

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ЛИЦЕЙ №10 ИМЕНИ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

ПО \_\_\_\_\_ ХИМИИ \_\_\_\_\_

ТЕМА: « КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ  
РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА»

Выполнили:

Воробьев Дмитрий Алексеевич, ученик 9Б класса,

Кузнецов Никита Андреевич, ученик 11Т класса

Научный руководитель

ФИО руководителя:

Борисова Лариса Ивановна

Должность: учитель химии

г.о.Клин, 2023г.

## Содержание

Введение.....	3-4
Основная часть.....	4-8
Глава 1. Краткая история появления и развития катализа.....	4-6
Глава 2. Практическая работа.....	6-8
Заключение.....	9-11
Приложение 1.....	12
Приложение 2.....	13-15
Библиографический список использованной литературы и список ссылок на интернет источники .....	16

## **Введение**

### **Цель:**

Экспериментальным путем определить оптимальное количественное соотношение реагента и катализатора в реакции каталитического разложения пероксида водорода.

### **Гипотеза:**

Количество выделяющегося кислорода при каталитическом разложении пероксида водорода зависит от количественного соотношения реагента и катализатора.

### **Задачи:**

1. Познакомиться с печатной литературой и интернет ресурсами, где содержится информация об изучаемой реакции.
2. Познакомиться с историей проводимой реакции.
3. Разработать методику эксперимента.
4. Сконструировать прибор, позволяющий провести количественное исследование реакции.
5. Провести практическое исследование, используя созданный прибор.
6. Обработать полученные количественные результаты и представить их в графической форме.
7. Сделать выводы на основании полученных результатов.
8. Описать в соответствии с полученными результатами ход практической работы “Получение кислорода и изучение его свойств” для курса химии 8 класса.

Изучая химию в школе, многие ученики думают, что будут проводить опыты своими руками. К сожалению, не все опыты можно провести своими руками, так как они могут быть опасны для здоровья или не получиться вовсе. Опыт с получением кислорода относится ко второму случаю.

Оказывается, что в школе кислород можно получить только разложением пероксида водорода<sup>[1]</sup>. Но не всегда это получается сделать даже у опытного учителя, не говоря уже об учениках. Дело в том, что в учебных пособиях не указано количественное соотношение вещества и катализатора для того, чтобы реакция успешно прошла, и выделился кислород в необходимом объеме. Это явилось причиной появления данного проекта.

## **Основная часть**

### **Глава 1. Краткая история появления и развития катализа**

Катализ – часто встречающееся в природе явление. Человечество за тысячи лет до осознания сущности каталитических процессов широко их использовало. Люди веками применяли ферментативный катализ в процессах брожения для приготовления молочно - кислых продуктов, вина.

Слов катализ в переводе с греческого языка означает разрушение. Сущность процесса катализа заключается в избирательном ускорении одного из возможных термодинамически - разрешенных направлений химической реакции под действием катализатора, который, согласно теории промежуточных соединений, многократно вступает в промежуточное химическое взаимодействие с участниками реакции и восстанавливает свой химический состав после каждого цикла промежуточных химических взаимодействий<sup>[2]</sup>.

Слово «катализ» впервые встречается в работах А. Либавиуса в 16 веке в учебнике «Алхимия». Оно имело значение «разложение» или «разрушение». В 1835 г. этот термин использует И. Берцелиус для реакций, протекающих в присутствии посторонних соединений, не участвующих в реакции. Берцелиус писал о каталитической силе, приводящей к разложению тел. Примерно в то же время Митчерлих ввел термин «контактное действие». Существует множество определений катализатора.

В. Оствальд: Катализатор – это такое соединение, которое ускоряет химическую реакцию, не влияя на положение равновесия.

П. Сабатье: Катализатор – вещество или система, которая изменяет скорость реакции, участвуя в последовательности стадий, но не превращаясь в продукты.

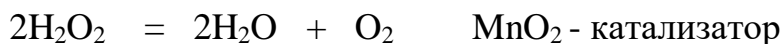
Г.К. Боресков: Феноменологически катализ – это возбуждение химических реакций или изменение их скорости под влиянием веществ – катализаторов, многократно вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с участниками реакции и восстанавливающих после каждого цикла промежуточных взаимодействий свой состав.

В итоге можно дать лаконичное определение. Катализатор – вещество, ускоряющее реакцию, но не расходующееся при этом.

Химический катализ принято называть небиологическим катализом. Его делят на гомогенный и гетерогенный. Гомогенный катализ – процесс, при котором реагенты и катализатор находятся в одном агрегатном состоянии, то есть составляют одну фазу. Гетерогенный катализ – это процесс, в котором катализатор – твердое вещество, а реагенты могут быть жидкими или газообразными. В связи с этим процессы делят: гомогенно-каталитические и гетерогенно – каталитические.

Можно сказать, что развитие каталитической химии в течение длинного исторического периода определялось экономическими и социальными причинами. В истории 18-19 века в целом характеризуются бурным развитием промышленности. Химическая же промышленность только начинает зарождаться. В этот период в больших количествах необходимы минеральные кислоты, поэтому появляются каталитические процессы получения  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (и гомогенные, и гетерогенные), затем – процессы получения  $\text{HNO}_3$ . Конец 19 – начало 20 веков характеризуются

развитием сельского хозяйства, что создает потребность в минеральных удобрениях. Чилийскую селитру везут из Америки и она дорого стоит, что приводит к появлению габеровского процесса синтеза аммиака и процесса окисления аммиака, т.е. синтеза азотной кислоты<sup>[3][4]</sup>. Реакция разложения пероксида водорода в присутствии оксида марганца (IV) относится к гетерогенно-каталитическим процессам.



Реакция протекает при обычных условиях. Её история началась в 1818 году, когда французский химик Луис Терано, проводя химические опыты с разными веществами, решил соединить пероксид бария и серную кислоту. В результате этой химической реакции было получено вещество, очень похожее на обычную воду. Но оно было в полтора раза тяжелее воды, испарялось заметно медленнее и в любых пропорциях могло смешиваться с водой. Новое вещество получило название «окисленная вода». Полученную случайно «окисленную воду» позже называли перекисью водорода, а современное название – пероксид водорода<sup>[5][6]</sup>.

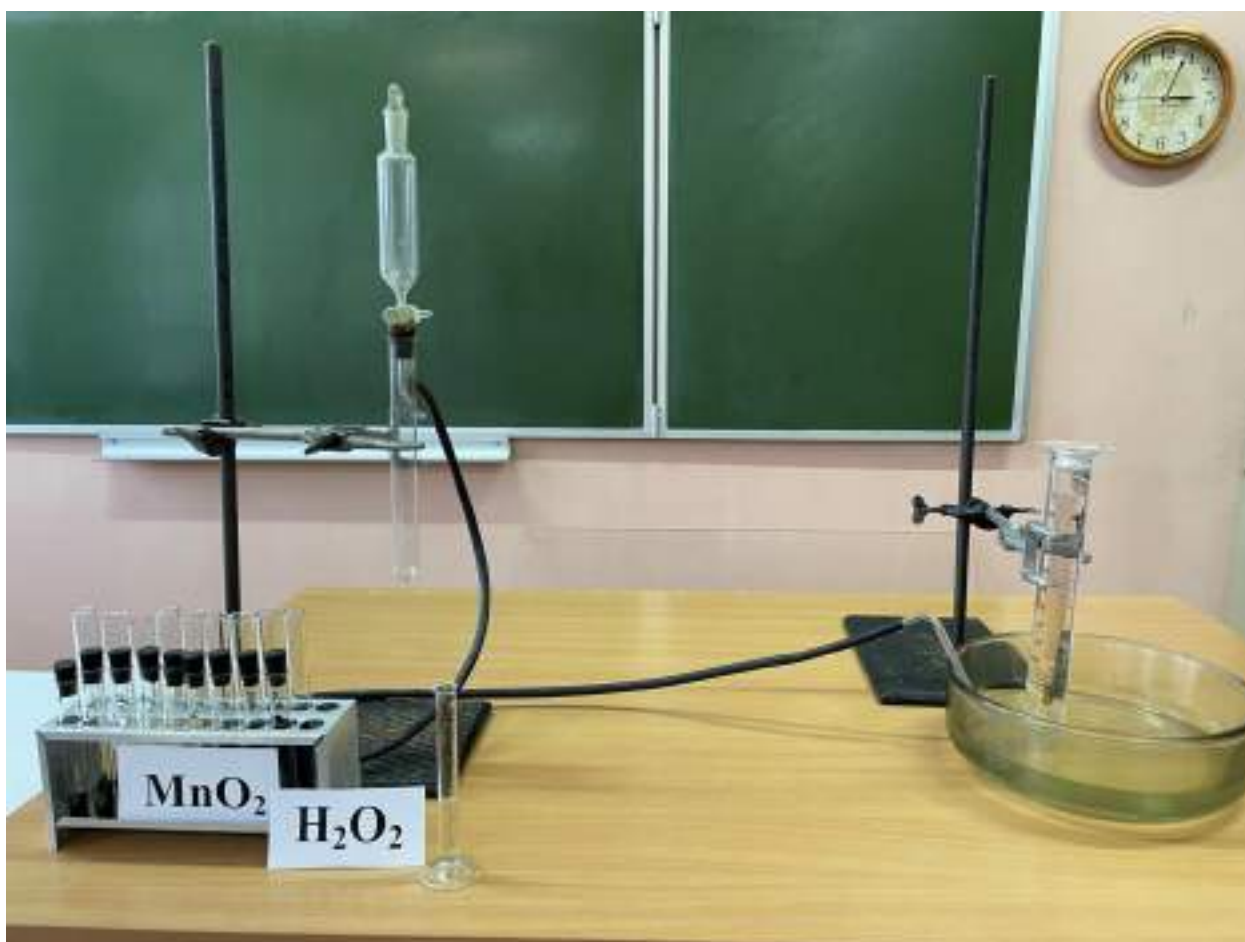
## Глава 2. Практическая работа

Цель: провести несколько серий опытов с реакцией каталитического разложения пероксида водорода в присутствии оксида марганца (IV) в качестве катализатора для получения количественных данных по выходу кислорода.

Ход работы:

Проведено 6 серий опытов. Каждая серия состоит из 9 реакций. При проведении каждой реакции к 5 мл 3%-ного раствора пероксида водорода добавляют оксида марганца (IV). Масса оксида марганца (IV) для каждой реакции разная, она изменяется от 0,5 г до 4,5 г. Производится измерение объема выделившегося кислорода.

Прибор для проведения реакции (Приложение 1):



В пробирку с боковой газоотводной трубкой помещают навеску катализатора  $\text{MnO}_2$ , в воронку наливают раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$  и закрывают ее, что обеспечивает герметичность прибора. С помощью второго крана воронки раствор попадает в зону реакции. Начинается взаимодействие и выделяющийся кислород вытесняет в цилиндр по газоотводной трубке из прибора соответствующий по объёму кислороду воздух, вытесняя воду. Кислород в силу того, что он тяжелее воздуха, остается в приборе. Использование цилиндра позволяет измерить объём получившегося кислорода. Результаты измерений фиксируются в таблице.

№ про-бир-ки	Масса $\text{MnO}_2$ (г)	Объем выделившегося кислорода (мл)						Средне е значен ие	Средне е значен ие без утечки
		1 серия	2 серия	3 серия	4 серия	5 серия	6 серия		
1	0,5	3	4	15	16	14	13	10,3	14,5
2	1,0	21	19	17	20	21	20	19,6	19,6
3	1,5	24	39	41	43	38	41	37,67	40,4
4	2,0	30	37	38	40	40	41	37,67	39,2
5	2,5	21	20	42	41	43	42	34,83	42
6	3,0	18	30	16	45	46	46	33,5	45,67
7	3,5	25	47	45	46	49	48	43,3	47
8	4,0	30	50	52	51	53	52	48	51,6
9	4,5	42	30	53	57	56	54	48,67	55

По данным каждой серии реакций построены графики, которые отражают прямую зависимость количества продукта от концентрации катализатора, выполняющего роль реагента (Приложение 2).

Для каждой навески катализатора рассчитано среднее значение объёма выделившегося кислорода. При этом самые низкие значения, получившиеся в силу нарушения герметичности прибора, отбрасывались.

Вывод.

Средние цифры достаточно четко подтверждают гипотезу, выдвинутую нами в начале работы над проектом.

Количество выделяющегося кислорода при каталитическом разложении пероксида водорода зависит от количественного соотношения реагента и катализатора.



## Заключение

На кривой графика средних значений объема образующегося кислорода (Приложение 1), четко видно, что наиболее продуктивным является количественное соотношение: на 5мл 3%-ного раствора пероксида водорода 1,5 г оксида марганца (IV). При этом выделяется 40,4мл кислорода.

Цифровое соотношение объема 3%-ного раствора пероксида водорода массы оксида марганца (IV) легко рассчитать:

$$V(\text{p. H}_2\text{O}_2) : m(\text{MnO}_2) = 5 : 1,5 = 3,3 : 1$$

Это можно использовать для расчета количества реагентов с целью получения кислорода заданного объема. Например, необходимо получить кислород объемом 100мл.

### 1. Расчет объема 3%-ного раствора пероксида водорода

$$V_1(\text{p. H}_2\text{O}_2) : V_1(\text{O}_2) = V_2(\text{p. H}_2\text{O}_2) : V_2(\text{O}_2)$$

$$V_2(\text{p. H}_2\text{O}_2) = V_1(\text{p. H}_2\text{O}_2) \cdot V_2(\text{O}_2) : V_1(\text{O}_2)$$

$$V_2(\text{p. H}_2\text{O}_2) = 5\text{мл} \cdot 100\text{мл} : 40,4\text{мл} = 12,37\text{мл}$$

### 2. Расчет массы необходимого оксида марганца (IV)

$$m(\text{MnO}_2) = V_2(\text{p. H}_2\text{O}_2) : 3,3 = 12,37 : 3,3 = 3,75\text{г}$$

Нами рассчитаны количества реагентов, которые можно использовать для получения кислорода на Практической работе № 3 «Получение, собирание и распознавание кислорода» в 8 классе. Результаты показаны в таблице.

$V(\text{O}_2)$	$V(\text{p. H}_2\text{O}_2)$	$m(\text{MnO}_2)$
<b>25мл</b> (объем пробирки)	$5\text{мл} \cdot 25\text{мл} : 40,4\text{мл} =$ <b>3мл</b>	$3 : 3,3 =$ <b>0,9г</b>

Используя расчетные данные, мы несколько раз провели эту работу. Первые две попытки оказались неудачными.

Проблема.

Реакция сразу же начинается с очень большой скоростью. Как только к оксиду марганца (IV) приливают раствор пероксида водорода, образуется сразу так много кислорода, что реагенты вылетают из пробирки, где протекает реакция. Соединять вещества в обратном порядке нецелесообразно, так как бурно выделяющийся газ выбрасывает из емкости часть катализатора.

Выводы.

- Проводить реакцию в пробирке нельзя.
- Вместо пробирки необходимо использовать химический стакан.
- Последовательность соединения реагентов не может быть произвольной. На дно стакана помещают навеску катализатор и затем медленно приливают раствор пероксида водорода.
- Доказывают наличие кислорода тлеющей лучиной, которая по мере погружения в стакан разгорается.
- Это еще и доказывает, что кислород тяжелее воздуха, так как собрался на дне стакана. По этой причине необходимо использовать стакан с высокими стенками.

Надеемся, что наша работа поможет будущим восьмиклассникам самостоятельно, безопасно и успешно получить кислород, используя реакцию каталитического разложения пероксида водорода. В помощь им составлено описание хода эксперимента.

Практическая работа № 3

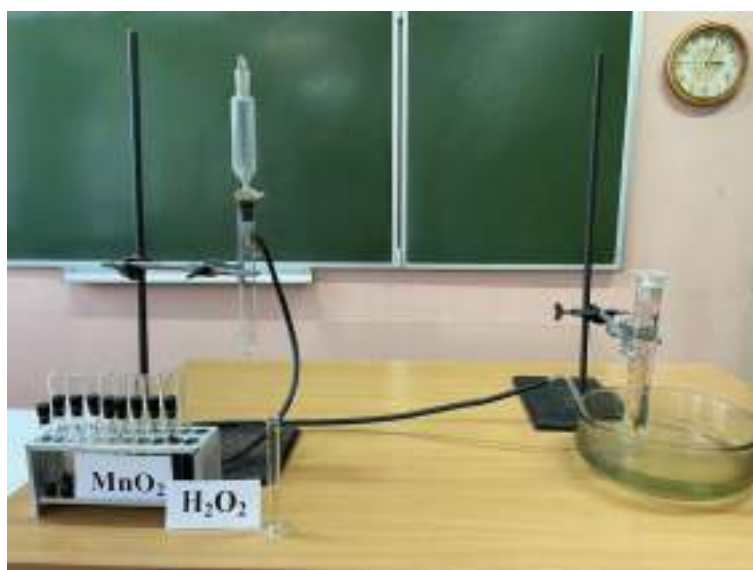
«Получение, собирание и распознавание кислорода»

Ход работы:

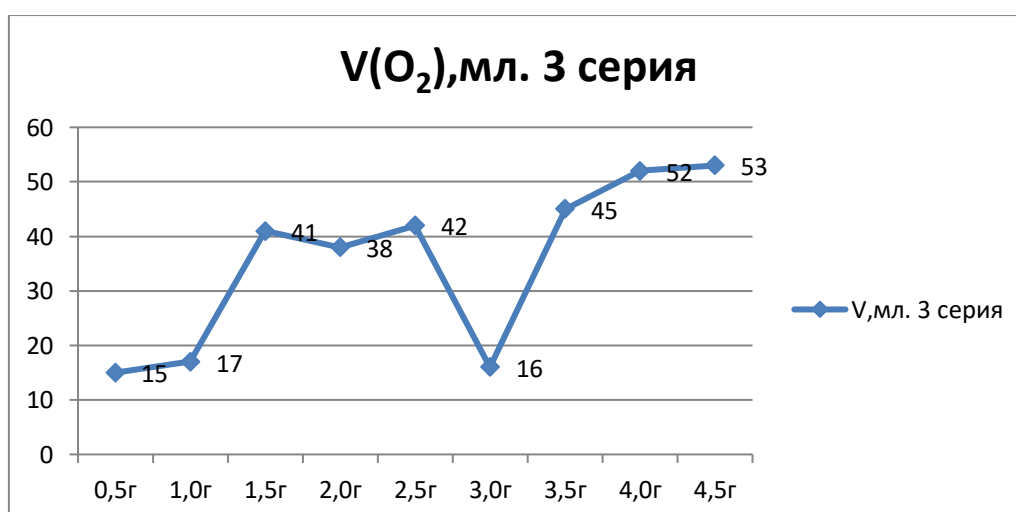
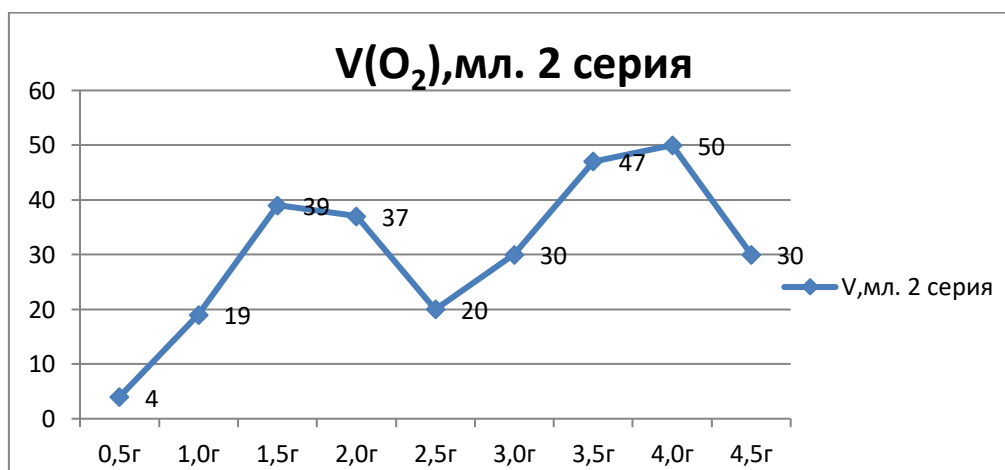
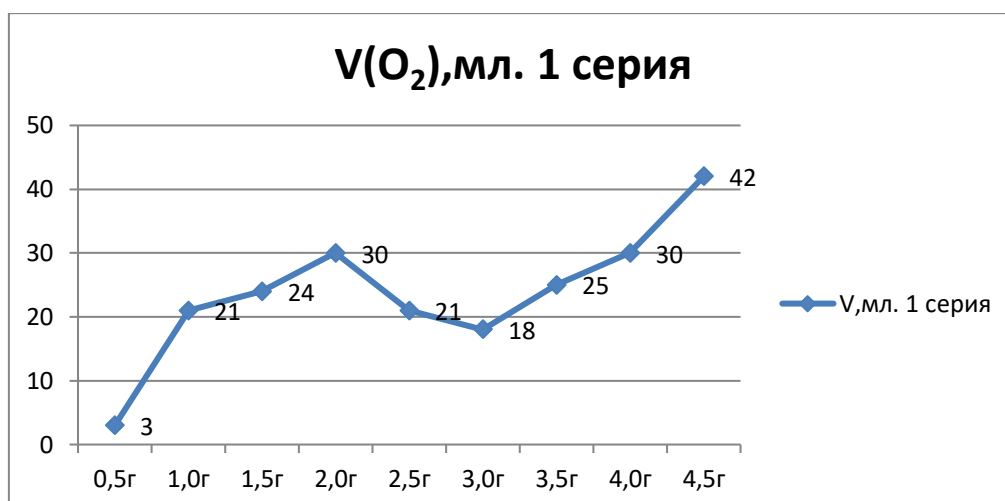
1. С помощью весов взвесить 0,9г оксида марганца (IV)
2. Используя мерный цилиндр, отмерьте 3мл 3%-ного раствора пероксида водорода
3. Поместите навеску оксида марганца (IV) в химический стакан с высокими стенками.
4. К навеске в стакан осторожно приливайте раствор пероксида водорода.
5. Приготовьте древесную лучину, зажгите её в пламени спиртовки, дайте ей немного прогореть и медленно опускайте тлеющую лучину в стакан, где проводилась реакция.
6. Сделайте выводы из полученных наблюдений.

Мы же, работая над проектом, расширили свои знания в области естественных наук, смогли применить все то, чему научились на уроках математики, физики, химии и информатики, закрепили свои умения заниматься проектной деятельностью<sup>[7]</sup>.

## Приложение 1



## Приложение 2



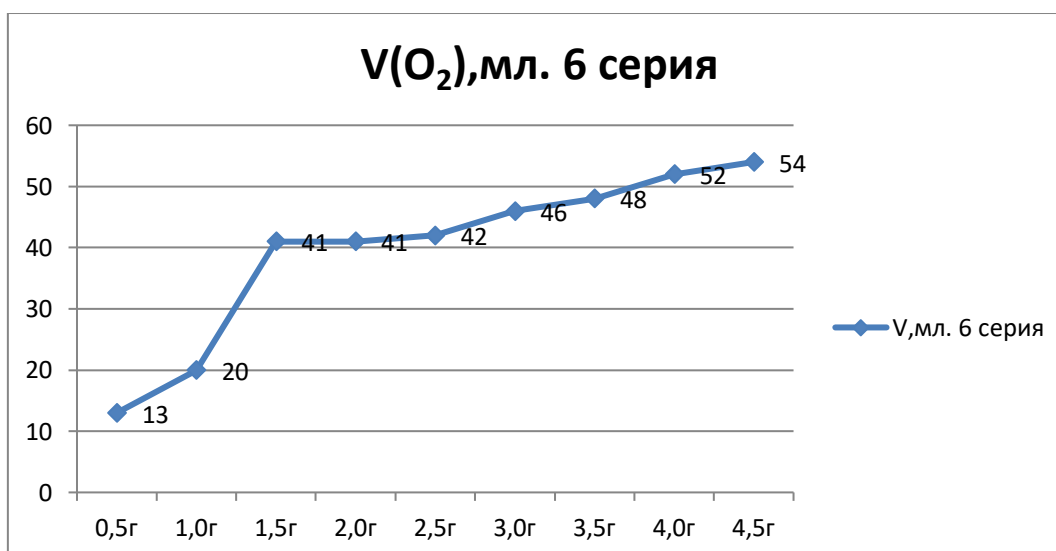
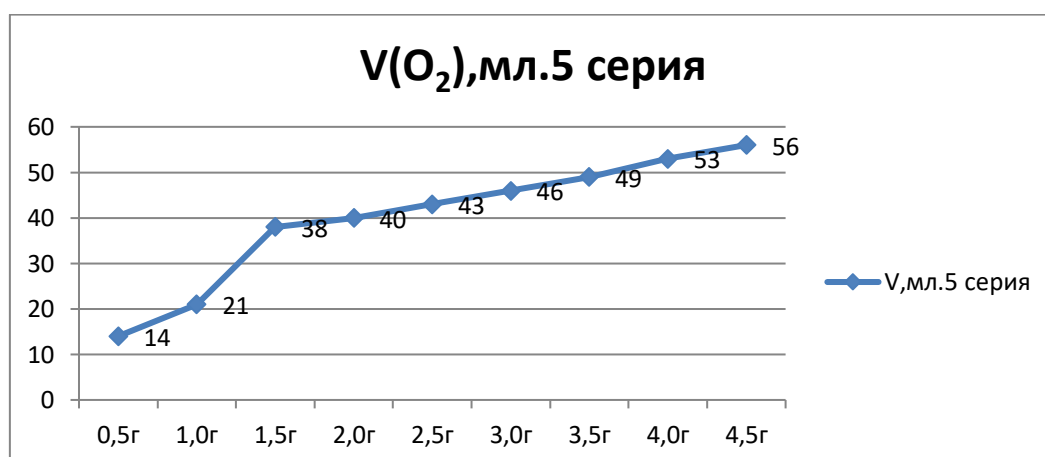
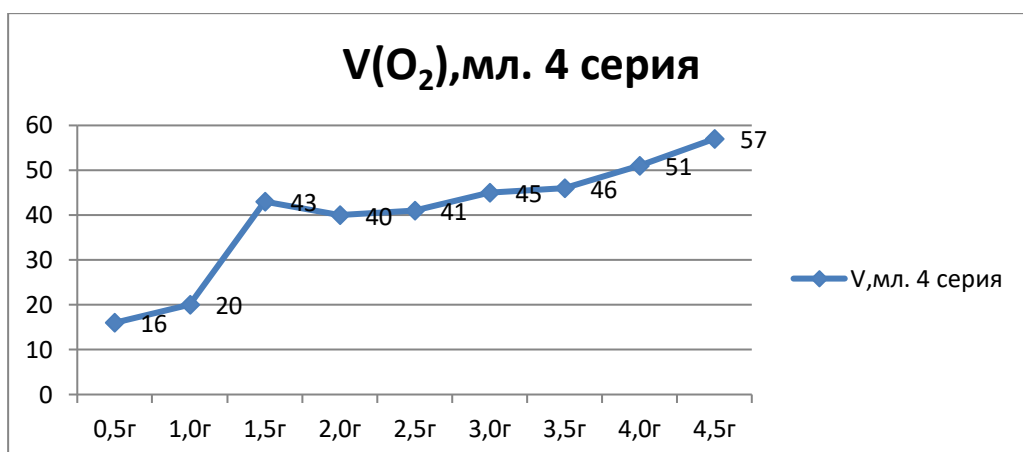
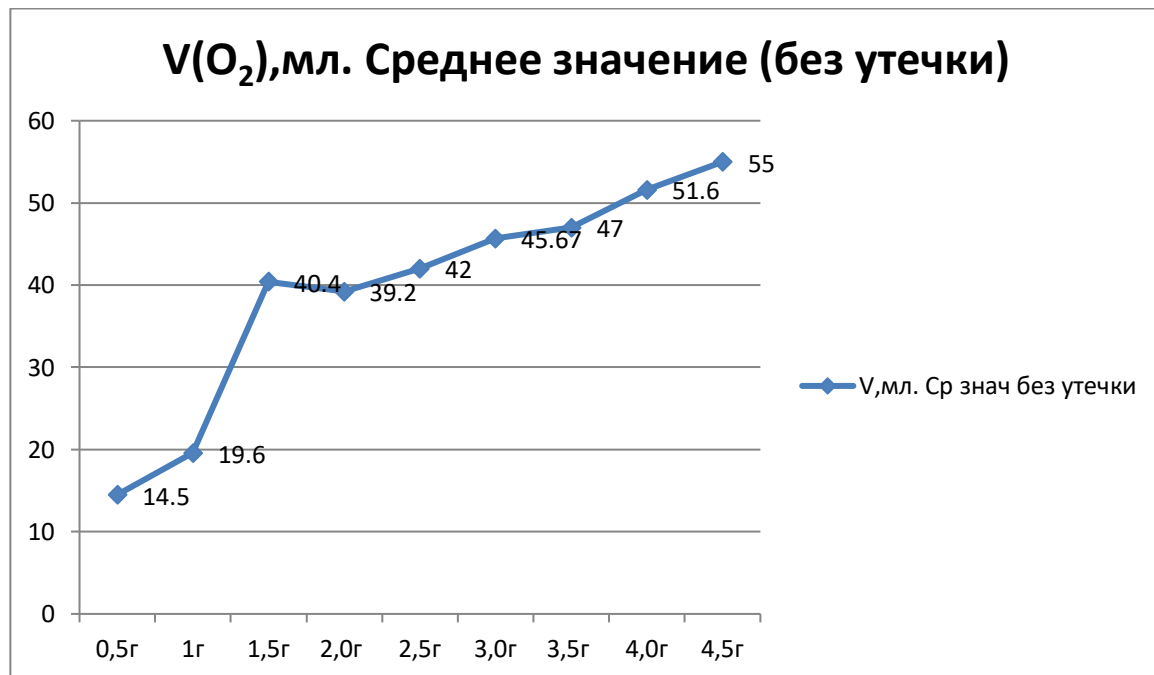


Таблица количественных данных эксперимента

№ пробирки	Масса $MnO_2$ (г)	Объем выделившегося кислорода (мл)						Среднее значение	Среднее значение без утечки
		1 серия	2 серия	3 серия	4 серия	5 серия	6 серия		
1	0,5	3	4	15	16	14	13	10,3	14,5
2	1,0	21	19	17	20	21	20	19,6	19,6
3	1,5	24	39	41	43	38	41	37,67	40,4
4	2,0	30	37	38	40	40	41	37,67	39,2
5	2,5	21	20	42	41	43	42	34,83	42
6	3,0	18	30	16	45	46	46	33,5	45,67
7	3,5	25	47	45	46	49	48	43,3	47
8	4,0	30	50	52	51	53	52	48	51,6
9	4,5	42	30	53	57	56	54	48,67	55



## Библиографический список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Габриелян О.С. Химия. 8 класс: учебн. для общеобразоват. организаций/ О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С.А.Сладков. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2020.-175с.: ил. - 978-5-09—074076-0
2. Википедия [электронное пособие] / «катализ» Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7>
3. Википедия [электронное пособие] / «Процесс Габера» Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81\\_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0)
4. Химическая энциклопедия: В 5 т.: т. 1: А-Дарзана/Ред-кол.: Кнунянц И.Л. (гл. ред.) и др. - М.: Сов. энцикл., 1988.-623 с: ил.
5. Учебные материалы [электронное пособие] / «Краткая история развития катализа и теорий, объясняющих это явление» Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/bDB685pV6Lw.html>
6. ВикиЧтение [электронное пособие] / «история открытия явления катализа» Режим доступа: <https://fis.wikireading.ru/1549>
7. Индивидуальный проект. 10-11 классы: учебн. Пособие для общеобразоват. организаций / [М.В.Половкова, А.В.Носов, Т.В.Половкова, М.В.Майсак]. -3-е изд.- М.: Просвещение, 2021. – 159с. – (Профильная школа). – ISBN 978-5-09-077323-2.