сообщающийся сосуд;
2. подсолнечное масло не более 100 граммов;
3. цифровые весы;
4. измерительный цилиндр;
5. сосуд для жидкости;
6. два тела разного объема;
7. динамометр;
8. мензурка;
9. мерный цилиндр;
10. вода и насыщенный раствор соли;
11. линейка;
12. штатив с муфтой и лапкой;
13. калькулятор.

Ход работы

1. Вводная часть. Правила поведения в центре «Точка роста». Инструктаж по технике безопасности.
2. Учитель раздает рабочие листы и обращает внимание обучающихся, что перед проведением опыта необходимо проанализировать ход лабораторной работы.

¹¹ Допустимо, что обучающиеся 5-6 классов могут выполнять только отдельные задания, которые их уровень знаний позволяет сделать. В этом случае данные лабораторные работы можно рассматривать, как некоторую пропедевтику школьного курса физики

¹² С учетом индивидуальных особенностей обучающихся, возможностей материально-технической базы и педагогической целесообразности педагог может вносить в сценарий необходимые корректировки, не изменяя сути работы и порядка следования опытов

3. При сборе установок для проведения лабораторной работы не рекомендуется вмешиваться в действия обучающихся, если они не противоречат правилам техники безопасности.

4. Учитель обращает внимание обучающихся на то, что необходимо фиксировать данные приборов в таблице или ином пространстве рабочего листа.

5. Учитель предлагает определить плотность жидкости в сообщающихся сосудах (задания 1 и 2 в рабочем листе). Учителю нужно обратить внимание обучающихся на то, что на каждом из этапов работы необходимо прочитать высказывания М.В. Ломоносова, проверить их на практике и сравнить полученные результаты с выводами ученого.

6. Для удобства сравнения выводов и дальнейшего обсуждения учителю целесообразно использовать доску, на которой зафиксировать ключевые тезисы М.В. Ломоносова, основываясь на анализе предложенных отрывков, и основные наблюдения, которые зафиксированы обучающимися, а затем построить на них графические связи. Задача учителя на данном этапе предложить обучающимся формат, минимально вмешиваясь в содержание.

7. При выполнении возникновении технических трудностей при выполнении заданий 1-2 допускается, что учитель берет на себя функцию демонстрации опыта, однако в данной ситуации учителю не рекомендуется высказывать какие-то гипотезы или озвучивать какие-либо выводы.

8. В задании 1 цель обучающихся заключается в определении закономерности распределения жидкостей в сообщающихся сосудах посредством экспериментальной проверки тезиса М.В. Ломоносова, поэтому учитель на данном этапе организует формулирование гипотезы (предположения, которое подлежит проверке) и ее фиксацию и только после этого обучающиеся начинают опыт.

По окончании опыта учитель обсуждает с обучающимися полученные результаты, затем выводит на доску высказывание М.В. Ломоносова, которое обучающиеся обсуждают с позиции полученного результата. Учитель

обращает внимание обучающихся на то, что необходимо фиксировать результаты лабораторной работы в рабочем листе.

9. В задании 2 обучающимся необходимо выяснить условия плавания тел в зависимости от плотности жидкости. Алгоритм действий учителя аналогичен действиям в предыдущем задании. Важно отметить, что при выполнении данного или аналогичного по структуре задания учитель может использовать речевые паттерны¹³, но не рекомендуется зачитывать обучающимся тексты цитат или шаги лабораторной работы.

Учитель обсуждает с обучающимися результаты наблюдения и только после этого организует обсуждение сравнения полученных результатов с выводом естествоиспытателя.

10. В связи с тем, что задание 3 теоретическое и в нем требуется проанализировать высказывание и табличные данные и дополнить суждение автора своими соображениями, учитель сначала готовит пространство доски для заметок, а затем выстраивает работу группы по алгоритму: прочитайте высказывание М.В. Ломоносова; проанализируйте таблицу и выберите необходимые элементы для проведения эксперимента, проверяющего высказывание М.В. Ломоносова, приведенное в начале задания; подумайте, как изменился бы подбор материалов для эксперимента, если бы нужно было проверить другое высказывание.

По завершении самостоятельной работы обучающихся над заданием учитель организует совместное обсуждение, на котором в формате мозгового штурма обучающиеся накидывают варианты решения, а потом оценивают их соответствие имеющимся данным и фоновым знаниям.

11. Задание 4 направлено на определение выталкивающей силы и условий, на нее влияющих. Учитель предлагает обучающимся проанализировать высказывание М.В. Ломоносова и предположить какое

¹³ Слова учителя: «Ломоносов много экспериментировал в области гидростатики, в частности изучал вопросы плавания тел. Прочитайте его высказывание, проделайте соответствующий эксперимент, объясните результат и сделайте вывод о совпадении теории ученого с вашими данными».

условие для описанного эксперимента можно было бы добавить. Затем фиксирует выдвинутые предположения в формулировке гипотез и предлагает обучающимся экспериментальным путем их проверить.

По завершении эксперимента учитель предлагает обучающимся вернуться к гипотезе и подтвердить ее либо опровергнуть.

Затем обсуждает с обучающимися варианты уточнения высказывания М.В. Ломоносова (для этого рекомендуется вывести высказывание на доску, чтобы обучающиеся могли вносить коррективы непосредственно в тексте) и предлагает проверить эти уточнения экспериментальным путем.

12. По завершении эксперимента учитель предлагает обучающимся вернуться к уточнениям в тексте цитаты и либо подтвердить их, либо опровергнуть. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую.

13. Совместно с обучающимися учитель подводит итоги лабораторной работы и обсуждает полученные выводы.

14. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, таблицу «знаю-умею-могу»).

Лабораторная работа по физике для 5¹⁴-8 классов

Рабочий лист

ФИО _____

Школа _____

Класс _____

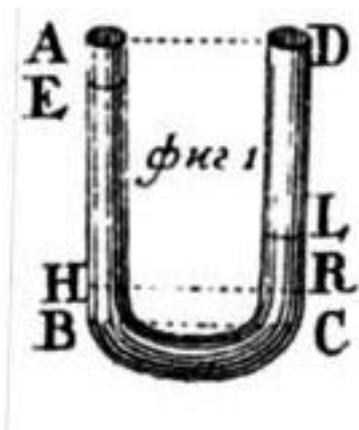
Правила работы:

- внимательно читайте задания, используйте материалы к уроку, ответы и решения оформляйте письменно;
- при необходимости задавайте вопросы педагогу с целью получения необходимых сведений и данных.

1. Прочитайте отрывок из работы М.В. Ломоносова.

«Ежели в трубку налита будет ртуть [фиг. 1], пока установится в равновесии по линии HR , потом в одну ножку налита будет вода чистая или крашеная до E , тогда ртуть опустится от H до B , а в другой ножке CD поднимется до L . По проведению горизонтальной линии будет вышина EB к вышине CL почти, как 14 к 1, что есть обратная пропорция, которую имеет тягость ртути к тягости воды».

¹⁴ Допустимо, что обучающиеся 5-6 классов могут выполнять только отдельные задания, которые их уровень знаний позволяет сделать. В этом случае данные лабораторные работы можно рассматривать, как некоторую пропедевтику школьного курса физики



Проделайте опыт, чтобы проверить этот вывод.

Ход работы

1. Наполните сообщающиеся сосуды водой. Отметьте уровень жидкости.
2. Добавьте в одно колено сосуда подсолнечное масло.
3. Измерьте высоту столбов жидкостей и определите плотность масла.
4. Сделайте вывод и сравните его с выводом ученого:

«Жидкие материи разной пропорциональной тягости имеют равновесие, когда вышины их стоят в обратной пропорции тягостей. Подобным образом здесь видно, что чрез сей опыт определить можно пропорциональную тягость жидких тел. Также чрез сие познается, что жидкое тело, которое пропорционально легче, например, вода, давит другое тело, которое пропорционально тяжелее, например, ртуть, которая все жидкие тела тягостию превосходит».

2. Ломоносов много экспериментировал в области гидростатики, в частности изучал вопросы плавания тел. Прочитайте его высказывание, сделайте соответствующий эксперимент, объясните результат и сделайте вывод о совпадении теории ученого с вашими данными.

«Жидкие материи, которые пропорционально легче, всплывают в тех, которые пропорционально тяжелее. Когда стекляночка, наполненная тяжелой жидкою материею, погружена будет узким своим горлышком в другую жидкую материю, которая оной пропорционально легче, тогда легкая материя поднимается вверх ко дну опрокинутой стекляночки, а та, которая тяжелее, опустится вниз и горлышком из стекляночки вытечет».

Ход работы

1. Налейте в мерный цилиндр определенное количество воды и определите его объем.
2. Взвесьте на весах пустой сосуд для жидкости.
3. Перелейте воду в сосуд и определите вес жидкости.
4. Вычислите плотность жидкости.
5. Отложите сосуд с водой и сделайте ту же операцию с новым сосудом, наполненным горячей водой, добавив в нее йод для визуализации, а также соль для изменения плотности.
6. Смешайте жидкости и наблюдайте эффект.
7. Сделайте вывод и сравните его с выводом естествоиспытателя:

«...сим образом уведано, что кислота сквозь воду, вода сквозь ртуть, свежая вода сквозь соленую, теплая сквозь холодную кверху всходит».

3. Прочитайте высказывание М.В. Ломоносова:

«Камень кубичной фигуры, величиною в один дюйм, на конском волосу, который ту же пропорциональную тягость с водою имеет, или, буде за

мелочью не гоняться, на шелчинке повесив и на воздухе с гирьками в равновесие поставив, погрузи в воду, в кислоту или в какую-нибудь другую жидкую материю, тогда увидишь, что он по разной тягости жидкой материи часть своего весу потеряет; то есть в воде больше, нежели в кислоте, для того что сия оной легче».

Проанализируйте таблицу и выберите необходимые элементы для проведения эксперимента, проверяющего высказывание М.В. Ломоносова, приведенное в начале задания.

Таблица

Погружаемое тело	Форма тела	Высота	Жидкость
Природный камень	куб	1 см	вода
Стальной цилиндр	куб	1 см	бензин
Природный камень	цилиндр	5 см	молоко
Стальной цилиндр	цилиндр	5 см	ртуть

Подумайте, как изменился бы подбор материалов для эксперимента, если бы нужно было проверить следующее высказывание:

«...отсюда явствует, что жидкое тело противится твердому по его величине, и для того не дивно, что вместо кубического камня кубичный кус свинцу или какого-нибудь другого тела, бóльшую пропорциональную тягость

имеющего, нежели жидкое тело, столько же тягости в нем теряет, ежели будет величиною равен каменному».

4. Проанализируйте текст и скажите, как можно было бы описанный М.В. Ломоносовым эксперимент сделать точнее. Попробуйте подтвердить свою догадку на практике.

«Шарики той же величины, но разной пропорциональной тягости, например, каменный и из красного воску сделанный, разную скоростью опускаются, то есть тот, который тяжелее, скорее, нежели тот, который легче; а которые ту же тягость с водою имеют, везде останавливаются, например, как шар из воску сделанный, и прибавлением железа или иного тела, которое тяжелее, с водою в одну пропорциональную тягость приведенный».

Ход работы

1. Тело подвесьте к крючку динамометра с помощью нитяной петли и определите его вес P_0 в воздухе.
2. Налейте в сосуд воду комнатной температуры. Измерьте температуру воды.
3. Погрузите тело в воду, определите вес тела P_1 в воде и вычислите выталкивающую силу F_A , действующую при погружении тела в воду, по формуле: $F_A = P_0 - P_1$.
4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

$P_0, \text{Н}$	$P_1, \text{Н}$	$F_A, \text{Н}$	Температура воды

5. Вылейте из сосуда воду комнатной температуры и залейте горячую.
 6. Измерьте температуру жидкости.
 7. Снова определите выталкивающую силу, действующую на то же тело.
Данные запишите в таблицу.
 8. Сравните результаты выталкивающих сил, действующих на тело.
 9. Исходя из результатов эксперимента, напишите, как бы вы могли дополнить высказывание М.В. Ломоносова, приведенное в начале задания.
-

Лабораторная работа по физике для 9-11 классов

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы для 9-11 классов¹⁵

Для проведения лабораторной работы потребуется следующее оборудование:

1. металлическая монета;
2. стакан с водой;
3. металлический цилиндр;
4. калориметр;
5. кварцевая колба объемом 0,5 л;
6. измерительная трубка диаметром не более 3 мм и длиной 50 см;
7. термостат;
8. лед;
9. термометр, способный измерять температуру от 0 °С до 60 °С;
10. спиртовка;
11. цифровые весы;
12. линейка;
13. штатив с муфтой и лапкой;
14. калькулятор.

Ход работы

1. Вводная часть. Правила поведения в центре «Точка роста». Инструктаж по технике безопасности.

¹⁵ С учетом индивидуальных особенностей обучающихся, возможностей материально-технической базы и педагогической целесообразности педагог может вносить в сценарий необходимые корректировки, не изменяя сути работы и порядка следования опытов

2. Учитель раздает рабочие листы и обращает внимание обучающихся, что перед проведением опыта необходимо проанализировать ход лабораторной работы.

3. При сборе установок для проведения лабораторной работы не рекомендуется вмешиваться в действия обучающихся, если они не противоречат правилам техники безопасности.

4. Учитель обращает внимание обучающихся на то, что необходимо фиксировать данные приборов в таблице или ином пространстве рабочего листа.

5. Учителю нужно обратить внимание обучающихся на то, что на каждом из этапов работы необходимо прочитать высказывания М.В. Ломоносова, проверить их на практике и сравнить полученные результаты с выводами ученого.

6. Для удобства сравнения выводов и дальнейшего обсуждения учителю целесообразно использовать доску, на которой зафиксировать ключевые тезисы М.В. Ломоносова, основываясь на анализе предложенных отрывков, и основные наблюдения, которые зафиксированы обучающимися, а затем построить на них графические связи. Задача учителя на данном этапе предложить обучающимся формат, минимально вмешиваясь в содержание.

7. В задании 1 учитель в зависимости от уровня обучающихся может сам сформулировать цель опыта либо предложить им сделать это самостоятельно на основании анализа соответствующего высказывания М.В. Ломоносова (данный вариант предпочтительнее). Перед проверкой любого высказывания ученого в данном задании и далее учитель должен стимулировать обучающихся формулировать свои догадки и предположения в формате гипотез, а после проведения опыта объяснять результат и формулировать вывод в соответствии с гипотезой.

8. При выполнении части данного задания (и других), связанного со сравнением собственных выводов с высказываниями М.В. Ломоносова

рекомендуется использовать любые приемы, доступные обучающимся (сравнительный таблицы, круги Эйлера и т.д.).

9. В задании 2 учитель предлагает обучающимся для анализа фрагмент из работы «О опытах над чувственными свойствами тел», в котором приведено описание эксперимента. Важно отметить, что при предложении повторить обучающимся данный опыт перед переходом непосредственно к деятельности учитель обсуждает с обучающимися шаги эксперимента, описанные во фрагменте.

10. Перед тем как вернуться к фрагменту учитель предлагает обучающимся сделать собственный вывод о наблюдаемых явлениях, а затем сравнить его с выводом естествоиспытателя.

11. Задание № 3 рабочего листа теоретическое, поэтому до начала опыта учитель предлагает обучающимся проанализировать текст и высказать гипотезу о том, какое условие для описанного эксперимента можно было бы добавить к суждению М.В. Ломоносова. Сформулированная гипотеза обязательно фиксируется обучающимися на листе и/или на доске¹⁶.

12. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую.

13. Задание №4 опытно-экспериментальное, поэтому учитель предлагает проанализировать соответствующую цитату, сформулировать собственную гипотезу, выбрать из перечня необходимые приборы, а только затем проделать опыт.

14. В связи с тем, что в данном опыте значительное количество расчетов, то учителю целесообразно предложить обучающимся взаимопроверку вычислений либо иной формат проверки правильности расчетов.

¹⁶ Для высокомотивированных обучающихся или обучающихся, для которых важен элемент загадки или игры можно прикрыть написанную гипотезу листом бумаги.

15. После проведения соответствующего эксперимента и сравнения результатов эксперимента учитель предлагает обучающимся сформулировать вывод и организует обсуждение этого вывода в сопоставлении с гипотезой.

16. Учитель выводит на экран соответствующее высказывание М.В. Ломоносова и предлагает обучающимся дополнить его уточняя формулировки друг друга. При выявлении ошибок и/или существенных недочетов учитель вносит коррективы, объясняя каждую.

17. Совместно с обучающимися учитель подводит итоги лабораторной работы и обсуждает полученные выводы.

18. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, таблицу «знаю-умею-могу»).

Лабораторная работа по физике для 9-11 классов

Рабочий лист

ФИО _____

Школа _____

Класс _____

Правила работы:

- внимательно читайте задания, используйте материалы к уроку, ответы и решения оформляйте письменно;
- при необходимости задавайте вопросы педагогу с целью получения необходимых сведений и данных.

1. В XVIII веке развитию физики способствовали рост систематических исследований, увеличение количества публикаций и переписка ученых друг с другом. Одним из основных направлений стала наука о теплоте, в изучении которой оставил существенный след Михаил Васильевич Ломоносов. Ниже приведено его высказывание:

«Сие очень известно, что твердые тела нагреваются, когда одно о другое будет терто; однако между редкими опытами сие почитается, ежели железо чрез особливое искусство так ковано будет, чтобы молоты по нем били вкось, как кремнем из огнива огонь высекают; ибо тогда железо докрасна раскаляется».

Проверьте это высказывание. Положите монету на кусок деревянной доски и энергично потрите ее, прижимая к поверхности, в течение нескольких минут. Проверьте, как изменилась температура монеты. Объясните результат.

Сравните свое объяснение с выводом Ломоносова:

«Отсюда явно быть кажется, что в сих случаях не иным каким образом теплота рождается, как только что огненная стихия, в телах сокровенная, в движение приведена бывает. И чрез сии опыты явствует, что во всяком теле есть некоторое количество огненной стихии, по оному рассыпанныя».

Это высказывание сегодня выглядит несколько странно, но в те времена оно было революционным. Его целью было опровергнуть царившую на тот момент гипотезу о распространении тепла с помощью некоего теплорода. Считалось, что, когда теплород втекает в тело, его температура увеличивается, а когда вытекает — уменьшается.

2. Ломоносов провел множество экспериментов, опровергая теорию теплорода. Свои идеи он развивал и публиковал в различных сборниках, в частности в работе «О опытах над чувственными свойствами тел». Ознакомьтесь с экспериментом, приведенным в данном издании:

«Когда флорентинский термометр повесишь под стеклянный колокол и, воздух из него вытянув со всяким прилежанием, горячие угли к оному близко поставишь, то увидишь, что вода в термометре поднимется и, после того как угли отложишь, скоро опустится. Также, ежели термометр под колоколом оставлен будет, вода в нем от теплоты также станет подниматься, а от стужи опускаться, как бы она стояла на воздухе».

Повторите эксперимент и проверьте, совпадет ли ваш вывод с мнением ученого.

Ход работы

1. Заполните термостат смесью воды и льда, чтобы начальная температура была 0 С. Проверьте температуру с помощью термометра. Запишите начальное значение высоты столба воды в измерительной трубке.
2. Начните нагревать термостат. Обратите внимание, что повышение температуры будет происходить только после того, как весь лед растает.
3. Как только весь лед растает и температура начнет повышаться, записывайте высоту столба жидкости в измерительной трубке при изменении температуры на 1 °С. Продолжайте измерения до температуры 15 °С.
4. При температурах выше 15 °С измерения достаточно производить каждые 5 °С (т.е. 20°, 25°, 30°, 35°, ... и т.д.). Измерения проводите до максимально возможной температуры, т.е. пока столб жидкости не достигнет края измерительной трубки.
5. При достижении максимальной температуры выключите термостат. Можно остановить работу.
6. Сделайте вывод.

Сравните его с выводом М.В. Ломоносова:

«Из сего явствует, что теплота и без воздуха распространяется и, следовательно, есть материя, которая воздуха много тончае и в которой движении теплота состоит. Мы станем ее называть теплотворною материею. Аристотелическим итилем можно оную назвать огненною стихиею».

3. Ученые того времени охотно публиковали не только результаты своих исследований, но и методику проведения экспериментов. Ниже приводится совет М.В. Ломоносова о том, какой прибор лучше использовать при изучении тепловых свойств вещества.

«Для опытов о теплоте хорошо употреблять термометр [фиг. 1], который состоит из воздуха и ртути, ABCDE. Часть шара АВ наполнена воздухом, а другая его часть с частью трубки BCDF — ртутью. Ежели шар АВ в кипяток поставишь, то увидишь, что кипячая вода определенную степень теплоты в себя принимает, выше которого она иметь не может, для того что ртуть во все то время, когда вода кипит, стоит в G неподвижно, в котором она стала с самого начала. Вместо воды можно употребить другие жидкие материи. Откуда явно будет, что самый большой степень теплоты не во всякой материи равен, например, концентрированная кислота скорее вскипит, нежели вода».



Слева представлен прибор, который описывал ученый. Справа результаты эксперимента, который группа современных исследователей провела в честь юбилея нашего великого соотечественника. Проанализируйте таблицу, сравните со словами М.В. Ломоносова, приведенными выше, и сделайте вывод о том, что он не учел в своих рассуждениях.

4. Перед вами еще одна цитата М.В. Ломоносова:

«Понеже чрез искусство известно, что жидкие материи, в одно время будучи на солнце положены, неравную степень теплоты на себя принимают, для того не можно сомневаться, что и каждое твердое тело определенной степень теплоты получает, что можно исследовать в измолотых или тертых материях, напр., в разных тертых землях, в песке, или в плавленных, как в свинце, воске, или и другими способами».

Выберите приборы, которые вам понадобятся для проверки выдвинутой гипотезы, и проведите соответствующий эксперимент.

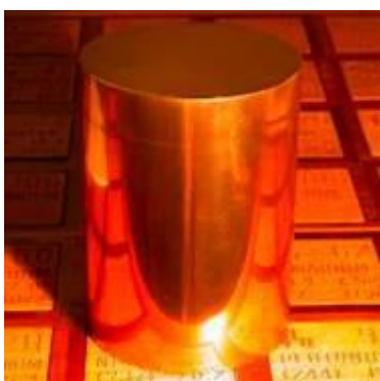


Рис. 1. Металлический цилиндр.



Рис. 2. Стакан с водой.



Рис. 3. Термометр.



Рис. 4. Весы.



Рис. 5.
Калориметр.



Рис. 6. Манометр.

Ход работы

1. Поместите металлический цилиндр в стакан с горячей водой и измерьте термометром ее температуру. Она будет равна температуре цилиндра, т. к. через определенное время температура воды и цилиндра сравняется.
2. Налейте в калориметр холодную воду и измерьте ее температуру.
3. Поместите привязанный на нитке цилиндр в калориметр с холодной водой и измерьте установившуюся в результате теплообмена температуру. При расчетах учтите, что, остывая, цилиндр отдает ровно такое же количество теплоты, какое вода получает при нагревании.

4. Для расчета нагрева воды воспользуйтесь формулой количества теплоты $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$, где:

c_1 – удельная теплоемкость воды (табличная величина), $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

m_1 – масса воды, которую можно определить с помощью весов, кг;

t – конечная температура воды и цилиндра, измеренная с помощью термометра, $^\circ\text{C}$;

t_1 – начальная температура холодной воды, измеренная с помощью термометра, $^{\circ}\text{C}$.

При остывании металлического цилиндра выделится количество теплоты $Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t)$, где:

c_2 – удельная теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр (искомая величина), $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$;

m_1 – масса цилиндра, которую можно определить с помощью весов, кг;

t_2 – температура горячей воды и, соответственно, начальная температура цилиндра, измеренная с помощью термометра, $^{\circ}\text{C}$;

t – конечная температура воды и цилиндра, измеренная с помощью термометра, $^{\circ}\text{C}$.

5. Сделайте вывод о значении удельной теплоемкости материала цилиндра, используя формулу $c_2 = \dots \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \right)$.
 6. Повторите эксперимент для цилиндра, сделанного из другого материала.
 7. Совпал ли ваш вывод с выводом М.В. Ломоносова, приведенным в начале задания?
-