

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
(Химия, 8-11 классы)

Москва, 2021

Содержание

Пояснительная записка	3
Материалы для детских технопарков «Кванториум»	7
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы	9
Рабочий лист.....	12
Материалы для центров «Точка роста»	18
Рекомендуемый сценарий лабораторной работы	20
Рабочий лист.....	23

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 обучающимся предложено пройти по следам открытий великого ученого М.В. Ломоносова, крупнейшего русского ученого-естествоиспытателя XVIII века. Выполняя работу, обучающиеся 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». Обучающимся 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 обучающимся 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 обучающимся

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, обучающиеся не просто проверяют достоверность полученных результатов, но и выявляют заблуждения великого ученого и их причины. Погружаясь в иную эпоху, обучающиеся 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 обучающимся в выполнении Всероссийской лабораторной работы!

Материалы для детских технопарков «Кванториум»

При проведении лабораторной работы достигаются следующие результаты.

Личностные результаты в части:

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

Метапредметные результаты в части применения универсальных познавательных действий в решении практических задач:

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

- 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;

- работа с информацией: лабораторная работа, особенно задание № 1, 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.

Метапредметные (коммуникативные) результаты достигаются посредством того, что учителем в ходе лабораторной работы организуется обсуждение предположений, наблюдений и выводов обучающихся. Все задания ориентированы на совместную деятельность, в которой 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.

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.

Предметные результаты данной лабораторной работы:

- владение основами понятийного аппарата и символического языка химии для составления формул неорганических веществ, уравнений химических реакций; владение основами химической номенклатуры и умение использовать ее для решения учебно-познавательных задач;
- умение прогнозировать и характеризовать свойства веществ в зависимости от их состава и строения, применение веществ в зависимости от их свойств, возможность протекания химических превращений в различных условиях;
- умение составлять молекулярные уравнения реакций и вычислять на их основе относительную молекулярную и молярную массы веществ, проводить иные необходимые расчеты;
- умение устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами; умение интегрировать химические знания со знаниями других учебных предметов.

Лабораторная работа по химии для 8-11 классов

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы¹ для 8-11 классов

Необходимые реактивы и оборудование

- датчик объема;
- датчик температуры;
- датчик pH;
- пробирка;
- соединительные шланги;
- пробка с отверстием;
- стеклянная трубочка;
- весы;
- яичная скорлупа;
- кусочек мяса;
- раствор соляной кислоты HCl, концентрация 1М (30 мл);
- раствор гидроксида натрия NaOH произвольной концентрации;
- химический стакан.

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.

3. На этапе подготовке к лабораторной работе обучающимся нужно повторить основные законы газового состояния (Бойля – Мариотта, Гей-

¹ 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

Люссака, Шарля, Авогадро, объединенный газовый закон), уравнение Менделеева – Клапейрона; понятия об относительной молекулярной (относительной атомной) и молярной массах, моле, абсолютной и относительной плотности веществ; методы определения молярных масс веществ в газообразном состоянии. Если у учителя нет данных о том, что обучающиеся повторили необходимый теоретический материал, то целесообразно подготовить необходимый справочный материал в цифровом виде.

4. При выполнении задания № 1 учитель предлагает обучающимся определить массовую долю карбоната кальция в яичной скорлупе или куске мела, используя закон сохранения массы и газовые законы.

5. При выполнении задания № 1 на этапе проведения необходимых расчетов учитель выводит на экран необходимую справочную информацию, а при возникновении вычислительных затруднений напоминает обучающимся об автоматизированных способах вычислений.

6. При выполнении задания № 2, направленного на ознакомление обучающихся с методом определения тепловых эффектов химических реакций, учитель предлагает проанализировать высказывание М.В. Ломоносова и повторить на этой основе соответствующий опыт.

7. При выполнении опыта учитель обращает внимание обучающихся на необходимость неоднократного повторения опыта для получения сходных результатов и дальнейших статистических вычислений.

8. При выполнении задания № 2 на этапе проведения необходимых расчетов учитель выводит на экран необходимую справочную информацию (формулы, постоянные и т.д.), а при возникновении вычислительных затруднений напоминает обучающимся об автоматизированных способах вычислений.

9. Учитель организует обсуждение полученных результатов, а затем задает обучающимся дополнительное задание: *«Полученное значение меньше табличных величин для данной реакции. Предложите объяснение данному*

факту, а также как улучшить данную методику, чтобы точнее определить тепловой эффект реакции».

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

11. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, стикеры «Теперь я умею»²)

² Если учитель использует формализованный формат рефлексии, то необходимо заготовить материал по числу участников заблаговременно.

Лабораторная работа по химии для 8-11 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. Определение средней молярной массы газа

Одним из фундаментальных законов для современной химии является закон сохранения материи, впервые сформулированный М.В. Ломоносовым. Он описывал данный закон следующим образом:

«Все перемены, в натуре случающиеся, суть такого состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте».

Мы вам предлагаем определить массовую долю карбоната кальция в яичной скорлупе или куске мела (на ваш выбор), используя закон сохранения массы и газовые законы.

Реактивы и оборудование: датчик объема, пробирка, соединительные шланги, пробка с отверстием, стеклянная трубочка, соляная кислота, весы.

Ход работы

1. Отмерьте около 1–2 г яичной скорлупы или мела с помощью весов. Зафиксируйте массу:

Масса образца	
---------------	--

2. Подсоедините датчик объема к соединительному шлангу. Подключите датчик объема к компьютеру и запустите программу для регистрации данных с датчика.
3. Затем шланг соедините со стеклянной трубочкой, вставленной в пробку.
4. Поместите образец в пробирку, закрепленную в штативе.
5. Быстро прилейте кислоту к образцу и заткните пробирку пробкой.
6. После прекращения газовой выделения зафиксируйте объем выделившегося газа.

Объем выделившегося газа	
-----------------------------	--

Расчет массовой доли

1. Запишите уравнение проходившей реакции.
2. Рассчитайте количество вещества выделившегося газа с помощью уравнения Менделеева – Клапейрона

$$pV = nRT$$

Обратите внимание: все величины должны быть приведены в системе СИ.

3. По известным стехиометрическим коэффициентам рассчитайте количество вещества CaCO_3 .
4. Рассчитайте массу карбоната кальция:

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \times M(\text{CaCO}_3)$$

5. Рассчитайте массовую долю карбоната кальция:

$$\omega(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) \div m(\text{образца})$$

Запишите полученное значение:

Массовая доля карбоната кальция	
------------------------------------	--

2. Измерение теплового эффекта

Многие химические и физико-химические процессы сопровождаются выделением или поглощением тепла. Например, Ломоносов так описывал изменения температуры в ходе процесса растворения соли в воде:

«Посредством смешения поваренной соли со снегом или толченым льдом физики получают материю, называемую по производимому ею действию холодильной, так как вода, поставленная в нее в каком-либо сосуде, замерзает. В то время как это происходит, самый снег сжижается, и это опять-таки дает повод заключить, что та же огненная материя из воды переселяется в окружающий снег и от присоединения ее последний плавится, а вода от ее ухода застывает в лед. Прекрасно! Но можно кое-что

предпринять, прежде чем позволить вырвать у нас трофеи победы. Вставь, пожалуйста, в снег рядом со склянкой, наполненной водою, термометр; применишь к снегу соль, и ты увидишь, что в то время, как вода превращается в лед и холодильная смесь сжижается, спирт в термометре опускается ниже, чем ему свойственно опускаться в чистом снеге: ясный признак того, что одновременно с замерзанием воды холодильная смесь делается холоднее».

(М.В. Ломоносов. Физические размышления о причинах тепла и холода)

Мы вам предлагаем пойти по пути Михаила Васильевича и исследовать тепловой эффект химической реакции, которая идет с выделением тепла, – реакции между растворами кислоты и щелочи.

Реактивы: раствор соляной кислоты HCl, концентрация 1М (30 мл); раствор гидроксида натрия NaOH произвольной концентрации.

Оборудование: химический стакан, датчик температуры, датчик pH.

Ход работы

1. Залейте в стакан 10 мл раствора соляной кислоты.
2. Подсоедините датчик температуры и pH к компьютеру и запустите программное обеспечение для датчиков.
3. Зафиксируйте начальную температуру раствора датчиком температуры.
4. При перемешивании приливайте щелочь порциями по 1 мл до тех пор, пока pH раствора не превысит 7.
5. Зафиксируйте максимальную температуру в ходе этого процесса.
6. Повторите реакцию три раза для получения сходных результатов. Результаты измерений в ходе экспериментов занесите в таблицу и вычислите средние значения температур.

Номер эксперимента	1	2	3	Средние значения
Температура начальная				
Температура конечная				

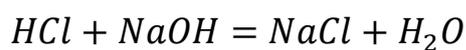
Расчет теплового эффекта

Количество теплоты рассчитывается по формуле

$$Q = cm\Delta t,$$

где c – теплоемкость воды (4200 Дж/кг·К), m — масса раствора, Δt – разница средних значений начальной и конечной температур.

Для расчета теплового эффекта реакции



необходимо вычислить количество вещества, вступившего в реакцию:

$$n = V \times c,$$

где V – объем раствора вещества (в литрах), c – концентрация (в моль/л).

Тепловой эффект (в Дж/моль) реакции вычисляется по формуле

$$\Delta Q = \frac{Q}{n}$$

Запишите полученное значение.

Тепловой эффект реакции	
----------------------------	--

Дополнительный вопрос: полученное значение будет меньше табличных величин для данной реакции. Предложите объяснение данному факту, а также как улучшить данную методику, чтобы точнее определить тепловой эффект реакции.

Материалы для центров «Точка роста»

При проведении лабораторной работы достигаются следующие результаты.

Личностные результаты в части:

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

Метапредметные результаты в части применения универсальных познавательных действий в решении практических задач:

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

- 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;

- работа с информацией: лабораторная работа, особенно задание № 1 построено 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.

Метапредметные (коммуникативные) результаты достигаются посредством того, что учителем в ходе лабораторной работы организуется обсуждение предположений, наблюдений и выводов обучающихся. Все задания ориентированы на совместную деятельность, в которой 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.

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.

Предметные результаты данной лабораторной работы:

- владение основами понятийного аппарата и символического языка химии для составления формул неорганических веществ, уравнений химических реакций; владение основами химической номенклатуры и умение использовать ее для решения учебно-познавательных задач;
- умение прогнозировать и характеризовать свойства веществ в зависимости от их состава и строения, применение веществ в зависимости от их свойств, возможность протекания химических превращений в различных условиях;
- умение составлять молекулярные уравнения реакций и вычислять на их основе относительную молекулярную и молярную массы веществ, проводить иные необходимые расчеты;
- умение устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами; умение интегрировать химические знания со знаниями других учебных предметов.

Лабораторная работа по химии для 8-11 классов

Рекомендуемый сценарий лабораторной работы³ для 8-11 классов

Для проведения лабораторной работы потребуется следующее оборудование и материалы:

- кристаллизатор;
- мерный цилиндр;
- зажигалка;
- емкость с водой;
- цифровые весы;
- бумажные салфетки;
- датчик объема;
- датчик температуры;
- датчик pH;
- пробирка;
- соединительные шланги;
- пробка с отверстием;
- стеклянная трубочка;
- раствор соляной кислоты HCl, концентрация 1М (30 мл);
- раствор гидроксида натрия NaOH произвольной концентрации;
- химический стакан.

Ход работы

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

³ 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. На этапе подготовке к лабораторной работе обучающимся нужно повторить основные законы газового состояния (Бойля — Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро, объединенный газовый закон), уравнение Менделеева – Клапейрона; понятия об относительной молекулярной (относительной атомной) и молярной массах, моле, абсолютной и относительной плотности веществ; методы определения молярных масс веществ в газообразном состоянии. Если у учителя нет данных о том, что обучающиеся повторили необходимый теоретический материал, то целесообразно подготовить необходимый справочный материал в цифровом виде.

4. При выполнении задания № 1 учитель контролирует соблюдение техники безопасности.

5. При выполнении задания № 1 учитель предлагает, опираясь на высказывание М.В. Ломоносова, рассчитать среднюю молярную массу газа из обычной зажигалки, а также предположить его состав.

6. При выполнении задания № 1 на этапе проведения необходимых расчетов учитель выводит на экран необходимую справочную информацию, а при возникновении вычислительных затруднений напоминает обучающимся об автоматизированных способах вычислений. Учитель обращает внимание обучающихся на то, что все величины должны быть приведены в системе СИ.

7. При выполнении задания № 2, направленного на ознакомление обучающихся с методом определения тепловых эффектов химических реакций, учитель предлагает проанализировать высказывание М.В. Ломоносова и повторить на этой основе соответствующий опыт.

8. При выполнении опыта учитель обращает внимание обучающихся на необходимость неоднократного повторения опыта для получения сходных результатов и дальнейших статистических вычислений.

9. При выполнении задания № 2 на этапе проведения необходимых расчетов учитель выводит на экран необходимую справочную информацию (формулы, постоянные и т.д.), а при возникновении вычислительных затруднений напоминает обучающимся об автоматизированных способах вычислений.

10. Учитель организует обсуждение полученных результатов, а затем задает обучающимся дополнительное задание: *«Полученное значение меньше табличных величин для данной реакции. Предложите объяснение данному факту, а также как улучшить данную методику, чтобы точнее определить тепловой эффект реакции»*.

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

12. Заключительный этап рефлексии учитель организует в привычном для детей формате (например, стикеры «Теперь я умею»⁴).

⁴ Если учитель использует формализованный формат рефлексии, то необходимо заготовить материал по числу участников заблаговременно.

Лабораторная работа по химии для 8-11 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. Определение средней молярной массы газа

Одним из фундаментальных законов для современной химии является закон сохранения материи, впервые сформулированный М.В. Ломоносовым. Он описывал данный закон следующим образом:

«Все перемены, в натуре случающиеся, суть такого состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте».

Мы предлагаем вам, пользуясь данным законом, рассчитать среднюю молярную массу газа из обычной зажигалки, а также предположить его состав.

Ход работы

1. Заполните кристаллизатор и мерный цилиндр водой.
2. Погрузите цилиндр в кристаллизатор таким образом, чтобы дно цилиндра было сверху. При этом цилиндр должен быть полностью заполнен водой.
3. Взвесьте зажигалку. Зафиксируйте ее начальную массу:

Масса зажигалки до эксперимента (г)	
-------------------------------------	--

4. Поместите зажигалку в воде под цилиндром. Начните выпускать газ из зажигалки в цилиндр. Вода при этом будет вытесняться выходящим из зажигалки газом.
5. Заполните цилиндр до объема в 100 мл. Если вы заполнили его до какого-либо другого объема — зафиксируйте его.
6. Тщательно просушите зажигалку салфетками.
7. Взвесьте зажигалку. Зафиксируйте ее конечную массу:

Масса зажигалки после эксперимента (г)	
--	--

Расчет молярной массы газа

Молярная масса определяется в соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

Масса газа при этом определяется как разность масс зажигалки до и после эксперимента. Таким образом:

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

Обратите внимание: все величины должны быть приведены в системе СИ.

2. Измерение теплового эффекта

Многие химические и физико-химические процессы сопровождаются выделением или поглощением тепла. Например, Ломоносов так описывал изменения температуры в ходе процесса растворения соли в воде:

«Посредством смешения поваренной соли со снегом или толченым льдом физики получают материю, называемую по производимому ею действию холодильной, так как вода, поставленная в нее в каком-либо сосуде, замерзает. В то время как это происходит, самый снег сжижается, и это опять-таки дает повод заключить, что та же огненная материя из воды переселяется в окружающий снег и от присоединения ее последний плавится, а вода от ее ухода застывает в лед. Прекрасно! Но можно кое-что предпринять, прежде чем позволить вырвать у нас трофеи победы. Вставь, пожалуйста, в снег рядом со склянкой, наполненной водою, термометр; примешай к снегу соль, и ты увидишь, что в то время, как вода превращается в лед и холодильная смесь сжижается, спирт в термометре опускается ниже, чем ему свойственно опускаться в чистом снеге: ясный признак того, что одновременно с замерзанием воды холодильная смесь делается холоднее».

(М.В. Ломоносов. Физические размышления о причинах тепла и холода)

Мы вам предлагаем пойти по пути Михаила Васильевича и исследовать тепловой эффект химической реакции, которая идет с выделением тепла, – реакции между растворами кислоты и щелочи.

Ход работы

1. Залейте в стакан 10 мл раствора соляной кислоты.
2. Измерьте начальную температуру раствора градусником или датчиком температуры.
3. Быстро при перемешивании залейте 10 мл раствора гидроксида натрия, не переставая измерять температуру.
4. Зафиксируйте максимальную температуру в ходе этого процесса.
5. Повторите реакцию три раза для получения сходных результатов. Результаты измерений в ходе экспериментов занесите в таблицу и вычислите средние значения температур.

Номер эксперимента	1	2	3	Средние значения
Температура начальная				
Температура конечная				

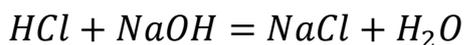
Расчет теплового эффекта

Количество теплоты рассчитывается по формуле

$$Q = cm\Delta t,$$

где c – теплоемкость воды (4200 Дж/кг·К), m – масса раствора, Δt – разница средних значений начальной и конечной температур.

Для расчета теплового эффекта реакции



необходимо вычислить количество вещества, вступившего в реакцию:

$$n = V \times c,$$

где V – объем раствора вещества (в литрах), c – концентрация (в моль/л).

Тепловой эффект (в Дж/моль) реакции вычисляется по формуле

$$\Delta Q = \frac{Q}{n}$$

Запишите полученное значение.

Тепловой эффект реакции	
----------------------------	--

Дополнительный вопрос: полученное значение будет меньше табличных величин для данной реакции. Предложите объяснение данному факту, а также как улучшить данную методику, чтобы точнее определить тепловой эффект реакции.