

Всероссийский конкурс учебно-исследовательских работ старшеклассников  
по политехническим, естественным, математическим дисциплинам  
для учащихся 9-11 классов

ФИЗИКА

**Исследование электропроводности  
растворов солей**

Возякова Екатерина Ивановна

9 класс

МАОУ Суксунская СОШ№1

п.Суксун

Руководитель:

Рыщин Сергей Ювенальевич

учитель физики

Пермь2018

## Содержание

Введение.....	2
Методы и технологии исследования .....	4
Метод определения концентрации растворов.....	6
Технологическая карта исследования.....	8
Результаты исследований.....	10
Анализ.....	15
Заключение.....	18
Список литературы.....	19
Приложение 1 .....	20
Приложение 2.....	21

# Введение

В таблице растворимости элементы стоят в определенном порядке.

Металлы, стоящие левее, являются более сильными восстановителями, чем металлы, расположенные правее: они вытесняют последние из растворов солей. Металлы, стоящие в ряду правее водорода, с водными растворами кислот-неокислителей при обычных условиях не взаимодействуют.

При электролизе металлы, стоящие правее водорода, выделяются на катоде; восстановление металлов умеренной активности сопровождается выделением водорода; наиболее активные металлы (до алюминия) невозможно при обычных условиях выделить из водных растворов солей.

При растворении солей в воде образуются ионы вещества, которые определяют проводимость раствора. Рассматривая вещество по ряду напряжений можно задать вопрос: «Зависит ли уровень проводимости вещества от положения элементов в этой таблице?»

На основе этого вопроса я предположила, что проводимость зависит от положения элемента в таблице и увеличивается к правому краю таблицы, и выдвинула следующую гипотезу, поставила перед собой цель и задачи:

**Гипотеза:** электропроводность раствора зависит от положения элемента в таблице растворимостей. При этом электропроводности может увеличиваться при удалении элемента от водорода

**Цель работы:** исследовать зависимость электропроводности различных соляных растворов от концентрации соли, в зависимости от положения металла в таблице растворимости.

**Объект исследования:** соляные растворы

**Предмет исследования:** проводимость растворов солей металлов

**Задачи:**

- 1) изучить литературу;
- 2) создать установку для исследования;

- 3) провести исследование зависимости электропроводности от концентрации соли;
- 4) провести анализ результатов по графику зависимости;
- 5) составить заключение с выработкой рекомендации при использовании соляных растворов.

# Методы и технологии

## исследования

Своё исследование, я проводила с помощью прямого метода измерения при помощи оборудования:

### Оборудование:



Рис.1.Электронные датчики с процессором



Рис.2.Рычажные весы (с разновесами)



Рис.3.Стакан стеклянный



Рис.4.Калий азотистый (KNO3)



Рис.7.Химически чистая и поваренная соль  
NaCl



Рис.6. Дистиллированная вода



Рис8. Батарейки



Рис9.Медный купорос

Схема установки приведена на рис 10,

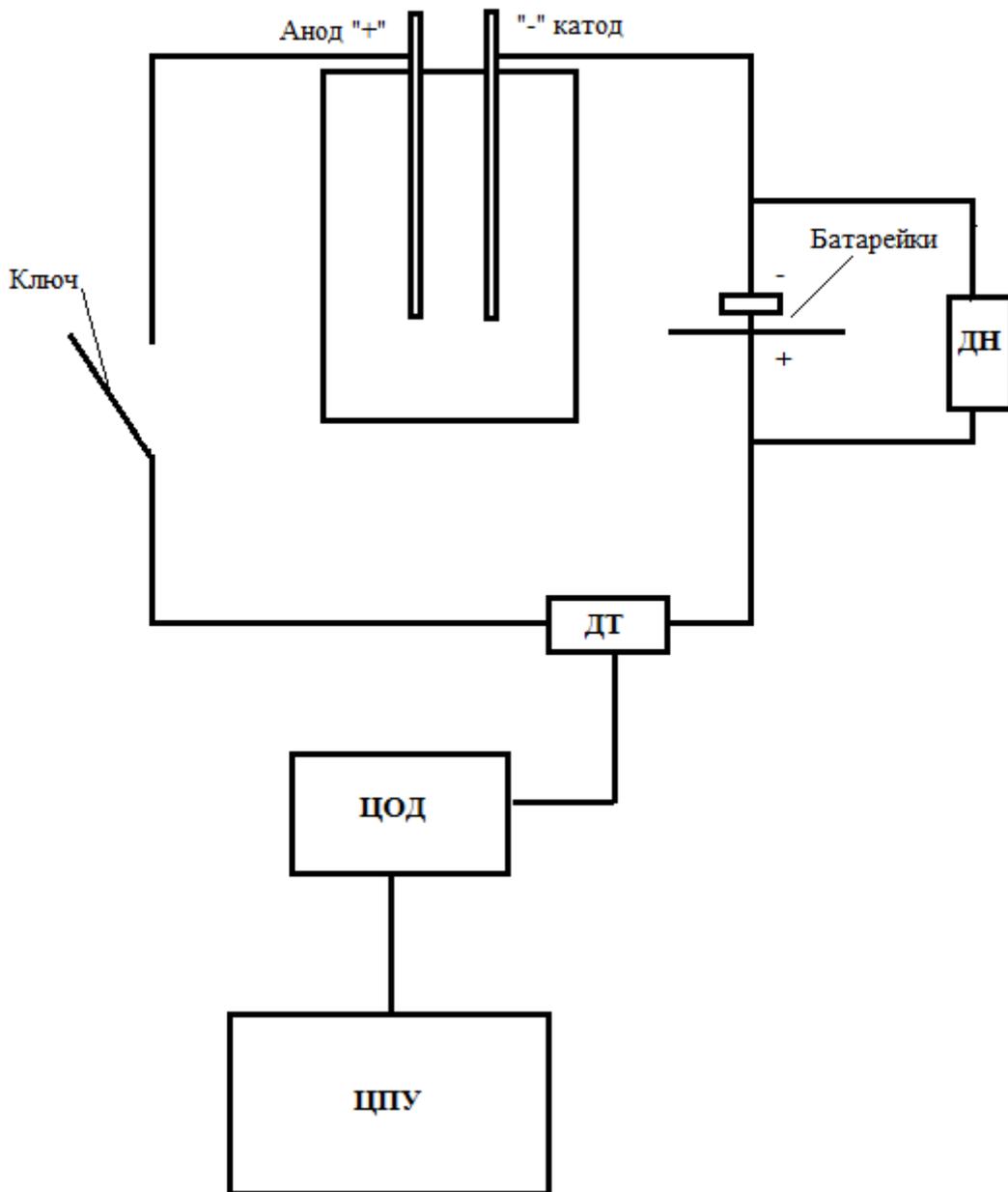


Рис10.

- Где: **ДН** – датчик напряжения  
**ДТ** – датчик тока  
**ЦОД** – центр обработки данных  
**ЦПУ** – центральное процессорное устройство (компьютер, типа «ноутбук»)  
**Батарейки** - источник постоянного тока

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА

### $\text{KNO}_3$

Перед началом опытов я задала себе параметр ,постоянный для каждого вещества , которым я пользовалась – это концентрация.

Для приготовления проводящего раствора я использовала объем 200 мл. (стакан с дистиллированной водой). Так как наши школьные приборы обеспечивают показания до 1 А, то я выбрала концентрацию раствора  $n=0,01$  моль/литр. Данная концентрация обеспечивала проводимость раствора в пределах до 1 А.

Так как количество вещества в молях я не могу измерить, то я перевела количество вещества из молей в массу, измеряемую в миллиграммах.

$n = \frac{U}{V}$ , где  $n$  - концентрация [ моль/литр ],  $U$  - количество вещества [моль],  $V$ - объем растворителя (дистиллированная вода) [литр]

$U = \frac{m}{M_{\text{KNO}_3}}$ , где –  $m$  – масса вещества[миллиграмм]  $M_{\text{KNO}_3}$  – молярная масса  $\text{KNO}_3$

$$m = n \cdot M_{\text{KNO}_3} \cdot V = 0,01_{\text{моль}} \cdot 101 \cdot 10^{-3}_{\text{кг/моль}} \cdot 0,2_{\text{л}} = 202 \cdot 10^{-6}_{\text{кг}} = 202_{\text{мг}}$$

Таим образом на 200 мл нужно добавить 202мг  $\text{KNO}_3$ .

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА

### $\text{NaCl}$

Для приготовления проводящего раствора я использовала объем 200 мл. (стакан с дистиллированной водой). Так как наши школьные приборы обеспечивают показания до 1 А, то я выбрала концентрацию раствора  $n=0,01$  моль/литр. Данная концентрация обеспечивала проводимость раствора в пределах до 1 А.

Так как количество вещества в молях я не могу измерить, то я перевела количество вещества из молей в массу, измеряемую в миллиграммах.

$n = \frac{U}{V}$ , где  $n$  - концентрация [ моль/литр ],  $U$  - количество вещества [моль],  $V$ - объем растворителя (дистиллированная вода) [литр]

$$U = \frac{m}{M_{NaCl}}$$
, где – m – масса вещества [миллиграмм]  $M_{NaCl}$  – молярная масса NaCl

$$m = n \cdot M_{NaCl} \cdot V = 0,01_{\text{моль}} \cdot 58,5 \cdot 10^{-3}_{\text{кг/моль}} \cdot 0,2_{\text{л}} = 117 \cdot 10^{-6} = 117_{\text{мг}}$$

Таим образом на нужно добавить 117мг NaCl

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА

### CuSO<sub>4</sub>

Для приготовления проводящего раствора я использовала объем 200 мл. (стакан с дистиллированной водой). Так как наши школьные приборы обеспечивают показания до 1 А, то я выбрала концентрацию раствора  $n=0,01$  моль/литр. Данная концентрация обеспечивала проводимость раствора в пределах до 1 А.

Так как количество вещества в молях я не могу измерить, то я перевела количество вещества из молей в массу, измеряемую в миллиграммах.

$n = \frac{U}{V}$ , где n - концентрация [ моль/литр ], U - количество вещества [моль], V- объем растворителя (дистиллированная вода) [литр]

$$U = \frac{m}{M_{CuSO_4}}$$
, где – m – масса вещества [миллиграмм]  $M_{KNO_3}$  – молярная масса CuSO<sub>4</sub>

$$m = n \cdot M_{CuSO_4} \cdot V = 0,01_{\text{моль}} \cdot 160 \cdot 10^{-3}_{\text{кг/моль}} \cdot 0,2_{\text{л}} = 0,32 \cdot 10^{-6}_{\text{кг}} = 320_{\text{мг}}$$

Таим образом на 200 мл нужно добавить 320 мг CuSO<sub>4</sub>

## Технологическая карта исследования:

### Концентрацию раствора увеличиваем с шагом 0,01 моль/литр, до получения концентрации 0,1 моль/литр

- I. Исследование электропроводности воды
  - 1.1. Исследование электропроводимости воды
    - 1.1.1. Налить в стакан 200г воды
    - 1.1.2. Измерить электропроводимость с помощью электронного датчика
  - 1.2. Исследование электропроводимости азотистого калия( $KNO_3$ )
    - 1.2.1. Налить в стакан 200г воды
    - 1.2.2. Добавить в воду 200мгсоли, размешать до полного растворения соли
    - 1.2.3. Измерить электропроводимость с помощью электронного датчика
    - 1.2.4. Повторять пункт 1.2.1- 1.2.5,при этом увеличивать концентрацию соли на 200 мг
    - 1.2.5. Завершить исследование при массе соли 1,7 г
  - 1.3. Исследование электропроводимости химически чистой соли ( $NaCl$ )
    - 1.3.1. Налить 200г воды.
    - 1.3.2. Добавить в воду 120мг соли и размешать до полного растворения.
    - 1.3.3. Измерить электропроводимость с помощью электронного датчика
    - 1.3.4. Повторять пункт 1.3.1- 1.3.5,при этом увеличивать концентрацию соли на120мг
    - 1.3.5. Завершить исследование при массе соли 1г
  - 1.4. Исследование электропроводимости поваренной соли
    - 1.4.1. Налить 200г воды.
    - 1.4.2. Добавить в воду 120мг соли и размешать до полного растворения.

- 1.4.3. Измерить электропроводимость с помощью электронного датчика
- 1.4.4. Повторять пункт 1.3.1- 1.3.5, при этом увеличивать концентрацию соли на 120 мг
- 1.4.5. Завершить исследование при массе соли 1 г
- 1.5. Исследование электропроводимости медного купороса
  - 1.5.1. Налить 200 г воды.
  - 1.5.2. Добавить в воду 320 мг соли и размешать до полного растворения.
  - 1.5.3. Измерить электропроводимость с помощью электронного датчика
  - 1.5.4. Повторять пункт 1.5.1- 1.5.5, при этом увеличивать концентрацию соли на 120 мг
  - 1.5.5. Завершить исследование при массе соли 3,2 г
2. Строим графики опираясь на исследования

Все опыты проходили при постоянном напряжении, равном, примерно, 6 вольтам.

## Результаты исследований

В результате исследований мной были получены зависимости электропроводности (приложение 2).

На основании этих результатов я заполнила таблицы 1, 2 и 3.

График 1 и таблица 1 характеризуют зависимость электропроводности раствора азотистого калия от концентрации соли.

График 2 и таблица 2 показывают зависимость электропроводности поваренной соли  $\text{NaCl}$  от концентрации соли.

График 3 и таблица 3 показывают зависимость электропроводности раствора химически чистой соли  $\text{NaCl}$  от концентрации соли.

График 4 и таблица 4 показывают зависимость электропроводности раствора медного купороса от концентрации соли.

концентрация соли в моль/л	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Средняя электропроводность I(A)	0,023	0,031	0,036	0,045	0,054	0,062	0,07	0,074	0,087
Максимальная электропроводность I(A)	0,025	0,036	0,038	0,05	0,061	0,069	0,071	0,082	0,096

Таблица 1

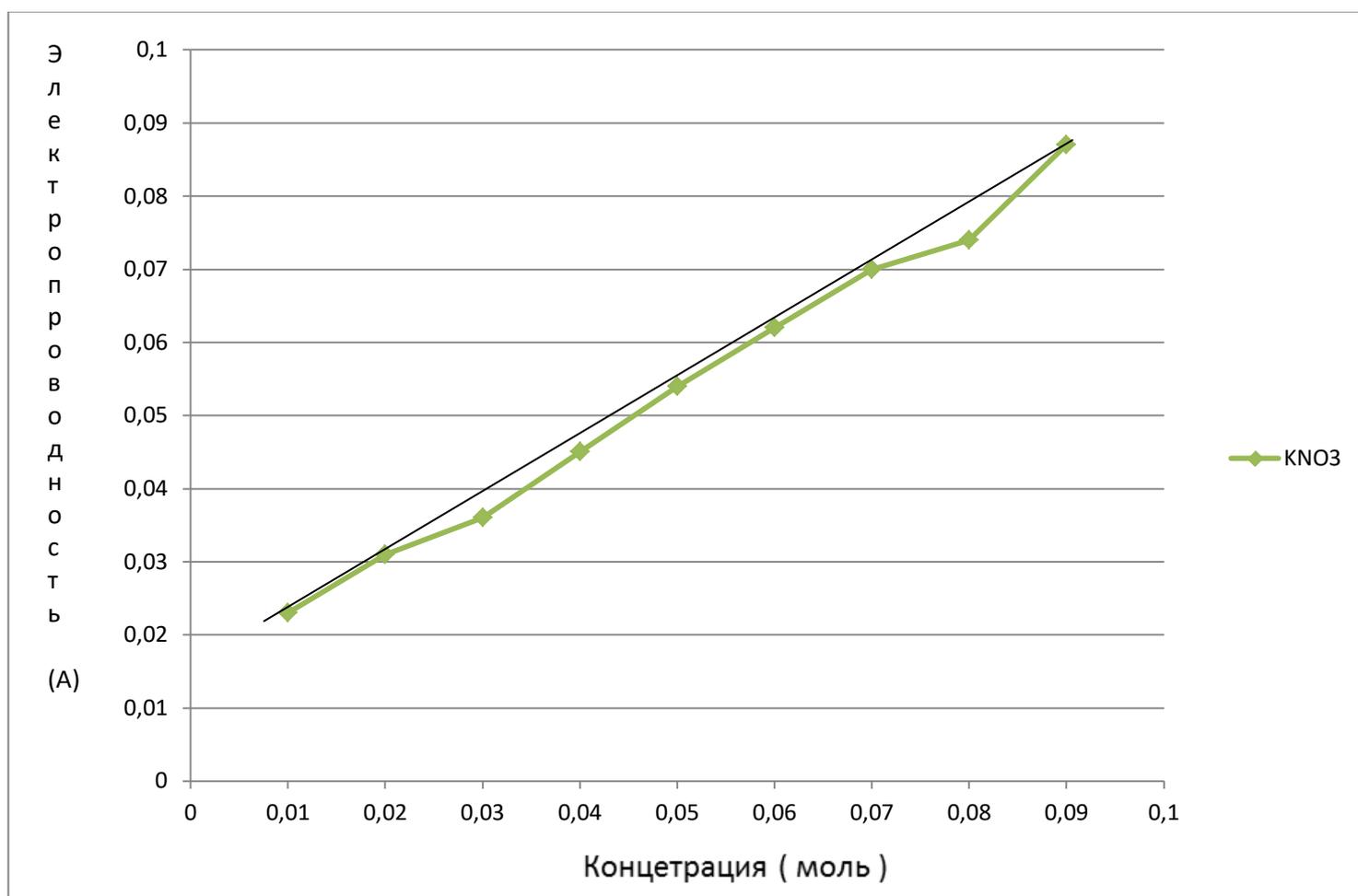


График 1

центрация соли в моль/200 мл	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Средняя электропроводность I(A)	0	0,021	0,036	0,041	0,034	0,035	0,047	0,068	0,094
Максимальная электропроводность I(A)	0	0,025	0,046	0,065	0,056	0,054	0,059	0,119	0,115

Таблица 2

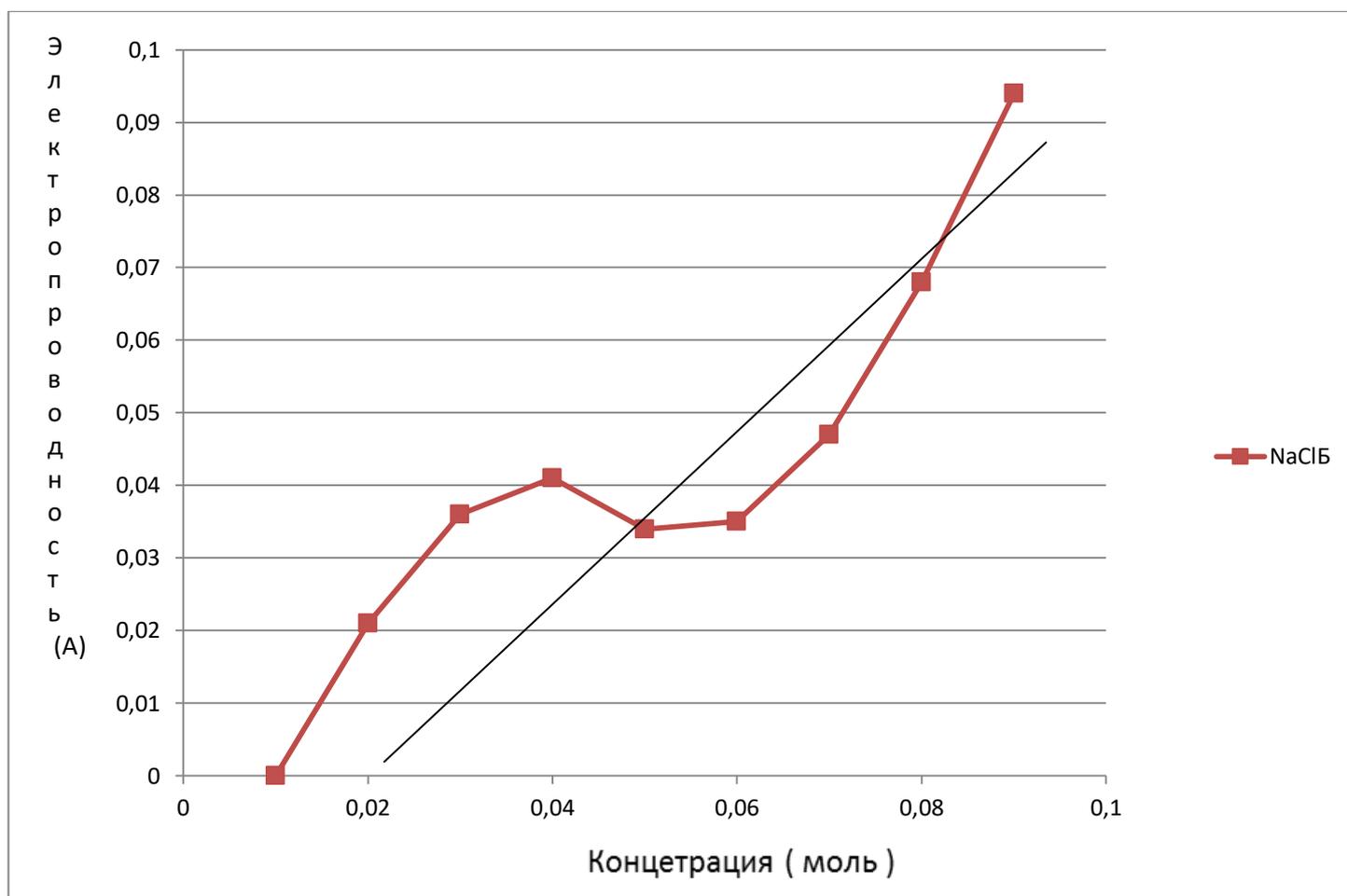


График 2

концентрация соли моль/200мл	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
Средняя электропроводность I(A)	0,008	0,02	0,023	0,031	0,036	0,041	0,047	0,053	0,069	0,062
Максимальная электропроводность I(A)	0,008	0,025	0,025	0,044	0,05	0,063	0,073	0,088	0,113	0,121

Таблица 3

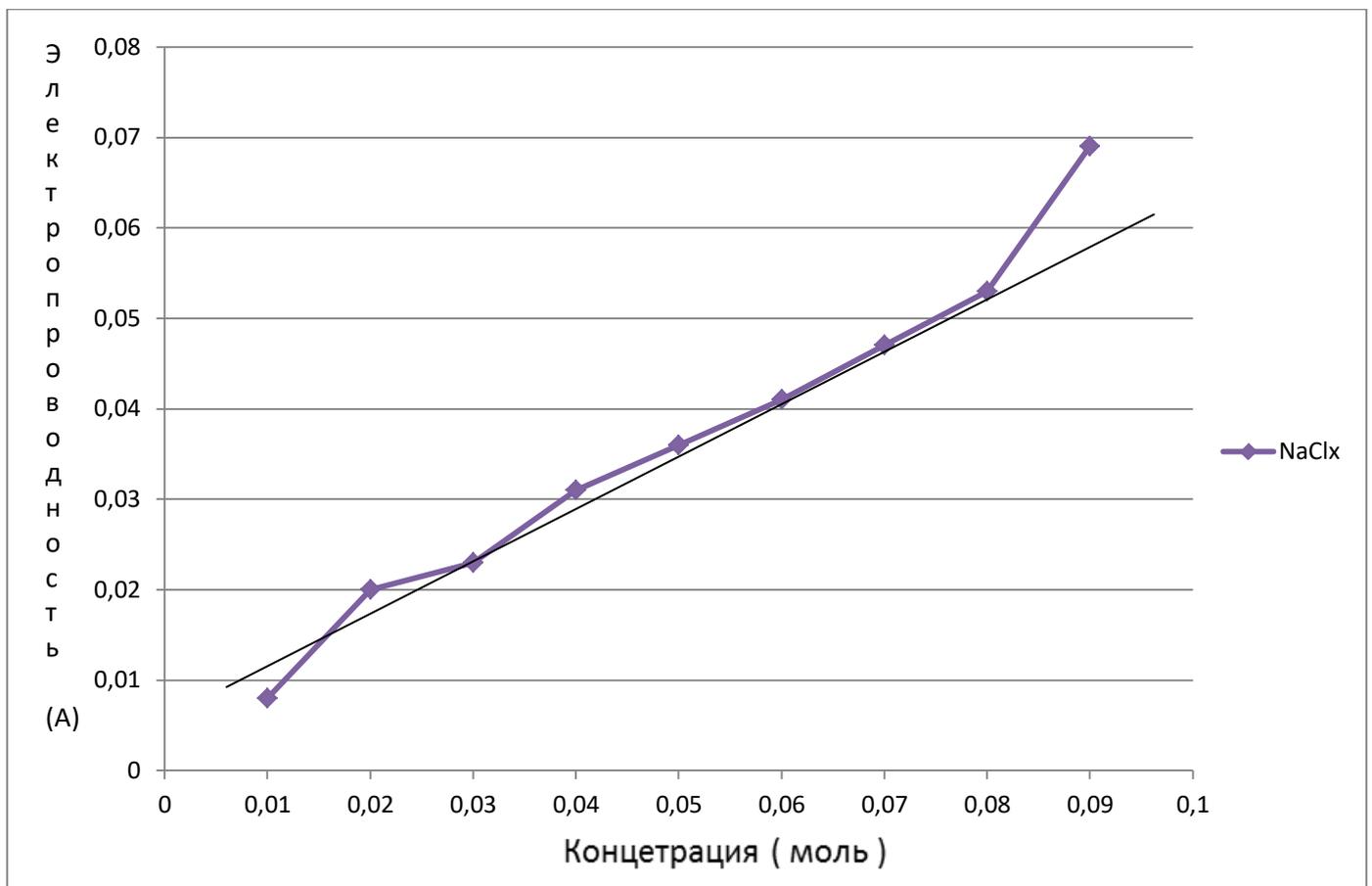


График 3

Концентрация соли моль/200мл	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
Средняя электропроводность I(A)	0,012	0,018	0,021	0,041	0,039	0,06	0,043	0,068	0,089	0,062
Максимальная электропроводность I(A)	0,015	0,021	0,029	0,052	0,046	0,077	0,052	0,082	0,113	0,096

Таблица 4

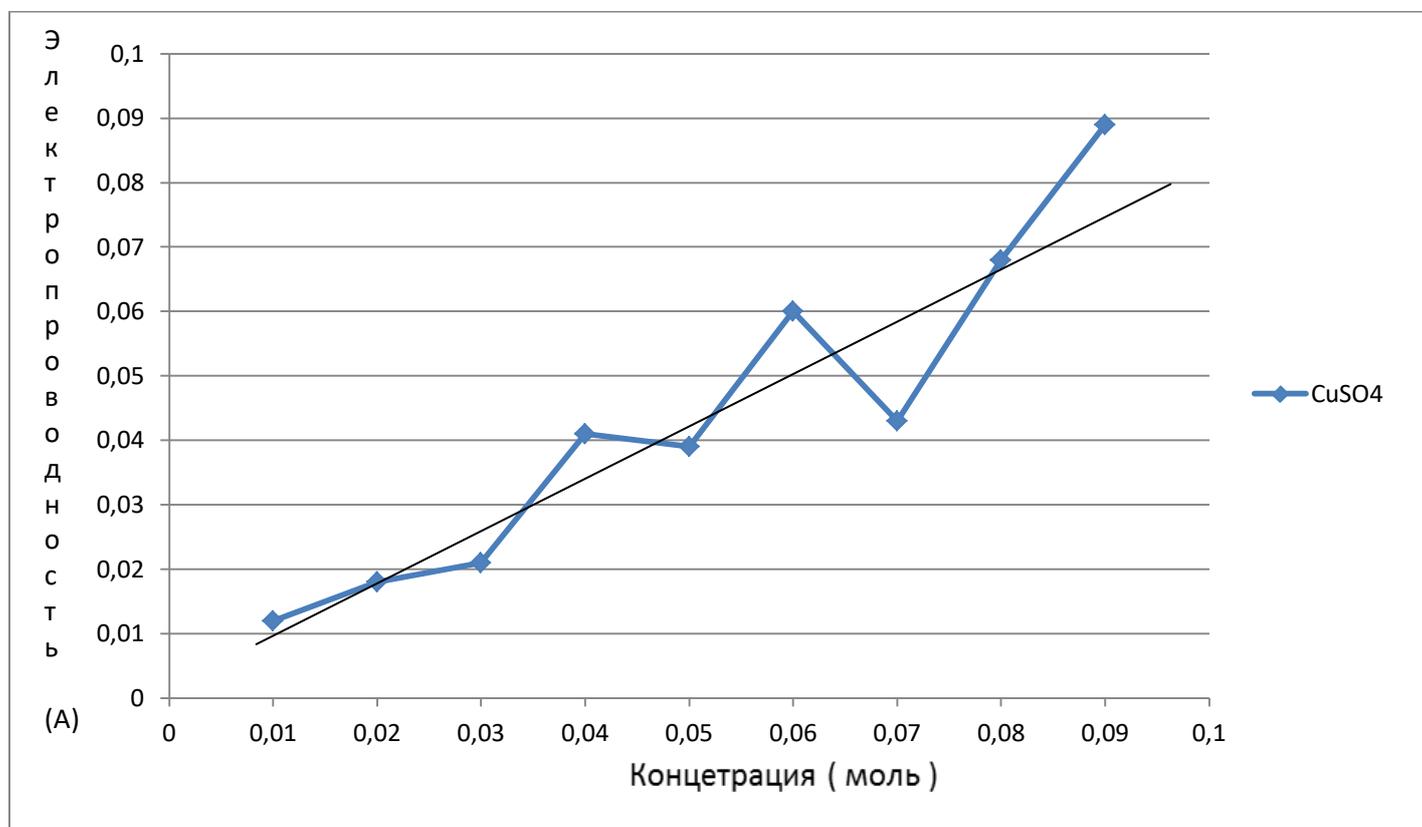


График 4

## Анализ результатов исследования

Проводя опыт с  $\text{KNO}_3$ , я заметила что при проведении опыта электропроводность линейно изменялась, при этом опыт проходил с выделением водорода, на аноде откладывались частички распада вещества и с увеличением концентрации соли их количество увеличивалось, как и скорость их образования, при этом я наблюдала выпадение голубоватого осадка.

При проведении опыта с химически чистым  $\text{NaCl}_{\text{хч}}$  (химическая чистота) электропроводность линейно изменялась, при этом опыт проходил с выделением водорода, на аноде откладывались частички распада вещества и с увеличением концентрации соли в растворе их количество увеличивалось, как и скорость их образования, при этом я наблюдала выпадение голубоватого осадка.

При проведении опыта с бытовым  $\text{NaCl}_{\text{бч}}$  (бытовая чистота) электропроводность хаотично изменялась, при этом опыт проходил с выделением водорода, на аноде откладывались частички распада вещества и с увеличением концентрации соли в растворе их количество увеличивалось, как и скорость их образования, при этом я наблюдала выпадение голубоватого осадка.

При проведении опыта с  $\text{CuSO}_4$  электропроводность хаотично изменялась, на аноде образовывался черный нарост, а на катоде откладывались частички распада вещества и с увеличением концентрации соли в растворе их количество увеличивалось, как и скорость их образования, при этом я не наблюдала выпадение осадка, однако раствор становился синим, и чем больше вещества тем темнее цвет.

Все результаты я занесла в таблицу (таблица 5) и сравнила их, при этом я заметила несколько совпадений (отмечены в таблице 5), а так же построила графики, опираясь на эти результаты, на которых заметно 4 совпадения.

Так же я составила сравнительную таблицу максимальной электропроводности всех веществ(таблица 6),при этом я заметила несколько совпадений (отмечены в таблице 6), а так же, опираясь на эти результаты, я построила графики,на которых заметно 3 совпадения.

Вещество	Электропроводность								
	0,01 моль	0,02 моль	0,04 моль	0,05 моль	0,6 моль	0,7 моль	0,08 моль	0,09 моль	1 моль
$KNO_3$	0,023	0,031	0,036	0,045	0,054	0,062	0,07	0,074	0,087
$NaCl_{ХЧ}$	0,008	0,02	0,023	0,031	0,036	0,041	0,047	0,053	0,069
$NaCl_{БЧ}$	0	0,021	0,036	0,041	0,034	0,035	0,047	0,068	0,094
$CuSO_4$	0,012	0,018	0,021	0,041	0,039	0,06	0,043	0,068	0,089

Таблица 5

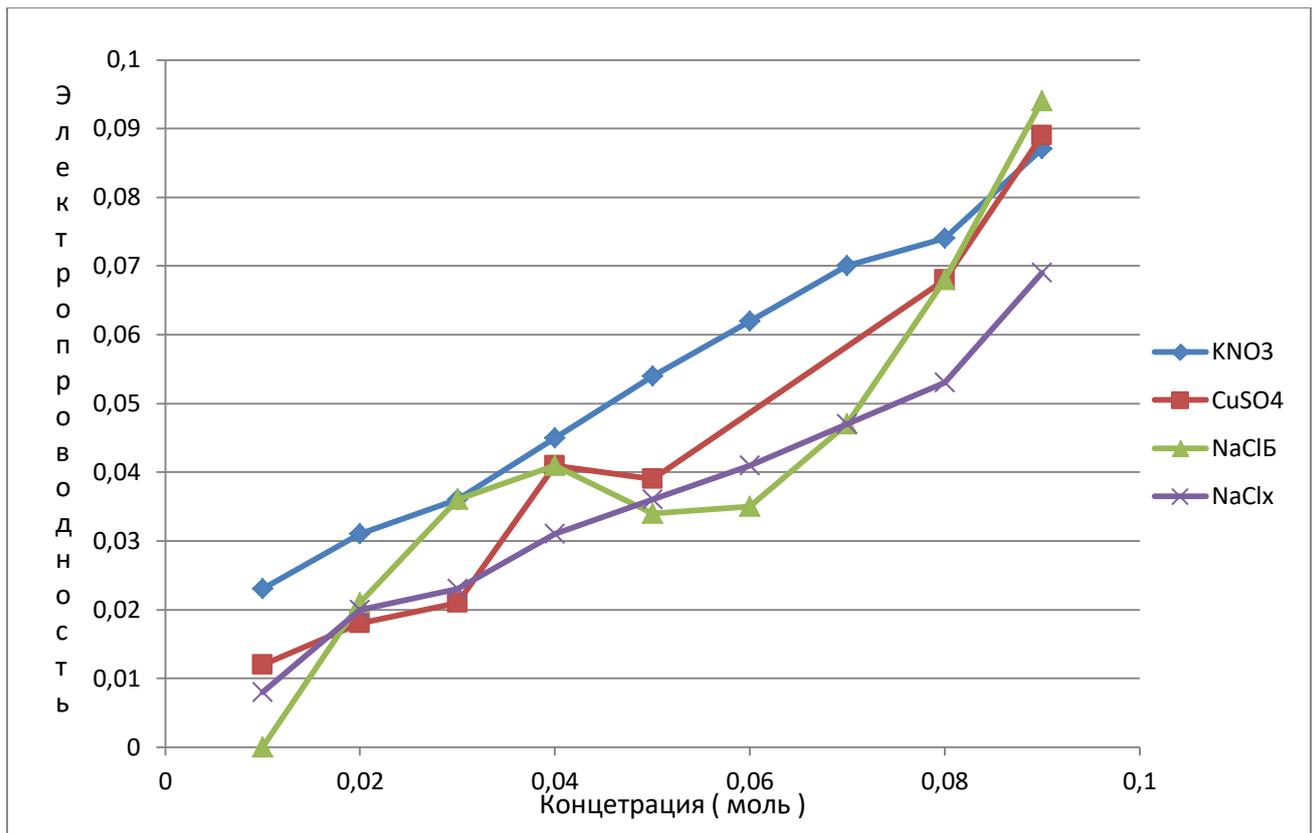


Таблица 5

Вещество	Максимальная электропроводность								
	0,01 моль	0,02 моль	0,04 моль	0,05 моль	0,6 моль	0,7 моль	0,8 моль	0,09 моль	1 моль
KNO <sub>3</sub>	0,025	0,036	0,038	0,05	0,061	0,069	0,071	0,082	0,096
NaCl <sub>Хч</sub>	0,008	0,025	0,025	0,044	0,05	0,063	0,073	0,088	0,113
NaCl <sub>Бч</sub>	0	0,025	0,046	0,065	0,056	0,054	0,059	0,119	0,115
CuSO <sub>4</sub>	0,015	0,021	0,029	0,052	0,046	0,077	0,052	0,082	0,113

Таблица 6

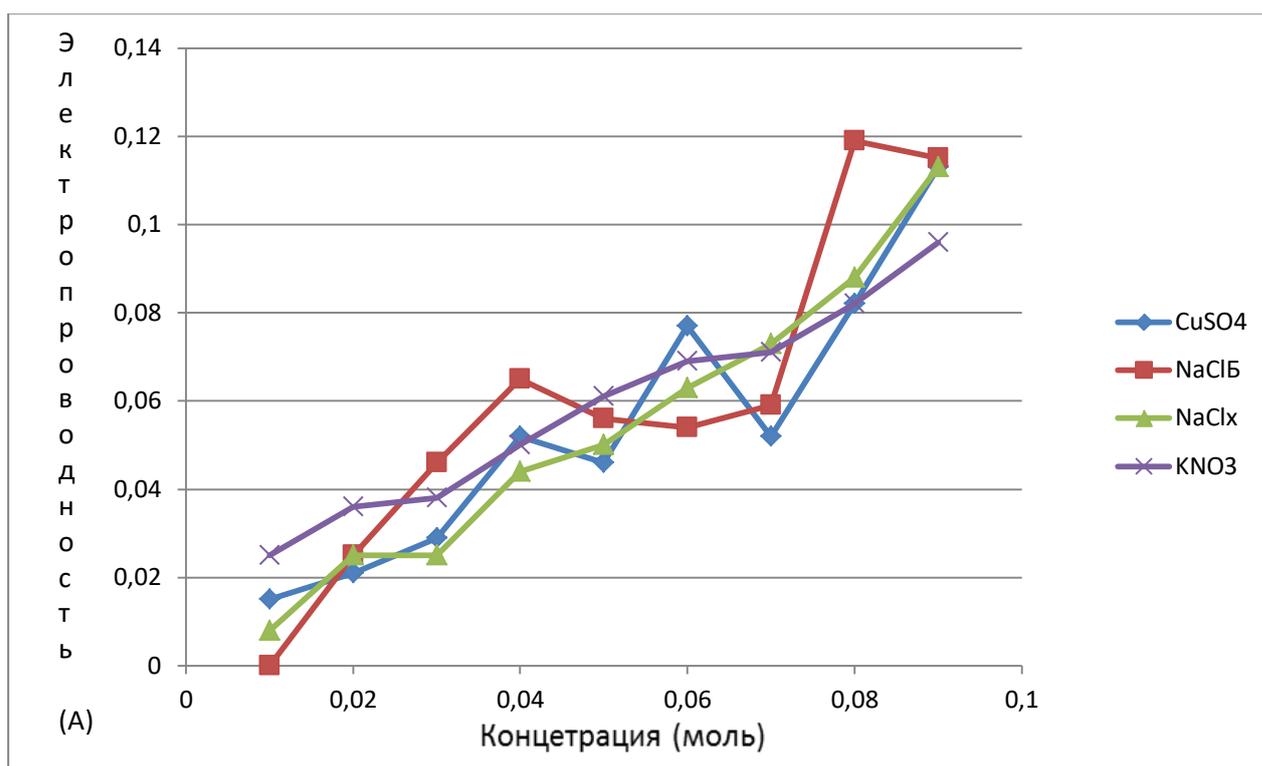


График 6

По таблице 5 и графику 5 можно отметить, что средняя электропроводность максимальна у крайних элементов относительно водорода (К и Cu), ближе к водороду по моим данным проводимость уменьшается (Na). Максимальная проводимость по таблице 6 и графику 6 практически одинакова и можно

сказать, что не зависит от положения элемента относительно водорода в таблице растворимостей.

## Заключение

Опираясь на своё исследование я сделала вывод: Гипотеза, выдвинутая мной вначале, частично подтвердилась.

Уровень максимальной электропроводности вещества не зависит от положения элементов в таблице растворимости, это зависит от характера соли.

Уровень средней электропроводимости зависит от положения вещества в таблице растворимостей, причем максимальная средняя электропроводимость увеличивается при отдалении элемента от водорода, как в одну сторону, так и в другую.

При применении бытовой поваренной соли, при увеличении концентрации в растворе, электропроводность хаотично изменялась. В остальных графиках, зависимость была линейная. При этом, цель по исследованию зависимости электропроводности различных соляных растворов от концентрации соли полностью достигнута. Я думаю, что мои исследования будут полезны для тех, кто составляет электропроводные растворы, а также создает на их основе гальванические элементы.

### Список литературы:

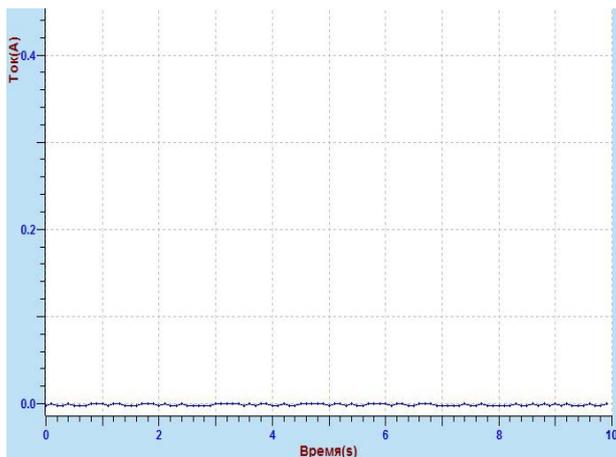
- Учебное издание Г.Е. Рудзитис, Ф. Г. Фельдман «Неорганическая химия 8класс
- Учебник Физика 8 класс А.В Перышкин-3-е изд., стереотип. –М: Дрофа, 2015.
- <https://yandex.ru/images>
- <http://www.powerinfo.ru/potentials.php>
- <https://ru.wikipedia.org/wiki>
- <http://nasotke.ru/mineralnye-azotno-fosforno-kalijnye-udobrenija-primenenie.html>
- <https://iplants.ru/mcuporos.htm>

## Приложение 1

Вещество	$\nu$	M	m
KNO <sub>3</sub>	0,1 моль	0,101 мг/моль	200 мг
NaCl (чистый)	0,1 моль	0,0585 мг/моль	120 мг
NaCl (поваренный)	0,1 моль	0,0585 мг/моль	120 мг
CuSO <sub>4</sub>	0,1 моль	0,016 мг/моль	320 мг

## Приложение 2

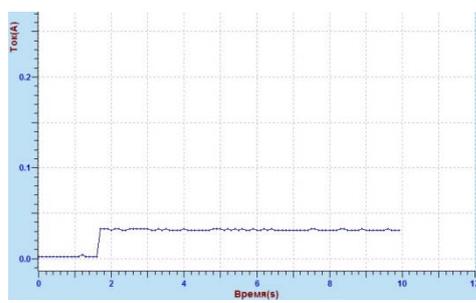
Измерение начальной электропроводности:



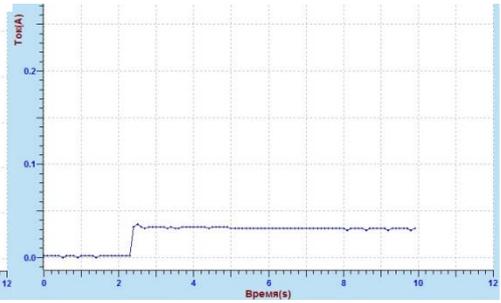
Графики электропроводности растворов калия азотистого:

Концентрация, мг	Графики
1)200мг	<div data-bbox="432 1115 874 1518"><p>Опыт 1-1</p></div> <div data-bbox="884 1115 1396 1518"><p>опыт 1-2</p></div>

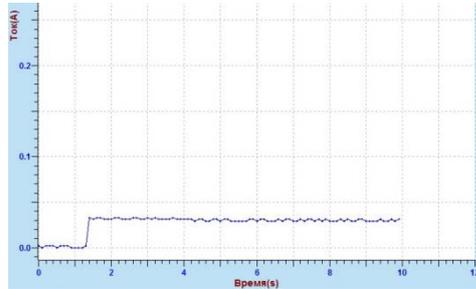
2)400мг



Опыт 2-1

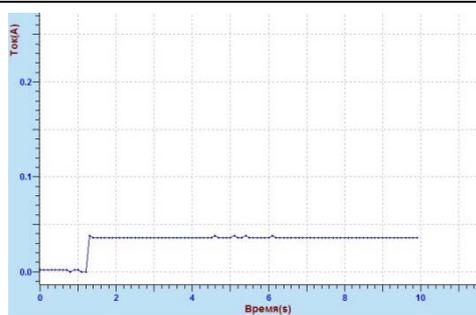


Опыт 2-2

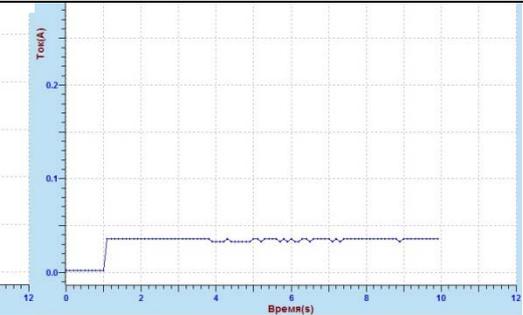


Опыт 2-3

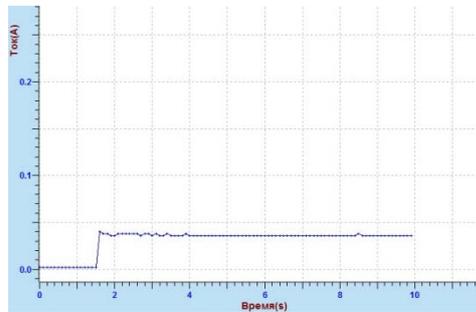
3)600мг



Опыт 3-1

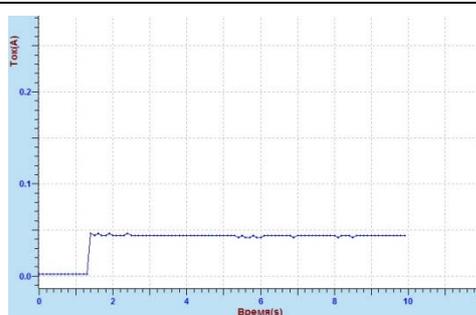


Опыт 3-2

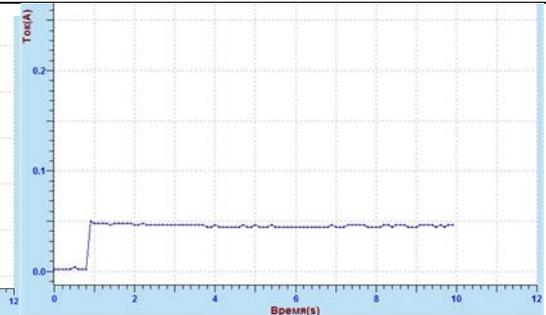


Опыт 3-3

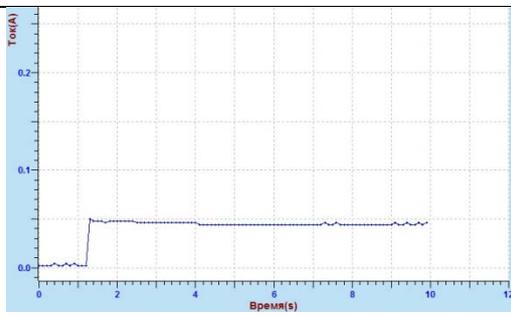
4)800мг



Опыт 4-1

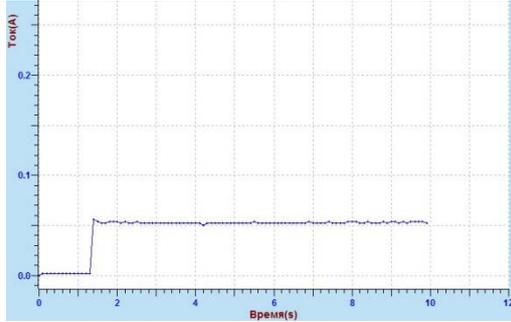


Опыт 4-2

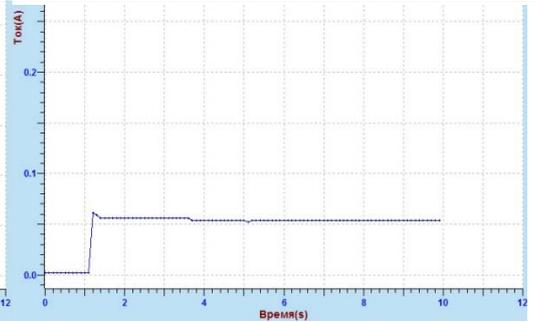


Опыт 4-3

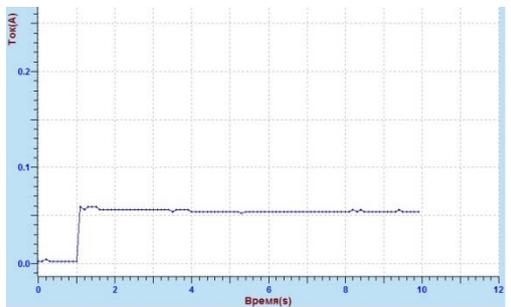
5) 1000мг



Опыт 5-1

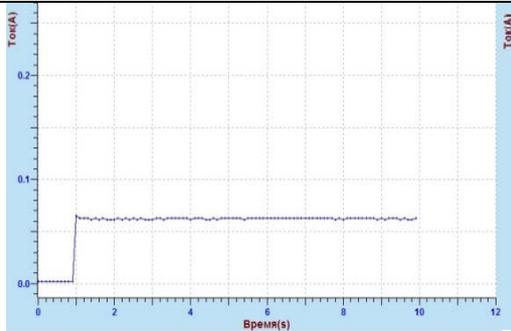


Опыт 5-2

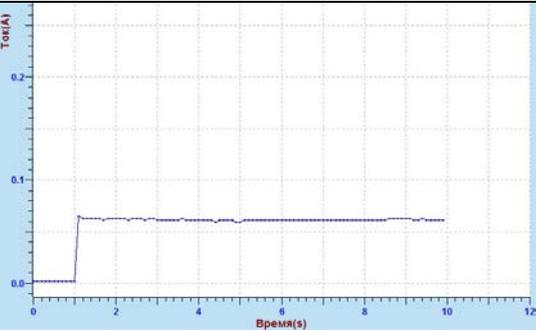


Опыт 5-3

6) 1200мг



Опыт 6-1

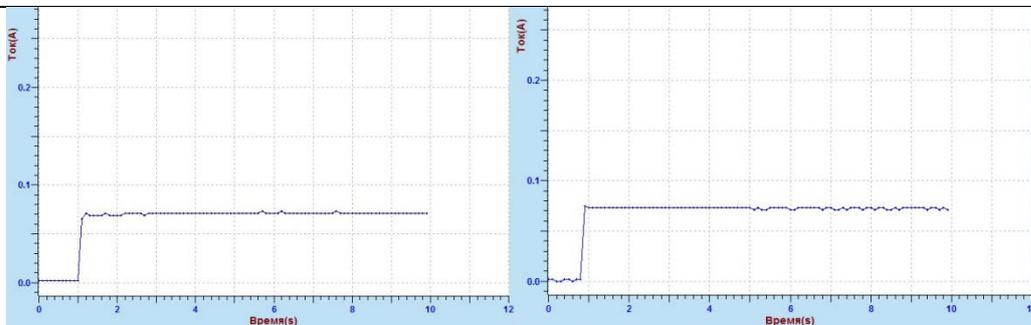


Опыт 6-2



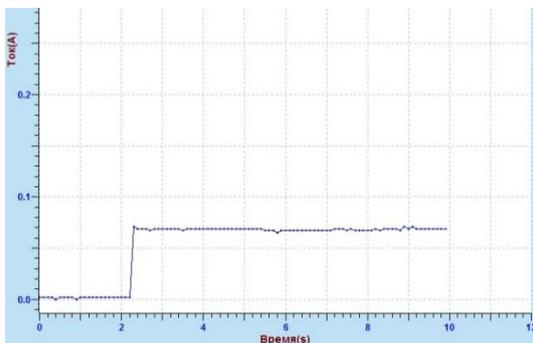
Опыт 6-3

7)1400мг



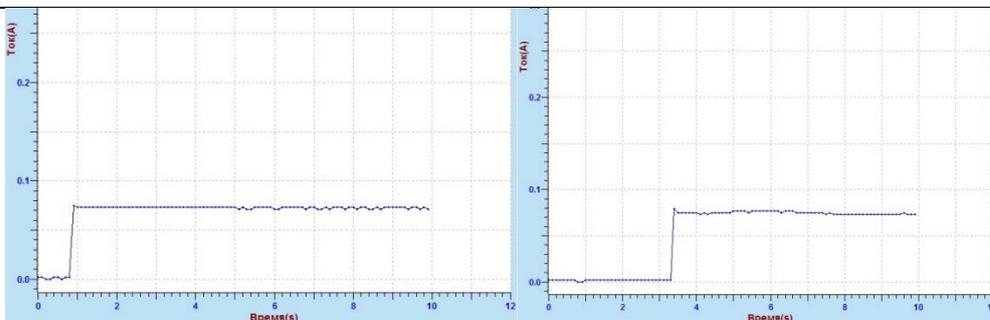
Опыт7-1

Опыт7-2



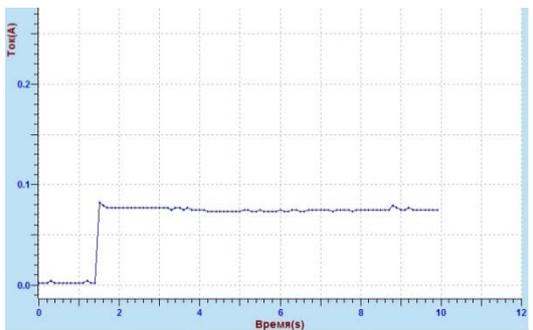
Опыт7-3

8)1600мг



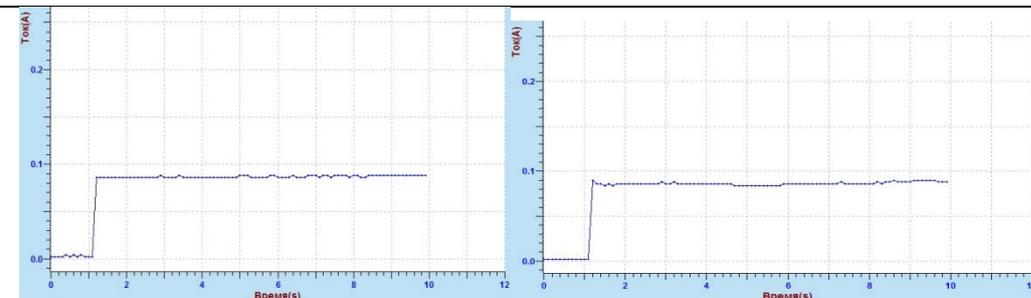
Опыт 8-1

Опыт 8-2



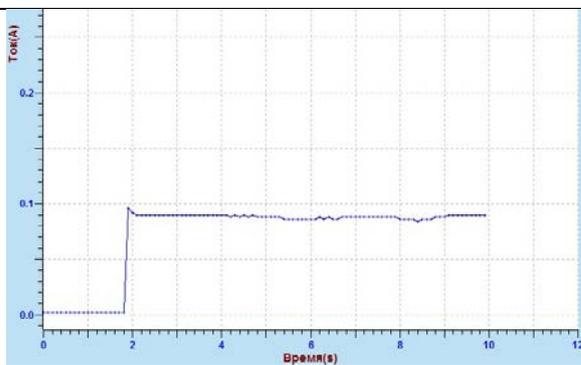
Опыт8-3

9)1800мг



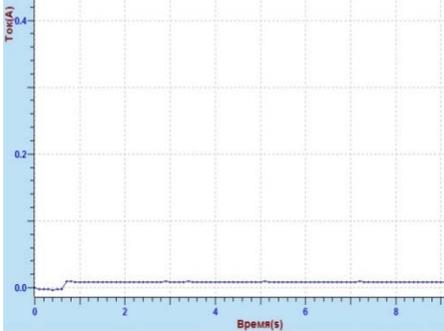
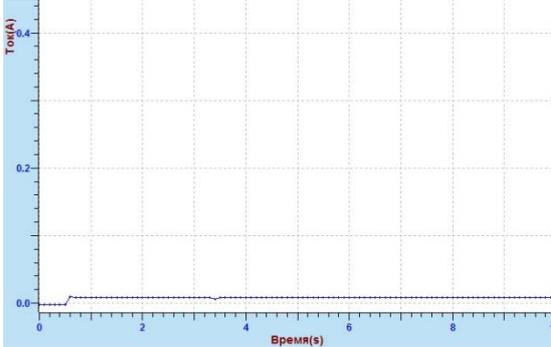
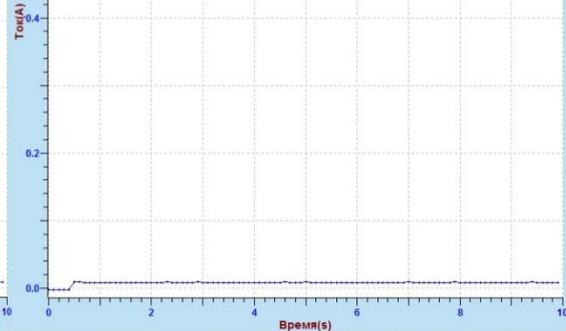
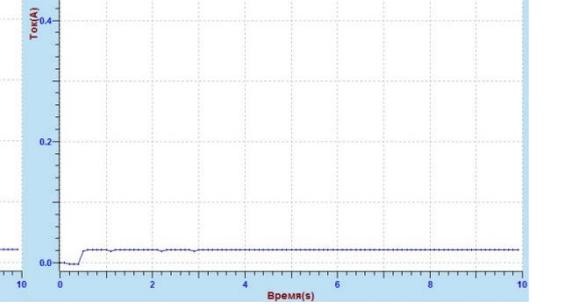
Опыт9-1

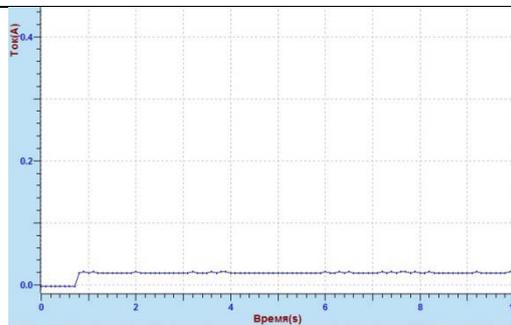
Опыт9-2



Опыт9-3

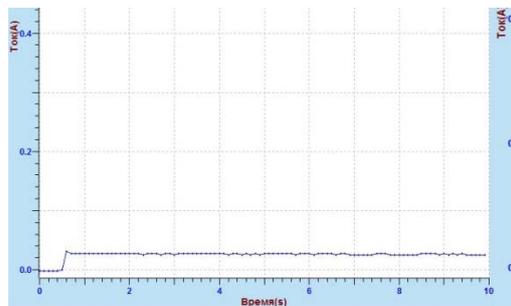
Графики электропроводности растворов химически чистого NaCl:

Концентрация, мг	Графики	
1)120мг	 <p data-bbox="448 1151 571 1182">Опыт 1-1</p>  <p data-bbox="935 1151 1058 1182">Опыт 1-2</p>  <p data-bbox="448 1570 571 1601">Опыт 1-3</p>	 <p data-bbox="927 1151 1050 1182">Опыт 1-2</p>  <p data-bbox="927 1570 1050 1601">Опыт 1-3</p>
2)240мг	 <p data-bbox="448 1939 571 1971">Опыт 2-1</p>	 <p data-bbox="927 1939 1050 1971">Опыт 2-2</p>

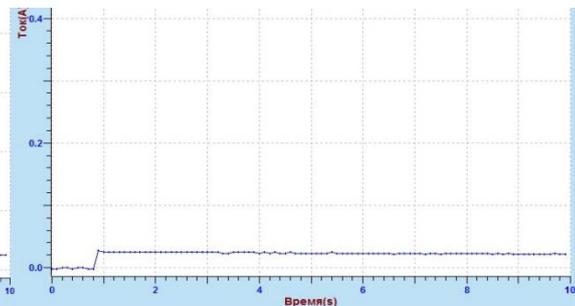


Опыт 2-3

3)360мг



Опыт3-1



Опыт 3-2



Опыт 3-3

4)480мг



Опыт4-1

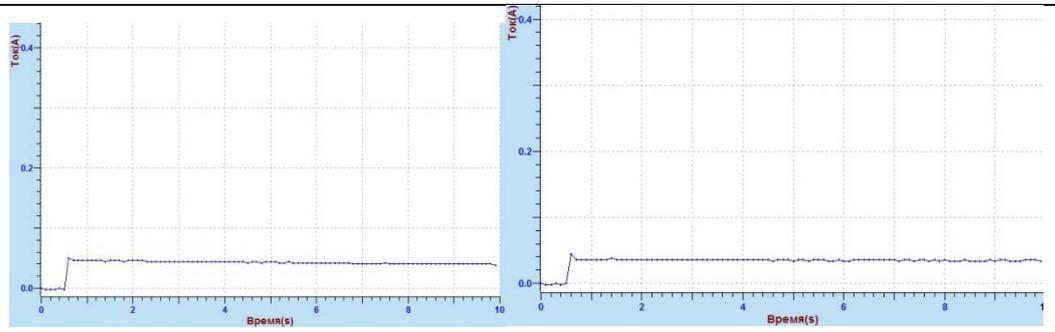


Опыт 4-2



Опыт 4-3

5)600мг

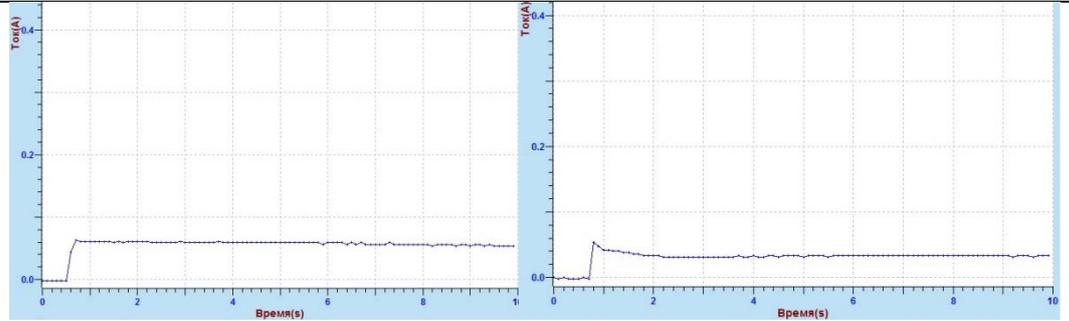


Опыт5-1 Опыт5-2



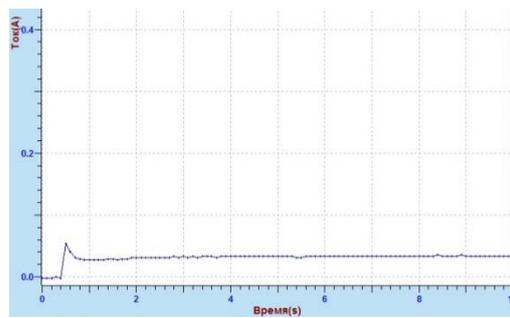
Опыт 5-3

6)720мг



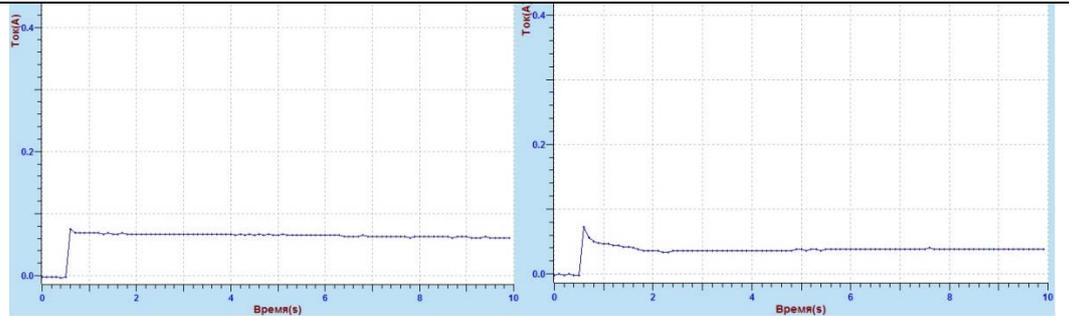
Опыт6-1

Опыт6-2



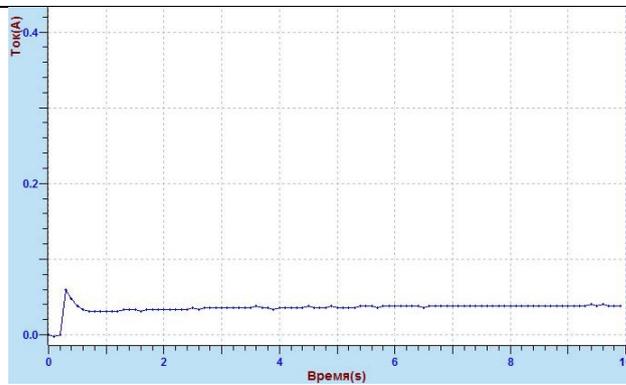
Опыт6-3

7)840мг



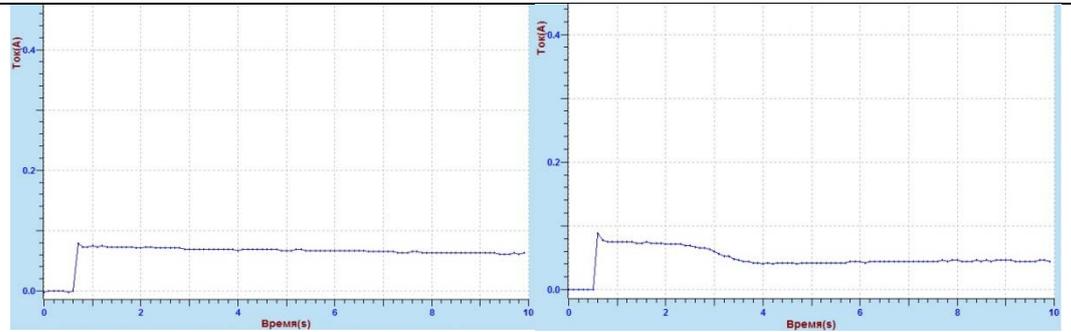
Опыт7-1

Опыт7-2



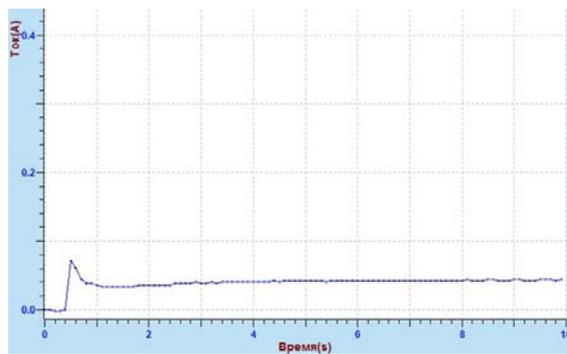
Опыт7-3

8)960мг



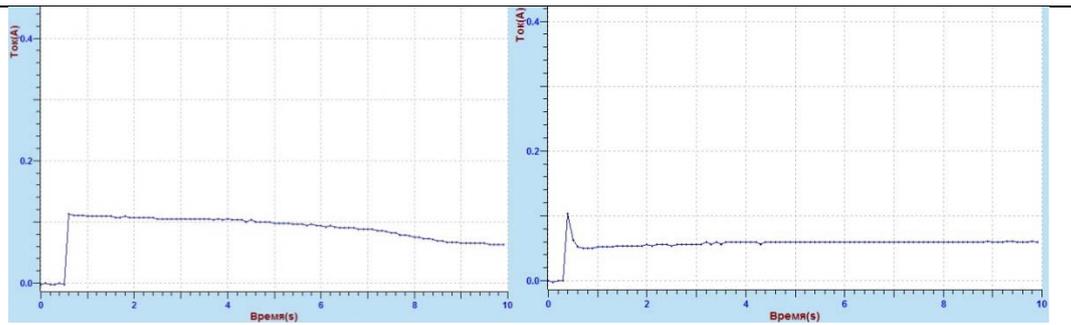
Опыт 8-1

Опыт8-2



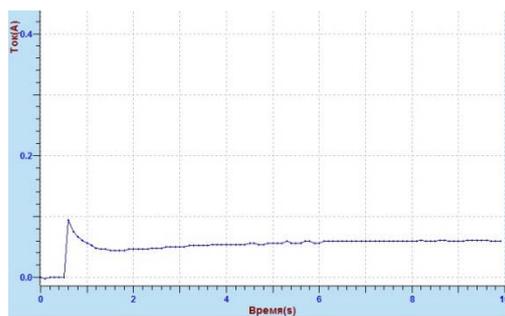
Опыт8-3

9)1080мг



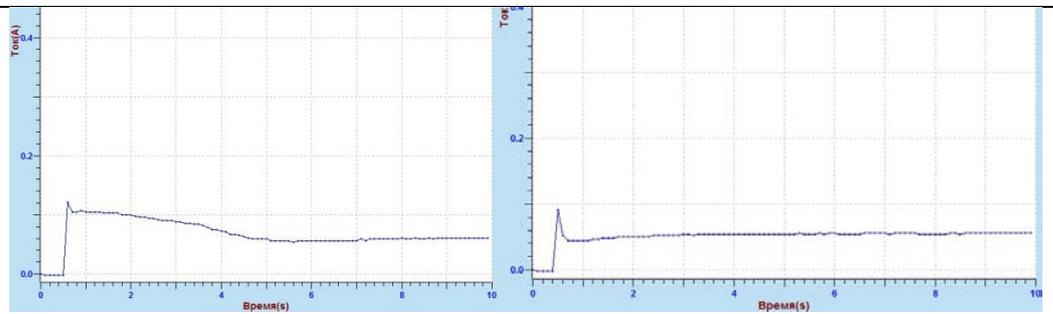
Опыт9-1

Опыт9-2



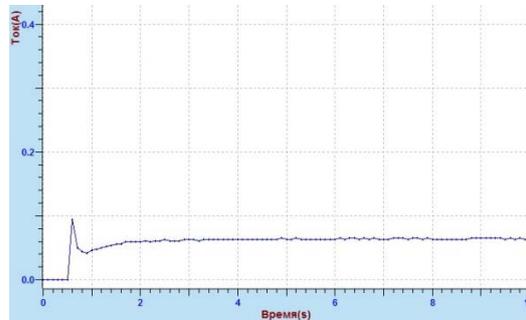
Опыт9-3

10) 1200мг



Опыт 10-1

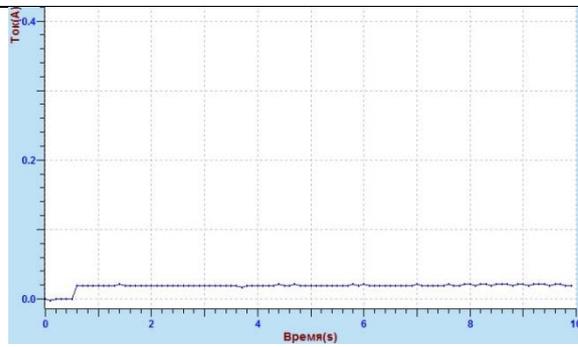
Опыт 10-2



Опыт 10-3

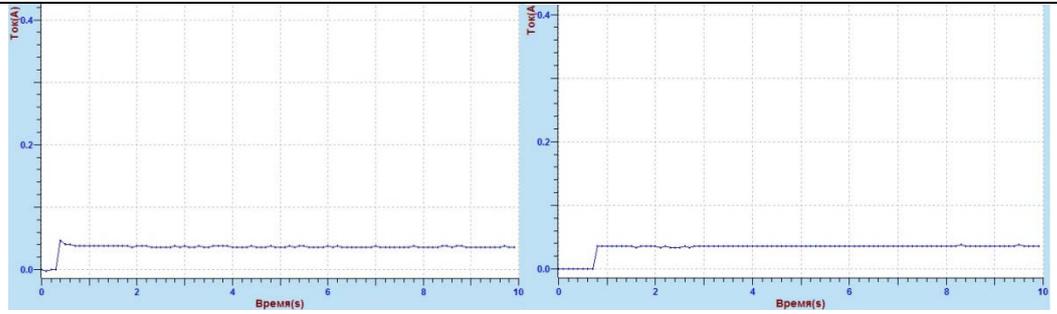
Графики электропроводности растворов поваренной соли:

Концентрация	Графики	
1)120мг	<p data-bbox="438 1411 566 1451">Опыт 1-1</p>	<p data-bbox="981 1411 1109 1451">Опыт 1-2</p>
2)240мг	<p data-bbox="438 1792 566 1832">Опыт 2-1</p>	<p data-bbox="1053 1792 1181 1832">Опыт 2-2</p>



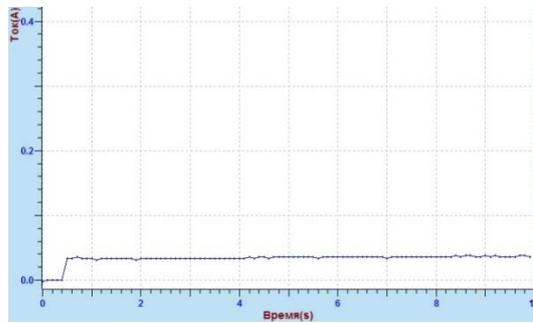
Опыт2-3

3)360мг



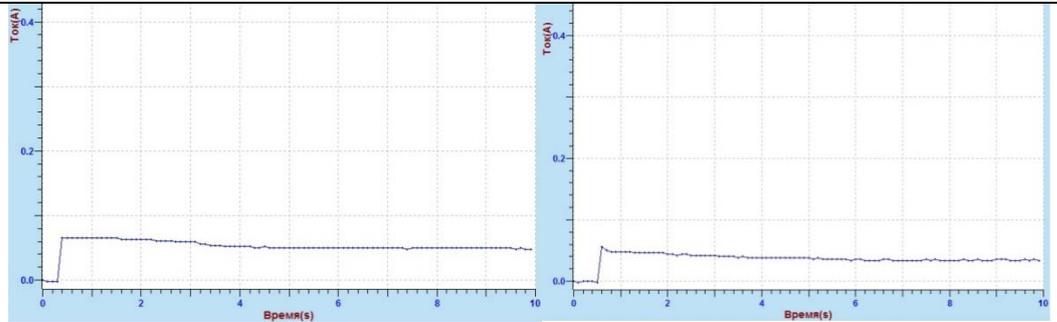
Опыт3-1

Опыт3-2



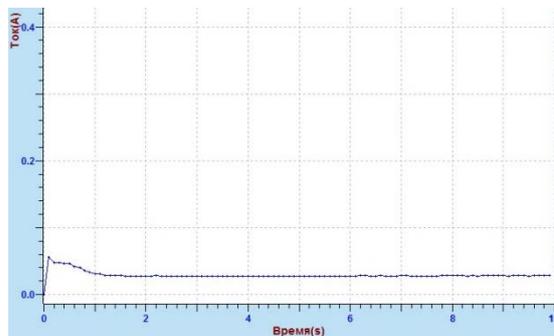
Опыт 3-3

4)480мг



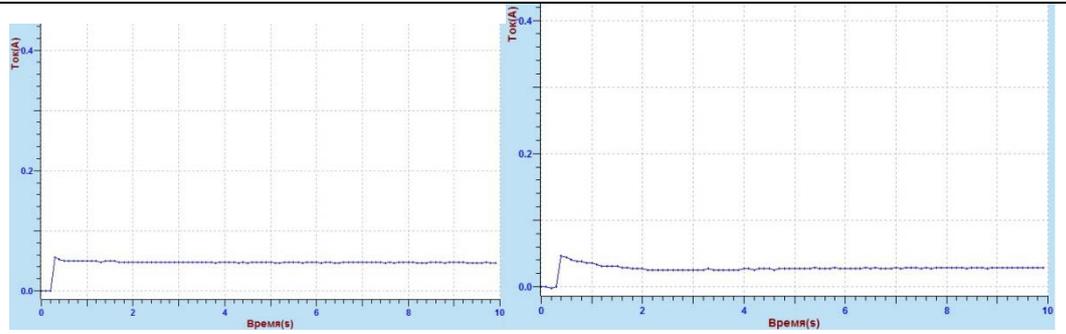
Опыт4-1

Опыт4-2



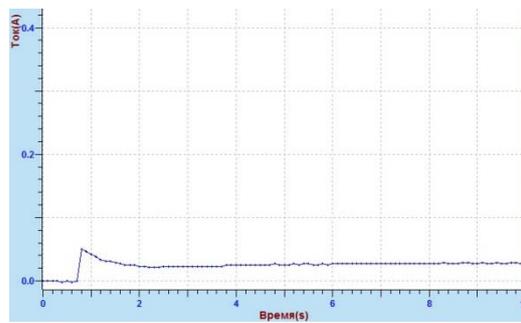
Опыт4-3

5)600мг



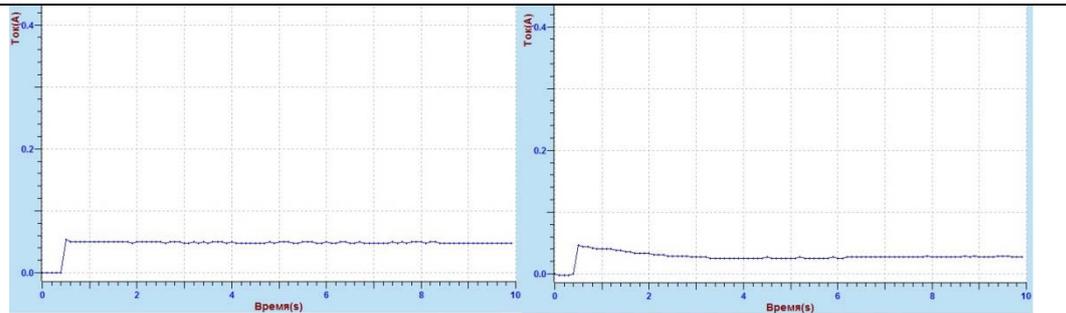
Опыт5-1

Опыт5-2



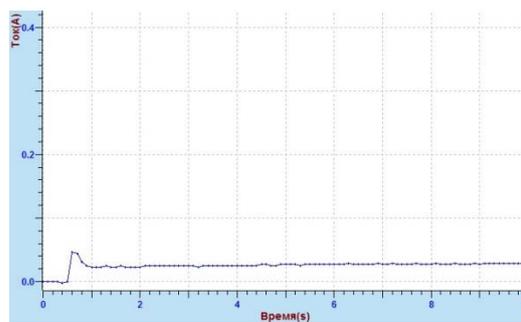
Опыт5-3

6)720мг



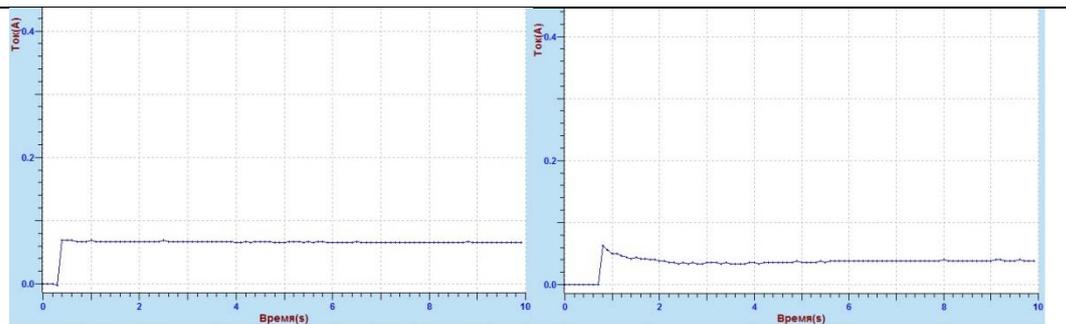
Опыт6-1

Опыт6-2



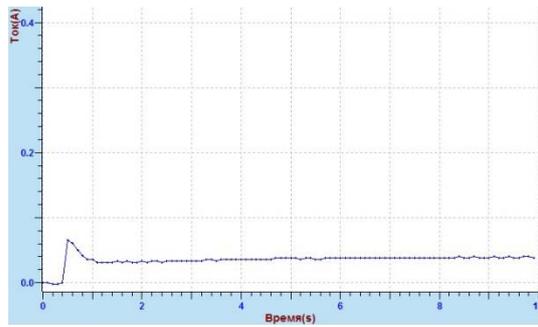
Опыт6-3

7)840мг



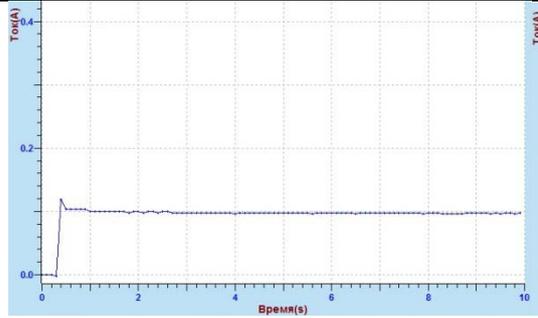
Опыт7-1

Опыт7-2



Опыт7-3

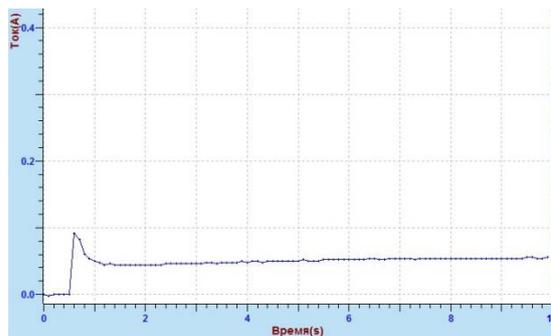
8)960мг



Опыт8-1

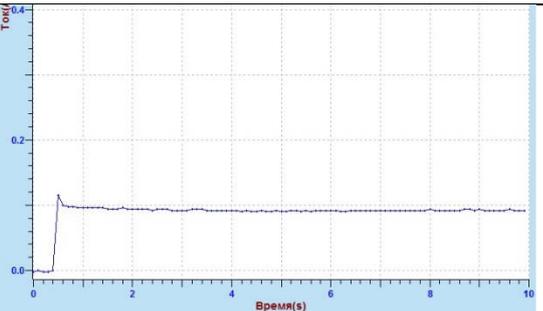
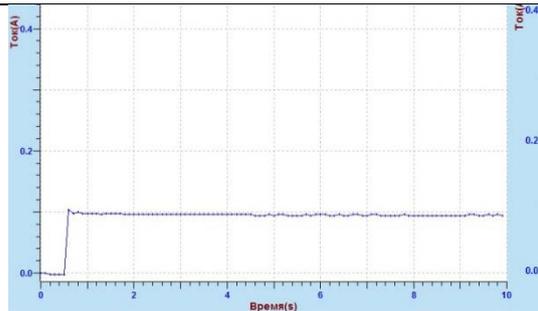


Опыт8-2



Опыт8-3

9)1080мг

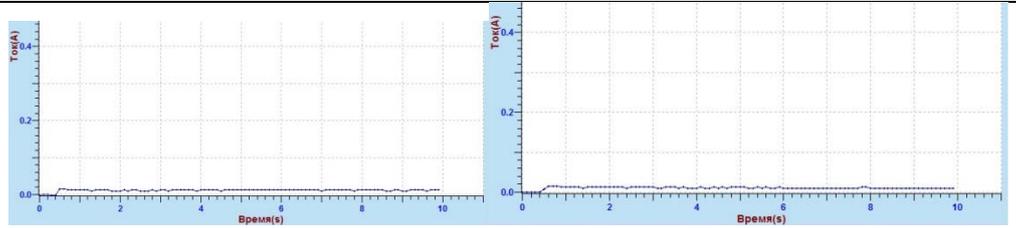


Опыт9-1 Опыт9-2

Графики электропроводности растворов медного купороса:

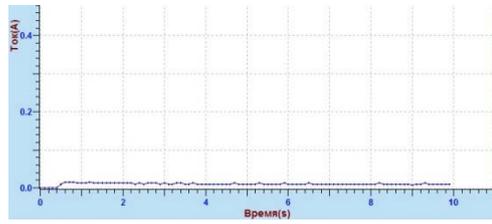
Концентрация	Графики
--------------	---------

1) 320мг



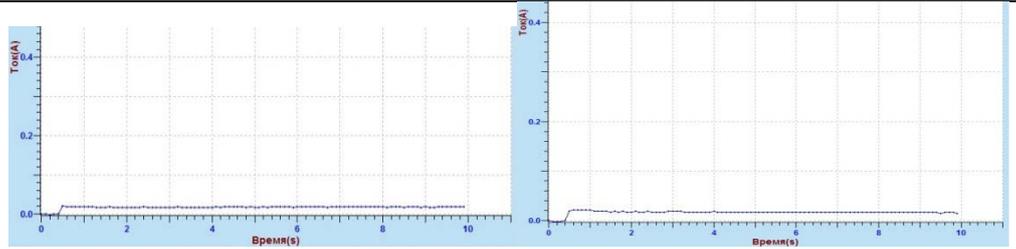
Опыт1-1

Опыт1-2



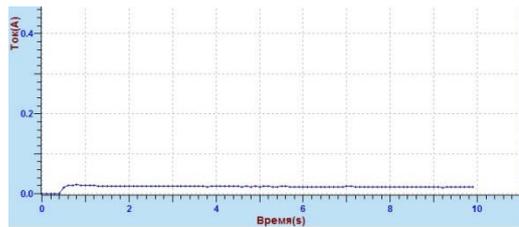
Опыт1-3

2) 640мг



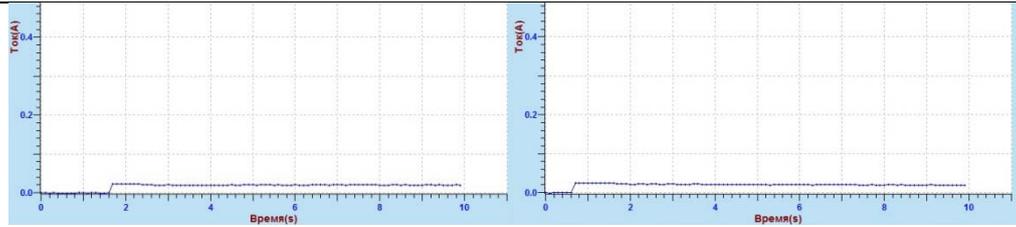
Опыт2-1

Опыт2-2



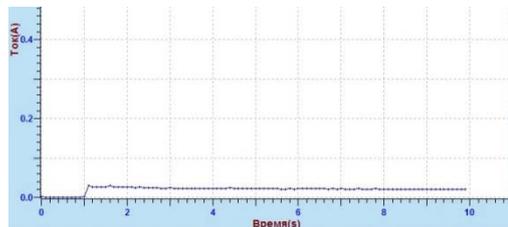
Опыт2-3

3) 960мг



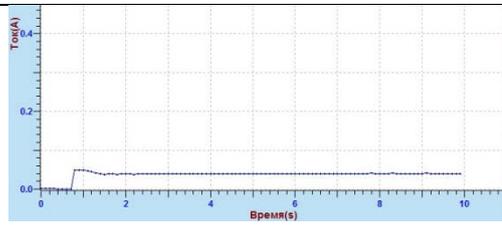
Опыт3-1

Опыт3-2

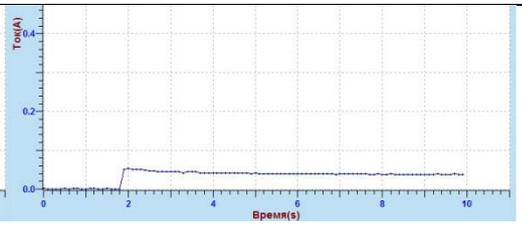


Опыт3-2

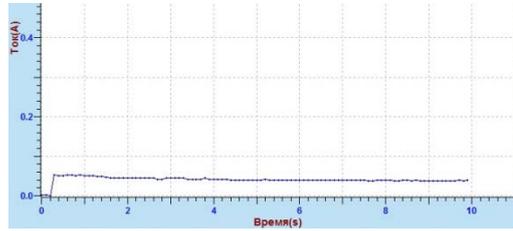
4)1280мг



Опыт4-1

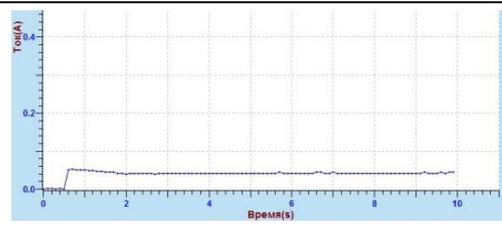


Опыт4-2

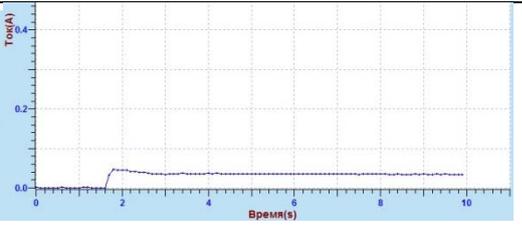


Опыт4-3

5)1500мг



Опыт5-1

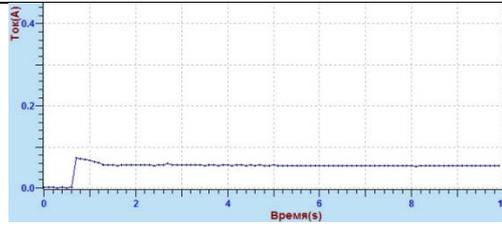


Опыт5-2



Опыт5-3

6)1820мг



Опыт6-1

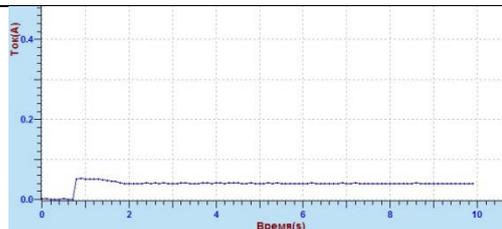


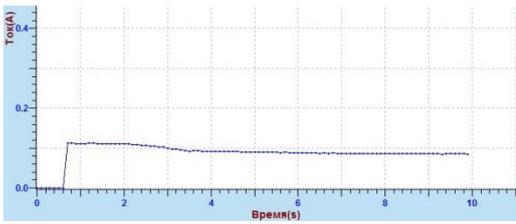
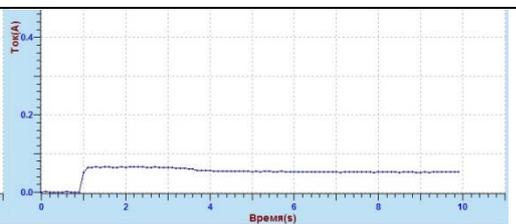
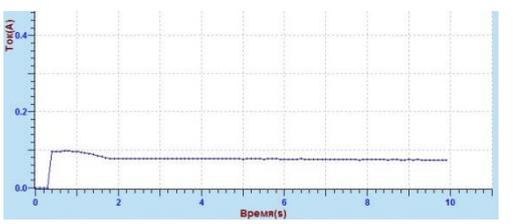
Опыт6-2



Опыт6-3

7)2140мг



	<p><i>Опыт7-1</i></p>  <p><i>Опыт7-2</i></p> 
8)2460мг	<p><i>Опыт7-3</i></p>   <p><i>Опыт8-1</i></p>  <p><i>Опыт8-2</i></p>  <p><i>Опыт8-3</i></p> 
9)2780мг	  <p><i>Опыт9-1</i></p>  <p><i>Опыт9-2</i></p>  <p><i>Опыт9-3</i></p> 
10)3100мг	  <p><i>Опыт10-1</i></p>  <p><i>Опыт10-2</i></p> 

	<i>Опыт10-3</i>
--	-----------------