

IV краевая научно-практическая конференция учащихся  
«Старт в науку XXI века»

**Секция химии**

## Взаимодействие солей меди (II) с металлами различной активности

**Выполнила:**

Малышева Алёна Константиновна,  
ученица 10 Б класса

МАОУ «Гимназия имени Алексея Кирьянова»  
г. Чайковский

**Руководитель:**

Смирнова Марина Леонидовна

МАОУ «Гимназия имени Алексея Кирьянова»  
г. Чайковский

г. Чайковский, 2023 г.

Уважаемые пользователи! 15.02.2023 в течение дня сроки проверок могут быть увеличены в связи с техническими работами. Приносим извинения за доставленные неудобства.

**АНТИПЛАГИАТ**  
ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАИМСТВОВАНИЯ

Sk

ТАРИФ: Free **ИЗМЕНИТЬ**

БАЛЛЫ: 0

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ: rimma.63@inbox.ru **ПРОВЕРИТЬ ДОКУМЕНТ**

МЕНЮ ru v

ГЛАВНАЯ / КАБИНЕТ

## Кабинет

Поиск по названиям документов

УДАЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ | 1/1

ПЕРЕМЕСТИТЬ | УДАЛИТЬ | ИСТОРИЯ ОТЧЕТОВ

Название	Дата загрузки	Оригинальность	
<input type="checkbox"/> ИР взаимодействие солей меди	12 Фев 2023 19:23	92,76%	<b>ПОСМОТРЕТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ</b>

1 документ | Показывать по 10 20 50 100 | 1/1

ГЛАВНАЯ | ИСТОРИЯ ОБНОВЛЕНИЙ | ПОМОЩЬ | ВЕБИНАРЫ | КОНТАКТЫ

Сайт для корпоративных клиентов | Пользовательское соглашение | Соглашение об обработке персональных данных | АО "Антиплагиат" 2005-2023 © Все права защищены

## Оглавление

Введение.....	4
1.1. Металлы. Общая характеристика.....	5
1.2. Медь.....	7
1.3. Соли меди(II) .....	9
Глава 2. Практическая часть .....	11
Заключение .....	16
Список источников информации.....	17
Приложение .....	18

## Введение

*«Ни одна наука  
не нуждается в эксперименте в такой степени, как химия»*

*Майкл Фарадей*

Мы живем в мире химических реакций. И для нашего исследования мы выбрали химические реакции, характеризующие свойства меди и ее соединений, так как медь очень распространенный металл и контактируем мы с ней каждый день, иногда даже не зная об этом. Опыты, которые мы хотим повести, позволят рассмотреть дополнительные модели взаимодействия солей меди(II) с металлами.

Данная проблема актуальна и имеет интерес, так как исследуемые реакции мы изучаем в 8 классе средней школы, они иллюстрируют взаимодействия солей меди с металлами. Но, когда мы проводим их на практической работе, то наблюдаем за изменениями, которые не согласуются с уравнениями химических реакций, представленные в учебниках.

**Цель:** изучение процессов, протекающих при взаимодействии солей меди с различными металлами.

### **Задачи:**

- Изучить источники информации, посвященные металлам и их соединениям, выявление их особенностей;
- Подобрать и провести эксперименты между солями меди и металлами, проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Объектом** мы выбрали соли меди (хлорид, ацетат, сульфат),

**предметом** – процессы, протекающие при взаимодействии солей меди с металлами различной активности

**Гипотеза:** соли меди лучше реагируют с более активными металлами

**Методы:** эксперимент, наблюдение и анализ

Данный материал может быть использован при изучении тем: реакции замещения, гидролиз, тепловой эффект реакции.

## Глава 1. Теоретическая часть

### 1.1. Металлы. Общая характеристика

В настоящее время известно 118 химических элементов, 92 из которых являются металлами.

В Периодической системе они находятся в начале периодов, а также в побочных подгруппах. У атомов наиболее типичных металлов, к которым относятся щелочные и щёлочноземельные, а также у переходных металлов на внешнем уровне содержится 1-2 электрона. Алюминий, галлий, бериллий, германий, олово, свинец и сурьма имеют на внешнем уровне 3-5 электронов. Металлы характеризуются низкими значениями электроотрицательности.

Металлические свойства обусловлены способностью атомов отдавать электроны внешнего уровня: совершая это, атомы металлов образуют устойчивую оболочку ближайшего благородного газа и приобретают положительную степень окисления.

С ростом заряда ядра атома металлические свойства ослабевают слева направо по периоду и возрастают сверху вниз по подгруппе.

В химических реакциях металлы являются только восстановителями. [1]

Для простых веществ металлов характерна металлическая кристаллическая решётка. Металлическая связь и строение кристаллических решеток металлов обуславливают их свойства: электропроводность, теплопроводность, пластичность, металлический блеск.

*Электропроводность* большинства металлов обусловлена присутствием в их кристаллических решётках подвижных электронов, которые направленно перемещаются под действием электрического поля. Наиболее электропроводными металлами являются серебро и медь, наименее — ртуть.

*Теплопроводность* металлов также связана с высокой подвижностью свободных электронов: сталкиваясь с колеблющимися в узлах решетки ионами, электроны обмениваются с ними энергией.

*Пластичность* – свойство вещества изменять форму под внешним воздействием и сохранять ее после прекращения этого воздействия. Пластичность металлов обусловлена способностью их атомов смещаться относительно друг друга, но не рассыпаться за счёт прочного удерживания атомов общим электронным облаком. Наиболее пластичным является золото, которое легко можно раскатать в тонкую фольгу и получить сусальное золото.

*Металлический блеск* обусловлен их способностью отражать свет.

Такие свойства металлов, как твёрдость, плотность, температура плавления изменяются в широких пределах: самый твёрдый металл — хром, он царапает стекло, самые мягкие металлы — щелочные, они легко режутся ножом [1].

Металлы, легко вступающие в реакции, называются активными металлами. К ним относятся щелочные, щелочноземельные и алюминий.

Самыми активными считаются литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций.

Бериллий, магний, кальций, стронций, барий, радий относятся к щелочноземельным металлам.

Узнать степень активности металла можно по электрохимическому ряду напряжений металлов (приложение 1).

Металлы, стоящие левее водорода, являются более сильными восстановителями. Они вытесняют водород при взаимодействии с водными растворами кислот, а наиболее активные металлы, расположенные до алюминия включительно — и при взаимодействии с водой.

Металлы, стоящие в ряду правее водорода, с водными растворами кислот при обычных условиях не взаимодействуют.

Алюминий находится на границе активных и среднеактивных металлов и не реагирует с некоторыми веществами при обычных условиях.[2]

## 1.2. Медь

Медь (Cuprum, Cu) – химический элемент побочной подгруппы первой группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева, расположен в IV большом периоде. Порядковый номер 29, относительная атомная масса 63,54.

Очень редко медь встречается в самородном виде (самый крупный самородок в 420 тонн найден в Северной Америке). Известно 17 медесодержащих минералов, из которых 17 используются в промышленных масштабах.[3]

Название минерала	Химическая формула	Содержание меди, %
Халькопирит, или медный колчедан	$\text{CuFeS}_2$	30
Ковелин	$\text{CuS}$	64,4
Халькозин, или медный блеск	$\text{Cu}_2\text{S}$	79,8
Борнит	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$	52-65
Куприт	$\text{Cu}_2\text{O}$	81,8
Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	57,4

Современная металлургия базируется на трёх основных способах получения меди:

1. Пирометаллургический метод, основанный на проведении высокотемпературных процессов, позволяет извлекать металл даже при содержании его в 0,5%.

2. Гидрометаллургический метод применяют для извлечения меди, содержащей в своём составе менее 0,5% искомого минерала.

3. Электролизный метод предназначен для получения чистой меди в процессе электролитической реакции.

Медь имеет золотисто-розовый цвет. Это пластичный металл, на воздухе быстро покрывается оксидной плёнкой, которая придаёт характерный

желтовато-красный оттенок. Тонкие плёнки меди на просвет имеют зеленовато-голубой цвет.

Медь – это переходный металл. Так как медь в потенциальном ряду стоит правее водорода, она не может вытеснять этот элемент из воды и различных кислот. В соединениях медь может проявлять степени окисления +1 и +2. Растворы щелочей на медь практически не действуют. Она вытесняет металлы, стоящие правее в ряду напряжений, из растворов их солей.

Из-за низкого удельного сопротивления медь широко применяется в электротехнике для изготовления силовых и других кабелей, проводов или других проводников.

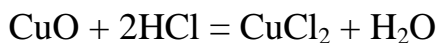
В настоящее время проводятся исследования бактерицидных свойств меди. Издавна считалось, что медная посуда способствует уничтожению болезнетворных бактерий.

Медь входит в число жизненно важных микроэлементов. Она участвует в процессе фотосинтеза и усвоении растениями азота, способствует синтезу сахара, белков, крахмала, витаминов. Чаще всего медь вносят в почву в виде медного купороса – сульфата меди(II),  $\text{CuSO}_4$ . [4]

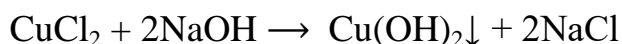


### 1.3. Соли меди(II)

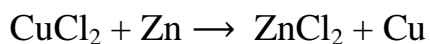
*Хлорид меди (II)*  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Это темно-зеленые кристаллы, которые растворяются в воде. Получают их в результате взаимодействия оксидов меди с соляной кислотой:



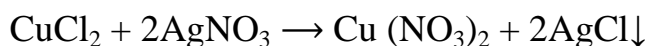
Взаимодействует с щелочами с образованием нерастворимого основания и растворимой соли:



Взаимодействует с металлами, стоящими в электрохимическом ряду напряжений металлов левее меди, например с цинком:



Вступает в реакции ионного обмена с другими солями (если образуется нерастворимое вещество или газ):



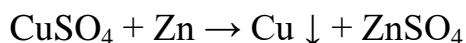
Применяют для омеднения металлов, как катализатор крекинга, декарбонирования, протраву при крашении тканей.

*Медный купорос (медь сернокислая, сульфат меди (II))* — медная соль серной кислоты с формулой  $\text{CuSO}_4$ . В безводном виде — белый порошок, хорошо растворим в воде.

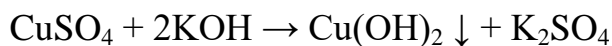
В лаборатории  $\text{CuSO}_4$  можно получить действием концентрированной серной кислоты на медь при нагревании:



Вступает в реакции замещения с металлами, стоящими левее меди в электрохимическом ряду напряжения металлов:



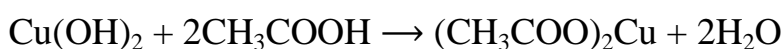
Сульфат меди (II) реагирует с щелочами с образованием осадка гидроксида меди (II) голубого цвета:



Обладает дезинфицирующими, антисептическими, вяжущими свойствами. Применяется в медицине, в растениеводстве как антисептик или медно-серное удобрение.

*Ацетат меди (II) (ярь-медянка;  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$ )* — медная соль уксусной кислоты, представляет собой тёмно-сине-зелёные кристаллы. Не горит, но окрашивает пламя в нежно-салатовый цвет.

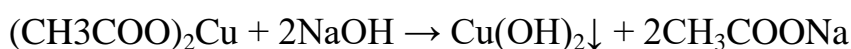
Ацетат меди (II) получают взаимодействием гидроксида меди (II) с уксусной кислотой:



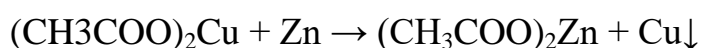
Или карбоната меди (II) с уксусной кислотой:



Ацетат меди реагирует с сильными основаниями с образованием студенистого голубого осадка гидроксида меди (II) и соответствующей соли-ацетата.



Реагирует с металлами, стоящими левее меди в электрохимическом ряду активности металлов.



Ацетат меди применяется как пигмент для керамики, реагент для обнаружения углеводов и селективно — глюкозы, катализатор полимеризации (стирола и др.), стабилизатор искусственных волокон. [5]

Соли меди подвергаются гидролизу, то есть взаимодействие ионов соли с водой с образованием малодиссоциирующих частиц. Например:



В результате данного процесса изменяется реакция среды.

## Глава 2. Практическая часть

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор хлорида меди(II), сульфата меди(II), ацетата меди(II), металлический магний (порошок), металлический цинк (гранулы), металлический алюминий (гранулы), металлическое железо (порошок), демонстрационные пробирки, стеклянные палочки, шпатель, штатив, цифровая AFS – лаборатория, датчик температуры. [6]

Ход работы:

Первоначально готовятся 10%-ные растворы хлорида меди(II), ацетата меди и сульфата меди. Берется по 5 гр. порошков и растворяются в 45 мл. дистиллированной воды. Затем они помещаются в четыре пробирки по 4 см.

Опыт 1. Взаимодействие металлов с раствором сульфатом меди (II).

В первую пробирку добавляется гранулированный цинк (1 гр.) Наблюдается взаимодействие раствора соли и металла, выделяется газ, восстанавливается медь и оседает на поверхности цинка, раствор постепенно изменяется от ярко-голубого до бесцветного пробирка нагревается. (приложение 2-4)

Во вторую пробирку добавляется гранулированный алюминий (1 гр.). Но ничего не наблюдается: не изменяется окраска раствор, не выпадает медь, не выделяется газ. Но немного повышается температура раствора. (приложение 5-б). После травления алюминия раствором серной кислоты (удалили оксидную пленку), мы наблюдали выделения газа и осаждение чистой меди на поверхности алюминия.

В третью пробирку добавляется металлическое железо (1 гр.). На первый взгляд ничего не происходит, так как не видно выделение газа и температура раствора в пробирке даже немного понижается. Но если оставить раствор на некоторое время, то можно заметить частички меди, следовательно, реакция протекает. (приложение 7-8)

В четвертую пробирку добавляется металлический магний (1гр.). Реакция протекает очень бурно, интенсивно выделяется газ, выпадает медь.

Температура сильно изменяется. Пробирка нагревается до  $46\text{ C}^0$ .(приложение 9-10)

Опыт 2. Взаимодействие металлов с раствором ацетата меди (II).

В первую пробирку добавляется гранулированный цинк (1гр.). В ходе реакции можно заметить, как выделяется газ, и как оседает медь на поверхности цинка. Температура изменяется незначительно. (приложение 11-12)

Во вторую пробирку добавляется пара гранул алюминия (1гр). Видимых изменений не происходит: не выделяется газ, не выпадает медь. Температура также не изменяется. (приложение 13-14)

В третью пробирку насыпается металлическое железо (1 гр.). В первые минуты ничего, кроме повышения температуры, не происходит. Но спустя некоторое время (приблизительно пара минут) можно заметить, как на дне среди черного железа появляются красно-желтые отблески. Это выделилась медь. (приложение 15-16)

В четвертую пробирку добавляется порошок магния (1 гр.). Реакция протекает очень бурно. Раствор сильно вспенивается, выделяется много газа, пробирка сильно нагревается. Спустя некоторое время пеня начинает опадать, и можно заметить, как раствор поменял цвет. (приложение 17-19)

Опыт 3. Взаимодействие металлов с раствором хлорида меди (II).

В первую пробирку добавляется пара гранул цинка (1 гр.). наблюдается выделение газа, оседает медь. Раствор меняет цвет с голубого на бесцветный. Пробирка нагревается на пару градусов. (приложение 20-22)

Во вторую пробирку добавляется гранулированный алюминий (1 гр.). реакция протекает очень бурно. Можно предположить, что в растворе быстро исчезает оксидная пленка, и алюминий вступает в реакцию. Интенсивно выделяется газ, выпадает выделившаяся медь. Раствор меняет окраску с голубого на бесцветный. Пробирка сильно нагревается. (приложение 23-25)

В третью пробирку помещается порошок железа (1 гр.). Вновь не видно признаков протекания реакции, температура не изменяется. Но подождав с

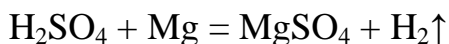
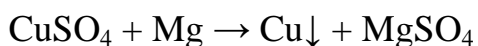
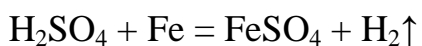
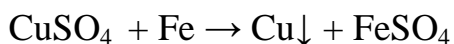
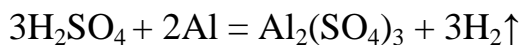
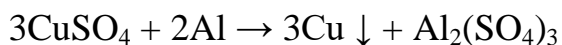
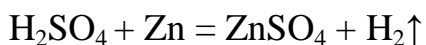
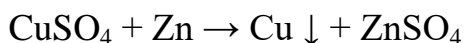
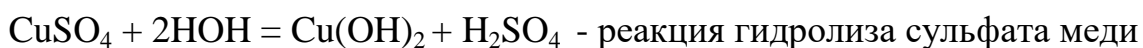
минуту, можно увидеть среди железа красноватую медь. Значит, реакция замещения все же происходит. (приложение 26-27)

В четвертую пробирку засыпается магний (1 гр.). Реакция протекает очень активно. Также выделяется газ и металлическая медь. Если отставить пробирку на некоторое время (2-3 минуты), то можно наблюдать изменение цвета раствора – он обесцвечивается (приложение 7-8) и выпадает белый хлопьевидный осадок. Температура раствора повышается на 27 С<sup>0</sup>. (приложение 28-30)

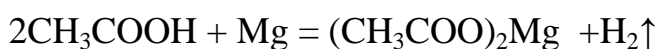
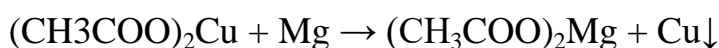
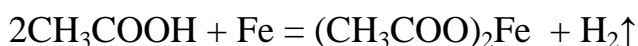
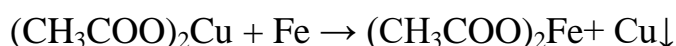
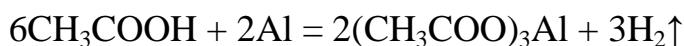
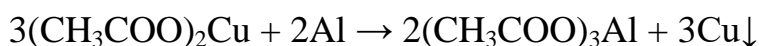
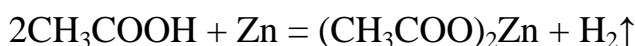
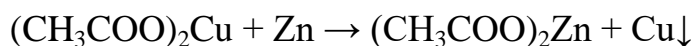
В ходе данных экспериментов возникает несколько вопросов: почему растворы солей меди реагирует с данными металлами с выделением газа и тепла? Начнем по порядку.

Во-первых, во всех пробирках хорошо заметно выпадение металлической меди, то есть идет реакция замещения.

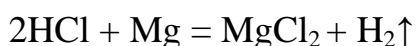
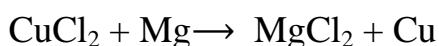
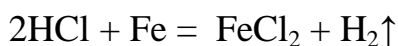
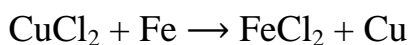
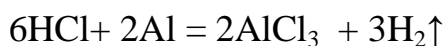
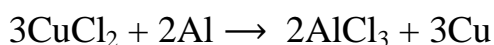
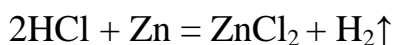
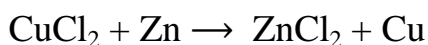
Во-вторых, происходит выделение газа, предположительно водорода. Все соли меди в растворе подвержены гидролизу, в результате которого образуются кислоты, реагирующие с каждым из металлов. То есть в пробирках происходит не одна химическая реакция, а сразу несколько: гидролиз солей меди, замещение водорода на металл в кислоте, выпадение меди.



$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + 2\text{HON} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH}$  - реакция гидролиза ацетата меди.



$\text{CuCl}_2 + 2\text{HON} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl}$  - реакция гидролиза хлорида меди



В-третьих, происходит нагревание пробирок, то есть выделяется некоторое тепло. Любая химическая реакция заключается в разрыве одних химических связей и образовании других. Чтобы разрушить связь между атомами нужно потратить энергию. Когда образуется связь – энергия выделяется. Когда в результате химической реакции при образовании новых связей выделяется энергии больше, чем потребовалось для разрушения "старых" связей в исходных веществах, то избыток энергии высвобождается в виде тепла. Именно это и произошло в наших опытах.[7]

В-четвертых, в некоторых случаях можно заметить, что нагрев пробирок соизмерим со степенью активности металла, участвующего в реакции, то есть чем выше степень активности у металла, тем сильнее нагрелась пробирка. Например, в пробирках с железом температура незначительно на пару градусов, а то и вовсе оставалась одинаковой. А в пробирках, куда был помещен магний, температура изменялось более явно. Например, при взаимодействии с ацетатом меди она увеличилась на  $9,5\text{ C}^0$ , с сульфатом меди на  $17,3\text{ C}^0$ , а в реакции с хлоридом меди на  $27,2\text{ C}^0$ .

Но наблюдая за алюминием, можно сказать, что реакции, которые происходят в нашем эксперименте, не соответствуют тому, что должно быть. Возникает вопрос, почему ничего не изменилось в реакциях с сульфатом и ацетатом, тогда как с хлоридом алюминий реагировал явно и очень активно? Предположительно, из-за его оксидной пленки, но зная это, мы пытались снять ее с помощью серной кислоты и уже тогда проверить взаимодействие с солями. Но так ничего и не изменилось.

## Заключение

Нами были изучены различные источники информации на темы: медь, ее соединения, металлы и их активность.

Исходя из этих данных, мы провели 12 опытов по взаимодействию растворов солей меди с металлами различной активности и рассмотрели процессы, которые протекали во время них. Все было выполнено в соответствии с методикой.

Подводя итог, можно сказать, что полученные экспериментальные данные подтвердили нашу гипотезу. Действительно, чем активнее металл, тем более бурно будет проходить реакция. Как известно, железо имеет меньшую степень активности по сравнению с магнием и цинком. Если сравнивать эти реакции, то можно заметить, что в случае более активного металла газ выделялся обильнее, и температура нагрева пробирки была выше. При взаимодействии с железом она практически не изменилась, в случае с цинком увеличилась на пару градусов, а в реакциях с магнием она повышалась на 10, а то и на 20 °С.

Мы выяснили, что замещения меди из солей – не единственный процесс, параллельно протекает гидролиз, и продукты гидролиза реагируют с активными металлами с выделением газа. Что мы и наблюдали при выполнении экспериментальной части работы.

Данная работа будет интересна учащимся при подготовке к олимпиадам, государственным экзаменам и преподавателям для проведения уроков и внеклассных мероприятий.



### Список источников информации

1. <https://foxford.ru>
2. <https://obrazovaka.ru/himiya/aktivnye-metally-spisok.html>  
<https://www.allmetals.ru>
3. <https://www.allmetals.ru>
4. <https://xn--80aegj1b5e.xn>
5. <https://chem.ru/>
6. Научно-методический журнал «Химия в школе». Изд. «Центрхимпресс», 2012
7. <https://chemege.ru/thermochemistry/>

## Приложение

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
активность металлов уменьшается →

Рисунок 1. Ряд активности металлов



Рисунок 2. Взаимодействие цинка с сульфатом меди(II) начало



Рисунок 3. Взаимодействие цинка с сульфатом меди(II) конец

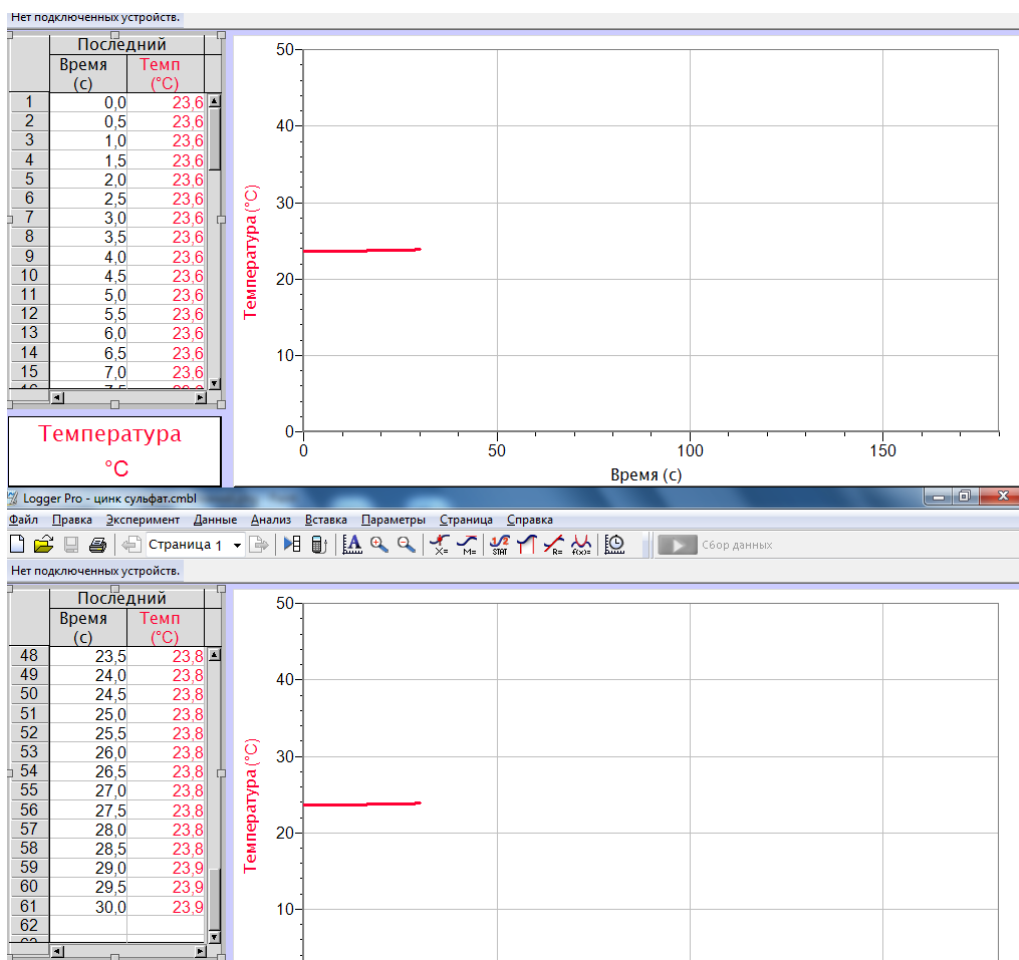
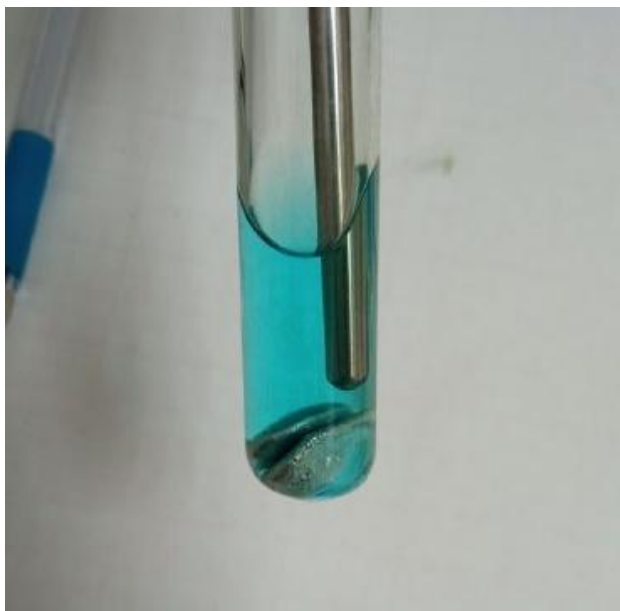


Рисунок 4. График изменения температуры раствора сульфата меди при взаимодействии с цинком



Риснок 5. Взаимодействие алюминия с сульфатом меди(II)

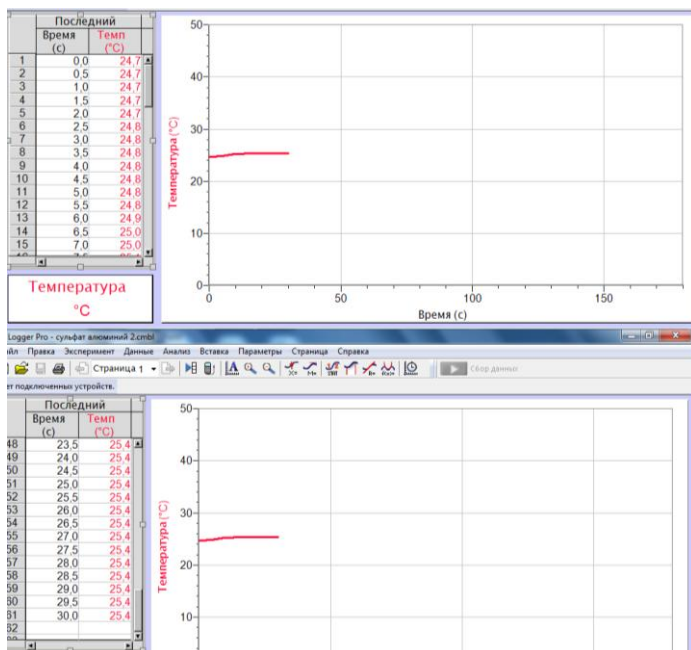
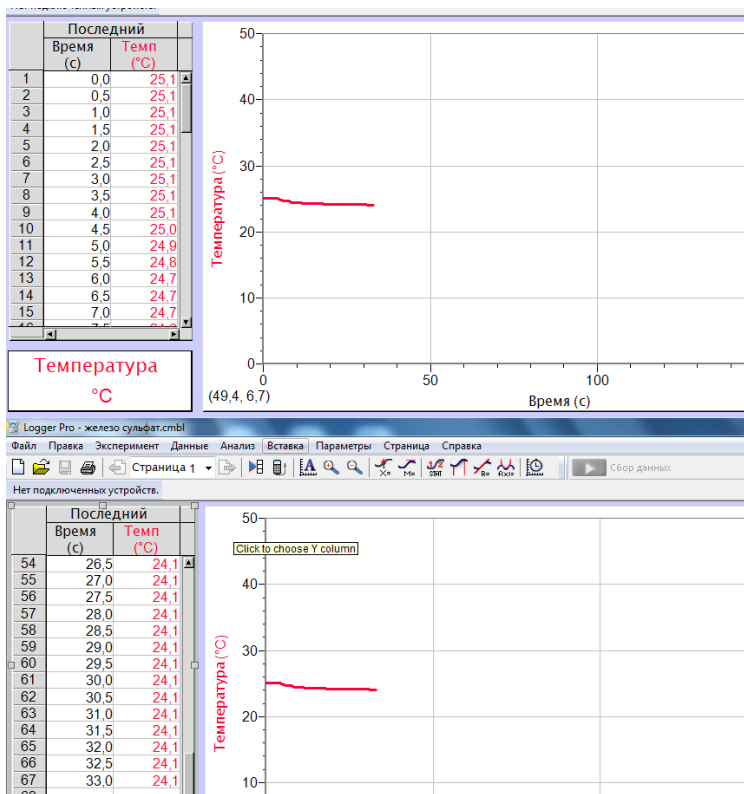


Рисунок 6. График изменения температуры раствора сульфата меди при взаимодействии с алюминием



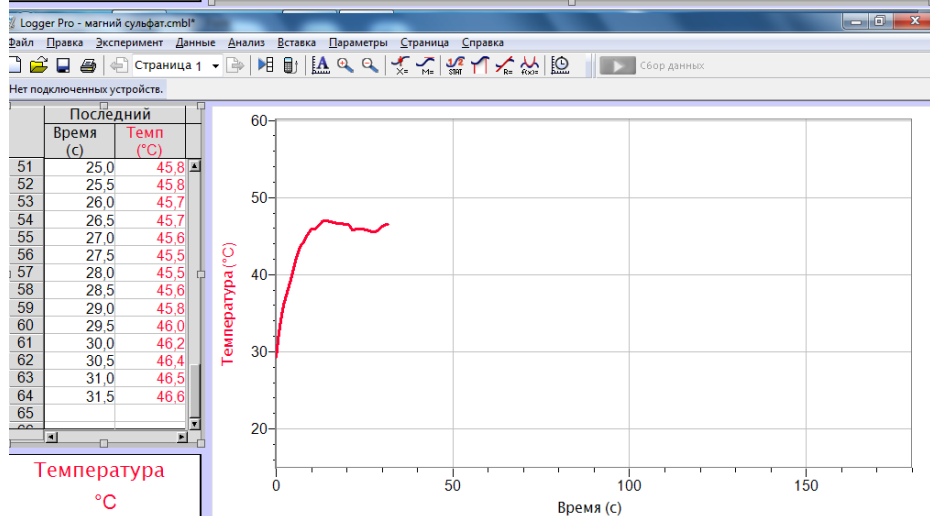
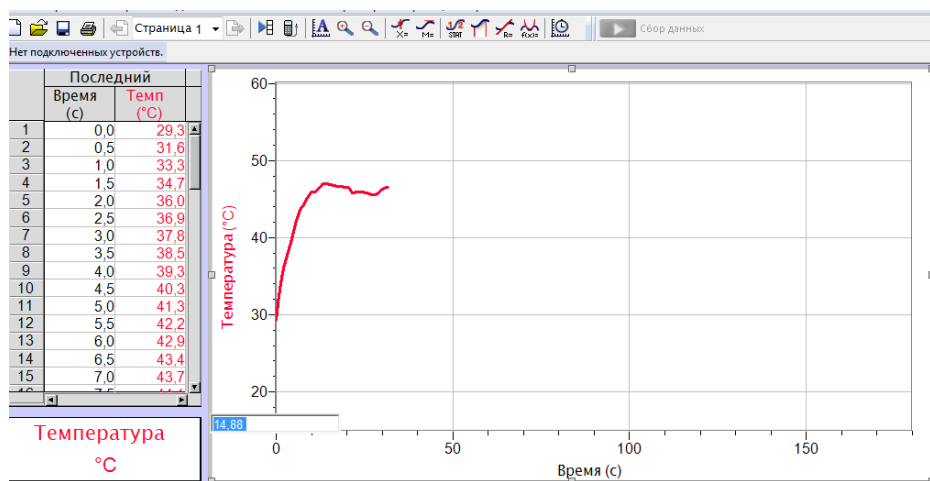
Рисунок 7. Взаимодействие железа с сульфатом меди(II)



Приложение 8. График изменения температуры раствора сульфата меди при взаимодействии с железом



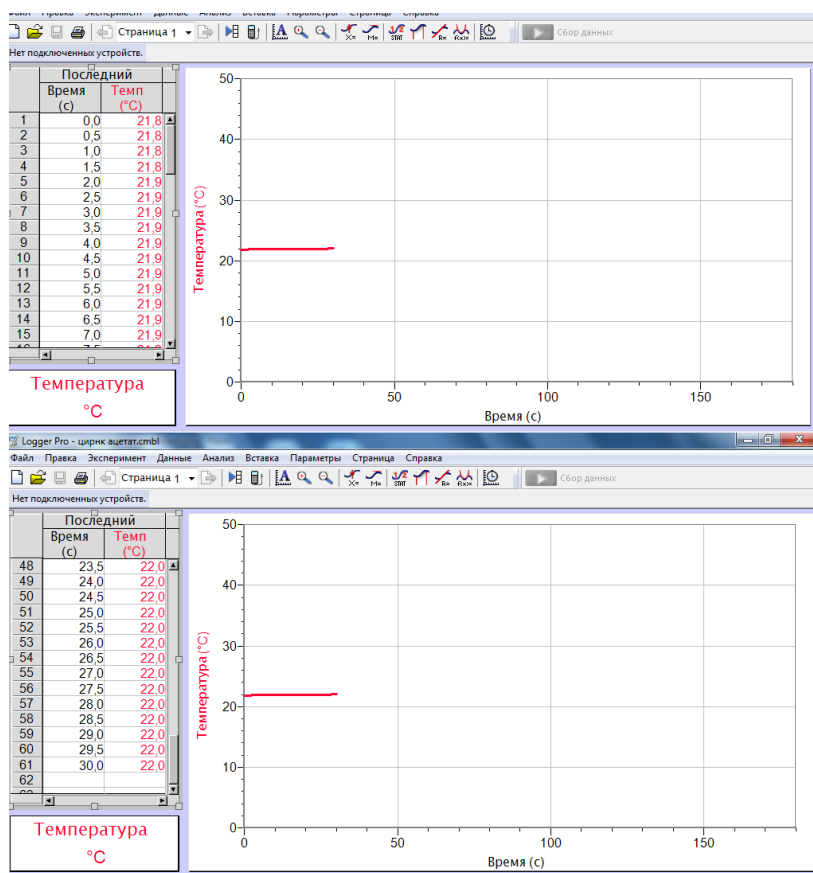
Приложение 9. Взаимодействие магния с сульфатом меди(II)



Приложение 10. График изменения температуры раствора сульфата меди при взаимодействии с магнием



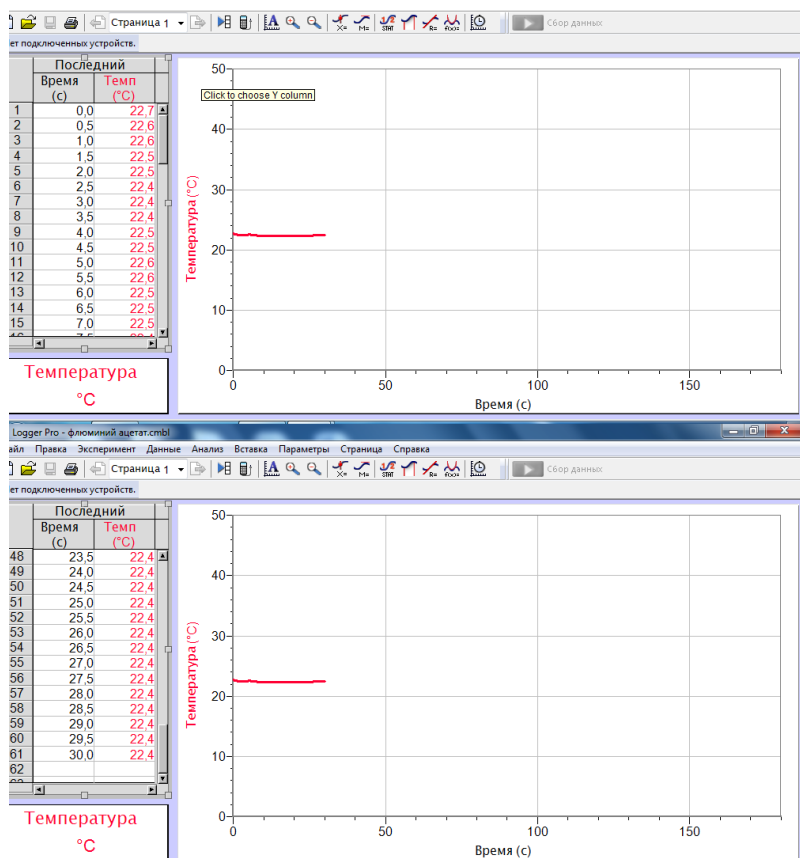
Приложение 11. Взаимодействие цинка с ацетатом меди(II)



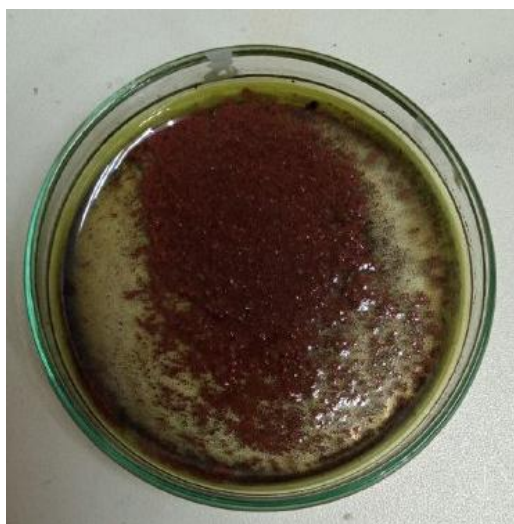
Приложение 12. График изменения температуры раствора ацетата меди при взаимодействии с цинком



Приложение 13. Взаимодействие алюминия с ацетатом меди(II)

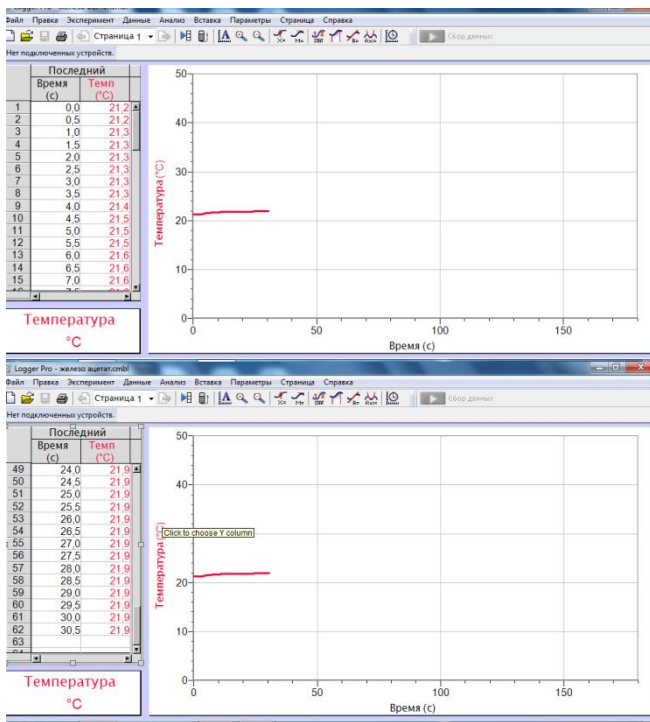


Приложение 14. График изменения температуры раствора ацетата меди при взаимодействии с алюминием



Приложение 15. Взаимодействие железа с ацетатом меди(II)





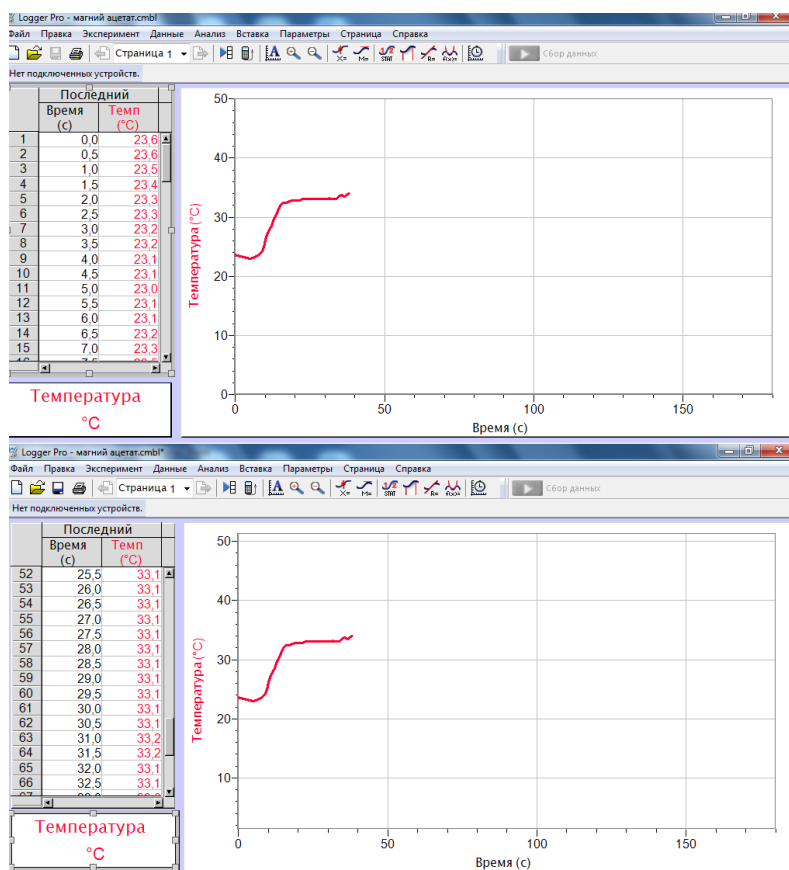
Приложение 16. График изменения температуры раствора ацетата меди при взаимодействии с железом



Приложение 17. Взаимодействие магния с ацетатом меди(II)



Приложение 18. Взаимодействие магния с ацетатом меди(II)



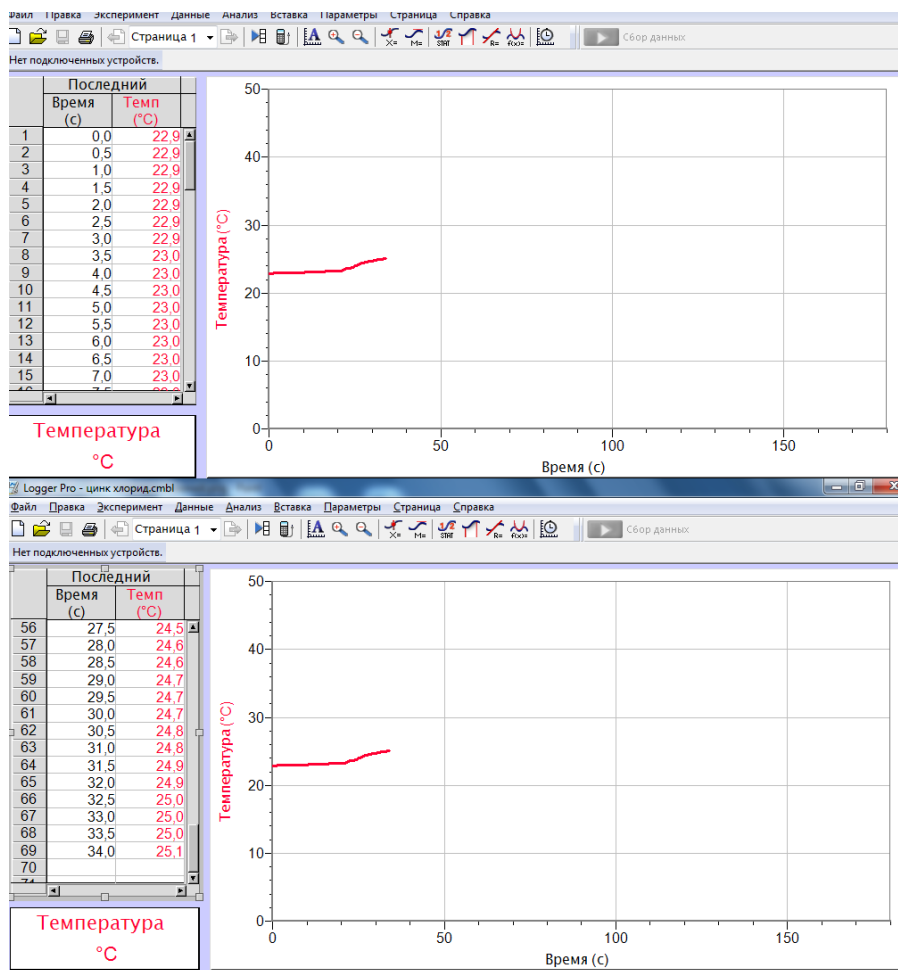
Приложение 19. График изменения температуры раствора ацетата меди при взаимодействии с магнием



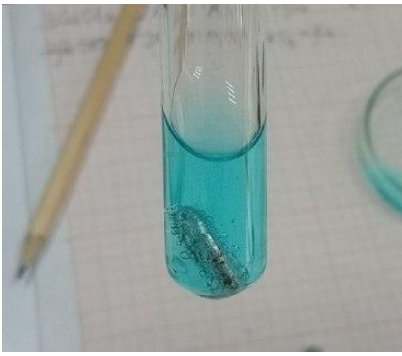
Приложение 20. Взаимодействие цинка с хлоридом меди(II)



## Приложение 21. Взаимодействие цинка с хлоридом меди(II)



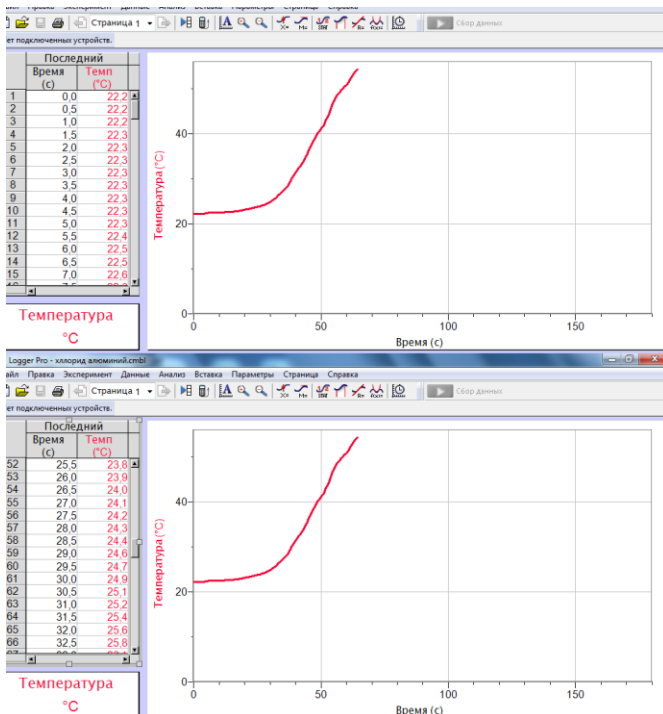
## Приложение 22. График изменения температуры раствора хлорида меди при взаимодействии с цинком



Приложение 23. Взаимодействие алюминия и хлорида меди(II)



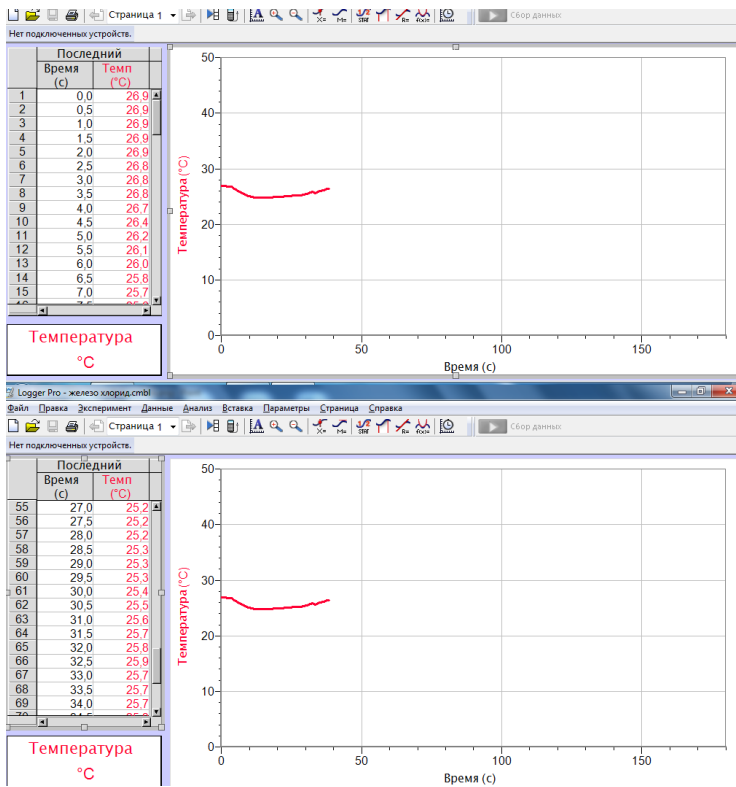
Приложение 24. Взаимодействие алюминия и хлорида меди(II)



Приложение 25. График изменения температуры раствора хлорида меди при взаимодействии с алюминием



Приложение 26. Взаимодействие железа и хлорида меди(II)



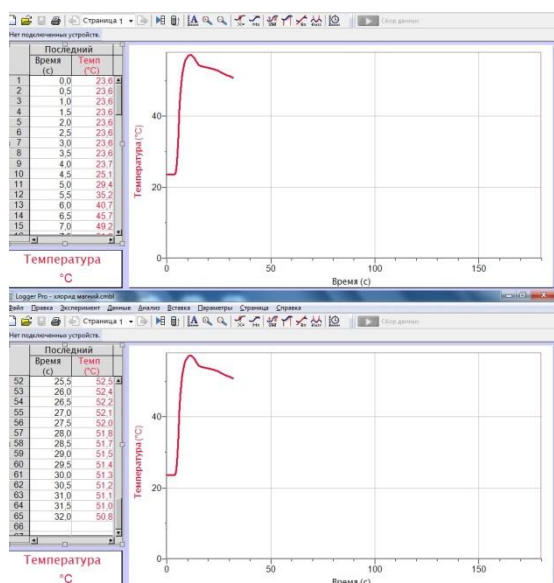
Приложение 27. График изменения температуры раствора хлорида меди при взаимодействии с железом



Приложение 28. Взаимодействие магния с хлоридом меди(II)



Приложение 29. Взаимодействие магния с хлоридом меди(II)



Приложение 30. График изменения температуры раствора хлорида меди при взаимодействии с железом