

**ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»  
Министерство образования Пензенской области  
ГАОУ ДПО «Институт регионального развития Пензенской области»  
Управление образования города Пензы  
МБОУ «Лицей современных технологий управления № 2» г. Пензы  
МБОУ финансово-экономический лицей № 29 г. Пензы**

**Портал поддержки Дистанционных Мультимедийных Интернет-Проектов «ДМИП.рф»**

**V открытый региональный конкурс  
исследовательских и проектных работ школьников  
«Высший пилотаж – Пенза» 2023**

**Направление: химия**

**ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ**

**Выполнил:**

**Холодков Богдан Дмитриевич,  
обучающийся 8 «А» класса  
МБОУ СОШ № 67 г. Пензы**

**Руководитель:**

**Малышева Настальгия Юрьевна,  
учитель химии первой категории  
МБОУ СОШ № 67 г. Пензы**

**Пенза, 2023**

## Оглавление

Введение .....	3
1. Теоретическая часть .....	4
1.1. Возникновение и развитие химических знаний.....	4
1.2. Химические вещества и явления в быту .....	4
1.3. Техника безопасности при выполнении домашнего химического эксперимента .....	5
1.4. Критерии отбора опытов в домашнем химическом эксперименте .....	6
2. Практическая часть .....	7
2.1. Взаимодействие пищевой соды и уксусной кислоты .....	8
2.2. Получение кислорода посредством разложения пероксида водорода, с помощью каталазы сырого картофеля.....	8
2.3. Растворение солей кальция (взаимодействие карбоната кальция с уксусной кислотой).....	8
2.4. Обесцвечивание раствора перманганата калия.....	9
2.5. Определение рН различных сред .....	9
2.6. Обнаружение крахмала .....	10
Список литературы.....	12
Приложение 1. Экспериментальная часть.....	13

## Введение

Химия – удивительная наука, полная самых настоящих чудес. Каждый день в реальной жизни мы сталкиваемся с огромным количеством химических веществ, порой даже не задумываясь об этом.

Изучение химии невозможно без практической составляющей. Без этого обучение превращается в безликий процесс заучивания, который не дает полного понимания предмета.

Выполнение домашнего химического эксперимента доступно каждому и позволяет приоткрыть завесу химических тайн всем, кто хоть раз задумывался о природе веществ, окружающих нас.

Цель работы: изучить химические вещества, встречающиеся у нас дома, провести эксперименты, доказать, что выполнение практической части возможно и в домашних условиях.

Задачи:

1. Проанализировать теоретическую информацию по теме
2. Составить список опытов, выполнение которых реально в домашних условиях
3. Провести практическую часть, объяснить процессы, обработать результаты и сделать выводы.

Актуальность работы заключается в том, что выполнение домашнего эксперимента дает возможность познать материальные основы окружающего мира, позволяет понять химическую природу веществ, с которыми мы сталкиваемся ежедневно.

Гипотеза: практическая химия доступна каждому желающему расширить круг знаний о природе веществ и погрузиться в более глубокое понимание химических процессов.

Объект исследования: химические вещества, встречающиеся дома у каждого человека

Предмет исследования: процессы, происходящие при взаимодействии веществ.

Практическая значимость нашего исследования очевидна – изучение химии и полное понимание предмета невозможно без экспериментальной составляющей, которую, по нашему мнению, можно и нужно вводить даже в процесс самостоятельного изучения.

Работа имеет, в том числе, метапредметную направленность – сравнение, наблюдение, моделирование процессов, выдвижение гипотезы применимо как в рамках образовательного процесса, так и в реальной жизни каждого человека.

Тема нашего исследования выбрана не случайно: выполнение домашнего химического эксперимента развивает способность осознанно использовать окружающие предметы и применять их в процессе обучения для усвоения новых знаний и навыков.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1. Возникновение и развитие химических знаний

Во времена, когда культурное развитие людей находилось на низком уровне, процесс накопления химических знаний происходил очень медленно.

Понадобилось много столетий, чтобы люди узнали больше сведений о химических соединениях. Пока наши предки наблюдали за окружающей природой, они встречали и знакомились с различными веществами, некоторыми их свойствами, учились применять эти вещества для удовлетворения своих нужд. Так, много лет назад, человек узнал, что такое поваренная соль и каковы её вкусовые и консервирующие свойства [4].

Первобытные люди научились примитивным способам выделки шкур зверей из-за нужды в одежде. Необработанные шкуры не могли стать пригодной одеждой. Они с легкостью ломались, были жесткими, а при столкновении с водой быстро гнили. Для того чтобы понять простейшие способы обработки природных материалов, понадобилось много веков.

Большим достижением стала добыча огня и его применение в использовании обогрева жилищ и для приготовления пищи, а также для ее консервирования. Когда первобытный человек овладел огнем, химико-практических знаний существенно стало больше [4].

Все же для того, чтобы человек научился применять нагревание природных материалов с умом, для получения необходимых продуктов, потребовалось очень много лет. Таким образом, наблюдение за изменениями свойств глины при ее прокаливании, привело к появлению глиняной посуды.

Уже тогда на ранних этапах первобытно-родового строя знали о некоторых земляных красках, в том числе окрашенной глине, содержащей оксиды железа (охра, умбра), а также саже и других красящих веществах, при помощи которых первобытные художники делали рисунки на стенах пещер [5].

Медленному накоплению химических знаний и опыту производства способствовал низкий уровень состояния производительных сил и ограниченность нужд общества. Именно поэтому развитие культуры и техники, в частности химико-практических знаний происходило очень медленно. Тем не менее, нельзя отрицать, что человечество достигло не малых успехов в своем культурном и техническом развитии. Знания и навыки, накопленные в эпоху первобытно-родового строя, послужили базой для более быстрого развития химико-практических и химических знаний в дальнейшем [5].

### 1.2. Химические вещества и явления в быту

Вокруг нас, в природе все время происходят превращения, как физические, так и химические: когда мы нагреваем воду, она превращается в пар, огурцы при солении приобретают совершенно другой вкус, запах и свойства, когда мы варим яйцо, оно изменяет цвет, запах и становится твердым [6].

Явления, при которых одни вещества, имеющие определенный состав и свойства, превращаются в другие вещества – с другим составом и свойствами, называются химическими.

К химическим явлениям относится также процесс сгорания топлива в двигателе. Если упростить, реакцию сгорания топлива в двигателе можно описать так: кислород + топливо =

вода + углекислый газ. К химическим явлениям в быту относится образование налета на металлах в результате окисления.

Возьмем для примера железо, медь и серебро.

Окисление (ржавление) железа происходит под действием влажности (из воздуха или из-за прямого контакта с водой). Результат процесса – образование железной окарины (смешанного оксида)  $Fe_3O_4$ , а также гидроксида железа (III)  $Fe(OH)_3$ . На поверхности он выглядит как рыхлый красно-коричневый налет.

Зеленый налет (патины) на поверхности медных изделий и бронзы образуется со временем под действием атмосферного кислорода и влажности. Полученный в итоге основной карбонат меди встречается и в природе – в виде минерала под названием малахит, и имеющий химическую формулу  $(CuOH)_2CO_3$ .

Окисление серебра или образование на нем темного налета – еще один пример медленной окислительно-восстановительной реакции в бытовых условиях. Изделия из серебра темнеют из-за сероводорода, который присутствует в воздухе. При контакте с серебром он вступает с ним во взаимодействие, происходит химическая реакция, в результате которой образуется черный налет  $Ag_2S$ . Если местность влажная, сильно освещенная, то серебряные украшения быстрее окисляются [6].

Одним из химических явлений является образование накипи в чайнике. В бытовых условиях нет химически чистой воды, в ней всегда растворены соли и другие вещества. Если вода насыщена солями кальция и магния (гидрокарбонатами), ее называют жесткой. Чем выше концентрация солей, тем более жесткой является вода. При нагревании такой воды, эти соли подвергаются разложению на углекислый газ и нерастворимый осадок. Эти твердые отложения и можно наблюдать, если посмотреть в чайник.

Также мы можем наблюдать еще один пример химии в быту, если соберемся избавиться от накипи в чайнике. С нерастворимыми солями хорошо справляются или обычный столовый уксус или лимонная кислота. Чайник с раствором уксуса/лимонной кислоты и воды кипятят, после чего накипь исчезает, потому что нерастворимые в воде соли, растворяются в кислоте [6].

### **1.3. Техника безопасности при выполнении домашнего химического эксперимента**

Химию невозможно представить без экспериментов. В школах и научных учреждениях для этого предназначены специализированные помещения – химические лаборатории. В этих помещениях созданы все условия для комфортной работы. Однако не стоит забывать, что химия – наука о веществах и их превращениях, а некоторые вещества и продукты реакций вредны, опасны и токсичны. Поэтому при работе с ними требуются особые меры безопасности. И в домашних условиях их тоже необходимо соблюдать [3].

Условия безопасности обращения с веществами при проведении эксперимента дома:

1. Перед выполнением опытов дома учитель дает краткую инструкцию с соблюдением правил техники безопасности при работе.
2. Правильно и точно соблюдать все рекомендации, которые дал учитель.
3. Никогда не смешивать два реактива, из-за интереса посмотреть, что будет в итоге.
4. Не использовать посуду для опытов, которая предназначена для еды.
5. Хранить реактивы в отдельных склянках, пробирках, сосудах или коробках.
6. Не оставлять посуду грязной.

7. Не брать руками реактивы, не наклоняться над пробирками, в которых происходят реакции, осторожно нюхать вещества с едким запахом, ничего не пробовать на вкус.

8. Беречь глаза и кожу.

9. Начинать работу только после того, как все действия будут продуманы.

Также, применяют еще дополнительные меры по технике безопасности, например: пробирки или сосуды с реактивами закрепляют или опускают в стеклянные емкости, подогревание реагентов в ряде опытов проводят не путем нагревания на спиртовке, а нагревают горячей водой [3].

#### **1.4. Критерии отбора опытов в домашнем химическом эксперименте**

Отбор домашних опытов и наблюдений – крайне трудная задача. Опыты для эксперимента дома можно разбить на три группы:

Первая обладает тесной связью с изучаемым материалом на уроках. Их предполагают выполнить накануне изучения темы или сразу после разбора данной темы.

Вторая группа состоит из опытов, обладающих прикладное значение.

Третья группа заключается в опытах для учащихся, которые интересуются химией, у которых присутствует желание углубиться в неё [6].

Для проведения опытов дома, нами были разработаны критерии отбора химических опытов.

- 1) Безопасность
- 2) Доступность материала и оборудования
- 3) Экономичность
- 4) Простота выполнения
- 5) Наглядность.

Безопасность – это первое и основное требование к любому химическому опыту, рекомендуемому для проведения дома. Поэтому отбираются опыты, которые проводятся с безопасными нетоксичными веществами, исключают выделение ядовитых летучих продуктов и большое количество тепла, способных создать пожарную или взрывоопасную ситуацию.

Второе и немаловажное значение – это доступность материалов, так как поиск редких реактивов или специальной лабораторной посуды может стать проблемой для обучающихся.

Следующий критерий состоит в небольших экономических затратах. Они во многом определяют возможность постановки экспериментов учащимся из семей с разным материальным достатком.

Любой полученный самостоятельно учеником результат несложного опыта обладает большей образовательной ценностью, чем незавершенный по причине трудоемкости эксперимент.

Еще один критерий – это наглядность химического эксперимента. Химические опыты, сопровождающиеся визуальными эффектами, будут более запоминаемыми, это происходит благодаря тому, что в процессе деятельности до 90% информации человек получает от зрительного анализатора [6].

## 2. Практическая часть

Мы осуществили поиск химических веществ, находящихся в квартире. Результаты представлены в следующей таблице:

Бытовое название	Формула	Химическое название	Применение
Пищевая сода	$\text{NaHCO}_3$	Гидрокарбонат натрия	В пищевых целях; как чистящее средство.
Уксус	$\text{CH}_3\text{COOH}$	Уксусная (этановая) кислота	В качестве консерванта
Перекись	$\text{H}_2\text{O}_2$	Пероксид водорода	Обеззараживающее средство
Марганцовка	$\text{KMnO}_4$	Перманганат калия	Антисептическое средство
Активированный уголь	C	Углерод	В качестве адсорбирующего вещества
Яичная скорлупа	Является смесью веществ, основное вещество – $\text{CaCO}_3$	Карбонат кальция	Яичная скорлупа – в качестве удобрения. Чистый карбонат кальция – в быту для побелки.
Лимонный сок	Молекулярная формула $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	Лимонная кислота; 3-гидрокси-3-карбокспентандиовая кислота	Вкусовая добавка
Чай «Каркадэ»	Смесь веществ	Содержит вещества под названием антоцианы	В пищевых целях
Стиральный порошок	Является смесью веществ, одна из составляющих – $\text{Na}_2\text{SiO}_3$	Силикат натрия	В составе порошка силикат натрия добавляет ему щелочность
Йод	$\text{I}_2$ ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	Спиртовой раствор йода	Антисептическое средство
Витамин С	Молекулярная формула $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	Аскорбиновая кислота; Гамма-лактон 2,3-дегидро-L-гулоновой кислоты (по ИЮПАК)	Профилактика и лечение различных заболеваний
Крахмал	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	Смесь полисахаридов амилозы и амилопектина	В быту – как присыпка, клейстер, средство для «накрамаливания» одежды

Вода	H <sub>2</sub> O	Оксид водорода	Универсальный растворитель
------	------------------	----------------	----------------------------

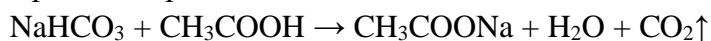
Описание экспериментов, которые можно провести с вышеуказанными веществами, будет приведено ниже. Для выполнения практической части были использованы вещества, находящиеся дома у научного руководителя и обучающегося, что подтверждает факт того, что нижеописанные опыты могут быть проведены в домашних условиях.

### 2.1. Взаимодействие пищевой соды и уксусной кислоты

Реактивы: пищевая сода (гидрокарбонат натрия), уксусная кислота 9%, вода.

Методика выполнения эксперимента: наполнить стакан на треть водой, добавить чайную ложку пищевой соды, перемешать. Прилить в раствор чайную ложку уксусной кислоты. Внести в атмосферу выделяющегося газа горящую лучинку (спичку) [1].

Уравнение реакции:



Наблюдения: выделение бесцветного газа без запаха. При внесении в атмосферу газа горячей спички, она гаснет, следовательно, выделяющийся газ – действительно углекислый, так как он не поддерживает горение (приложение 1, рис. 1, 2).

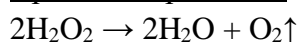
Суть опыта: при взаимодействии карбонатов и гидрокарбонатов с кислотами, образуется слабая угольная кислота, которая сразу же распадается на углекислый газ и воду.

### 2.2. Получение кислорода посредством разложения пероксида водорода, с помощью каталазы сырого картофеля

Реактивы: сырой и вареный картофель, пероксид водорода.

Методика выполнения эксперимента: порезать картофель на мелкие кусочки, положить в подходящую посуду (при наличии – химический стакан), прилить пероксид водорода. Внести в атмосферу выделяющегося газа тлеющую лучинку [2].

Уравнение реакции:



Наблюдения: выделение бесцветного газа без запаха наблюдается в стакане с сырым картофелем. Это говорит о том, что в вареном картофеле каталаза отсутствует. При внесении в атмосферу газа тлеющей лучинки, мы наблюдаем, что она становится ярче, но не успевает загореться, так как выделяющегося кислорода для этого недостаточно (приложение 1, рис. 3).

Суть опыта: в сыром картофеле содержится фермент каталаза, под действием которого разлагается перекись водорода. При варке структура каталазы разрушается, поэтому перекись водорода на варёном картофеле не разлагается.

### 2.3. Растворение солей кальция (взаимодействие карбоната кальция с уксусной кислотой)

Реактивы: куриное яйцо, уксусная кислота 9%.

Методика выполнения эксперимента: в подходящую посуду поместить куриное яйцо, затем прилить уксусную кислоту, чтобы яйцо полностью погрузилось в жидкость. Оставить



ёмкость на 48 часов, по истечении времени аккуратно (не руками!) достать яйцо и хорошо промыть проточной водой [1].

Уравнение реакции:



Наблюдения: выделение пузырьков бесцветного газа без запаха; а затем происходит постепенное растворение яичной скорлупы в кислоте. По истечении 48 часов скорлупа полностью растворится, белок и желток будет окружать только тонкая мембрана (приложение 1, рис. 4).

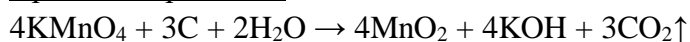
Суть опыта: основной компонент яичной скорлупы – карбонат кальция. Нерастворимая в воде соль способна растворяться в кислоте с образованием слабой угольной кислоты, которая распадается на углекислый газ и воду. Пузырьки, которые мы наблюдали на поверхности яйца в самом начале – углекислый газ.

## 2.4. Обесцвечивание раствора перманганата калия

Реактивы: перманганат калия, активированный уголь, вода.

Методика выполнения эксперимента: приготовить слабо концентрированный (розовый) раствор перманганата калия. В полученный раствор положить шесть таблеток активированного угля [2].

Уравнение реакции:



Наблюдения: в момент проведения реакции мы наблюдаем постепенное изменение окраски раствора с розовой на бурую, а также выделение газа. Примерно через полтора часа раствор полностью обесцветился (приложение 1, рис. 5, 6).

Суть опыта: с физической точки зрения, активированный уголь обладает адсорбционными свойствами, то есть способен поглощать вещества, а с химической – является отличным восстановителем. Вступая в реакцию с сильным окислителем (пусть и в нейтральной среде), происходит окислительно-восстановительная реакция (реакция, в которой элементы меняют свои степени окисления).

## 2.5. Определение pH различных сред

Реактивы: чай «Каркадэ», растворы лимонной кислоты, гидрокарбоната натрия, стирального порошка.

Методика выполнения эксперимента: приготовить отвар чая «Каркадэ». Добавить отвар чая в емкости, содержащие растворы лимонной кислоты, гидрокарбоната натрия, стирального порошка [1].

Наблюдения: в ёмкости с лимонной кислотой цвет раствора стал красным, в ёмкости с раствором гидрокарбоната натрия раствор приобрел синий оттенок, в емкости с раствором стирального порошка цвет изменился на серо-зеленый (приложение 1, рис. 7).

Суть опыта: раствор чая «Каркадэ», а точнее вещества антоцианы, входящие в его состав, являются природным индикатором – то есть способен менять свой цвет в зависимости от среды раствора. Среда раствора лимонной кислоты – кислая,  $\text{pH} < 7$ . Среда раствора гидрокарбоната натрия – слабо-щелочная (из-за того, что соль гидролизует по аниону),  $\text{pH}$  чуть больше 7. Среда раствора стирального порошка также щелочная из-за присутствия

силиката натрия, который также гидролизуеться по аниону. Различие в окраске двух последних растворов обусловлены разницей в количестве гидроксид-анионов.

## 2.6. Обнаружение крахмала

Реактивы: Аскорбиновая кислота (порошок), спиртовой раствор йода, пероксид водорода, крахмал, вода.

Методика выполнения эксперимента: приготовить раствор аскорбиновой кислоты. Добавить несколько (4-5) капель спиртового раствора йода. В другой емкости приготовить раствор, содержащий чайную ложку пероксида водорода, половину чайной ложки крахмала и 3 столовых ложки воды. Слить вместе два раствора [2].

Наблюдения: при добавлении к раствору аскорбиновой кислоты спиртового раствора йода, йод обесцветился. При сливании двух растворов со временем появилось синее окрашивание – качественная реакция йода на крахмал (приложение 1, рис. 8).

Суть опыта: сливая вместе полученные растворы, мы запускаем одновременно две химические реакции: обесцвечивание йода аскорбиновой кислотой, и окрашивание крахмала йодом. Пероксид водорода необходим для окисления и высвобождения йода, который дает синее окрашивание с крахмалом.

## Заключение

Выполняя данную работу, мы убедились – всё, что нас окружает, так или иначе, относится к химии. Мы уверены, что этот предмет может понять каждый, кто хоть немного им заинтересован. И главным подспорьем в этой нелегкой задаче является именно практическая составляющая. Наглядность и практическая направленность – главное в данном предмете.

Эксперименты всегда были важнейшей частью работы химиков. И на наших глазах тоже происходили удивительные вещи – мы увидели, как жидкости меняют свой цвет, как растворяются твердые вещества, выделяется газ. И в основе всего этого лежит ни что иное, как способность веществ вступать в химические реакции.

Поставленные нами цели были достигнуты. Мы изучили химические вещества, встречающиеся у нас дома, доказали, что выполнение практической части возможно и в домашних условиях. Подтвердили свою гипотезу: практическая химия доступна каждому желающему расширить круг знаний о природе веществ и погрузиться в более глубокое понимание химических процессов.

В ходе выполнения работы, мы сделали следующие выводы:

- 1) Способность осознанно использовать окружающие предметы и применять их в процессе обучения отлично помогает для усвоения новых знаний и формирования навыков.
- 2) Порой для взаимодействия веществ необходим длительный период, например, для растворения яичной скорлупы в кислоте или обесцвечивании перманганата калия активированным углём
- 3) Несмотря на то, что мы выполняли работу в химической лаборатории, предложенные реакции можно провести и в домашних условиях.

В нашем проекте представлена лишь небольшая часть того, что можно рассмотреть в данной теме, однако фундамент для прочных химических знаний уже заложен, что позволяет с самого начала изучения непростого предмета «химия» понимать всю суть процессов, происходящих с веществами.

## Список литературы

1. Барретт Р., Оскей У. Домашняя лаборатория для занимательных опытов. – БХВ-Петербург, 2017 г. – 320 с.
2. Вайткен Л.Д. 250 лучших опытов и экспериментов.– М.: АСТ, 2019 г., – 162 с.
3. Ионова Н.И., Шумилова А.Г. Правила техники безопасности в химической лаборатории: методические указания к выполнению лабораторных работ. – Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2013. – 22 с.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. – Ростов н/Д: Изд-во Рост.ун-та, 2006 г. – 112 с.
5. Сибриков, С. Г. История химии: учебное пособие / С. Г. Сибриков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2012. – 128 с.
6. Степин, Б.Д., Аликберова Л.Ю., Рукк Н.С. Домашняя химия: химия в быту и на каждый день. – Москва: РЭТ, 2001. – 287 с.

Экспериментальная часть



Рис. 1. Взаимодействие уксусной кислоты с гидрокарбонатом натрия



Рис. 2. Процесс затухания спички



Рис 3. Разница во взаимодействии сырого и варёного картофеля с пероксидом водорода

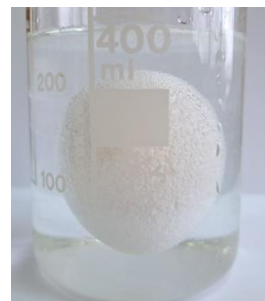


Рис 4. Растворение скорлупы куриного яйца в уксусной кислоте



Рис 5. Раствор перманганата калия до обесцвечивания



Рис. 6. Раствор перманганата калия после обесцвечивания активированным углём



Рис. 7. Изменение цвета раствора чая «Каркадэ» в различных средах



Рис. 8. Изменение цвета при сливании двух растворов

Рецензия руководителя на исследовательскую работу

обучающегося 8 «А» класса

МБОУ СОШ №67 г. Пензы

Холодкова Богдана Дмитриевича

*«Химический эксперимент в домашних условиях»*

Работа Холодкова Богдана представляет собой исследование о возможности и методиках проведения химического эксперимента в домашних условиях. Актуальность работы заключается в том, что выполнение домашнего эксперимента дает возможность познать материальные основы окружающего мира, позволяет понять химическую природу веществ, с которыми мы сталкиваемся ежедневно.

Содержание работы соответствует заявленной теме.

Работа включает в себя введение, основную часть из двух глав, заключение, список литературы. Во введении указывается актуальность исследования, проблема, цель, задачи, гипотеза, практическая значимость, обозначена метапредметная направленность.

В первой главе рассматриваются теоретические аспекты данной темы, а именно: возникновение и развитие химических знаний, характеристика химических веществ и явлений в быту, обозначена техника безопасности и приведены критерии отбора опытов. Первая часть работы носит в том числе и исследовательский характер, потому что именно на основе данного теоретического материала была реализована практическая часть. Вторая часть работы представляет собой практическое исследование – были рассмотрены эксперименты, которые каждый при желании может провести в домашних условиях.

Работу Холодков Богдан выполнял самостоятельно, используя литературу, рекомендованную для исследования. Самостоятельно провел практическую часть работы, в том числе и в домашних условиях. При выполнении работы обучающийся проявил творчество, инициативу, способность решить соответствующие исследовательские проблемы. Чётко выполнял все рекомендации научного руководителя, и вовремя устранял замечания в процессе доработки исследовательской работы.



Директор МБОУ СОШ №67 г. Пензы:

 Волчкова Ирина Юрьевна

Научный руководитель:

Мальшева Настальгия Юрьевна,

 учитель химии МБОУ СОШ №67 г. Пензы

10.01.2023