




Chemistry

ХИМИЯ


Опыты с металлами

ИГРАЕМ ВМЕСТЕ
С РОДИТЕЛЯМИ


Руководство
по проведению
экспериментов



Как вырастить
кристалл
металла?



Как превратить
железо в медь?



Какой
из металлов
самый активный?

10
ОПЫТОВ

Содержание

Список опытов.....	1
Помни о безопасности.....	2



Опыты с металлами




1 опыт. Плавление металла.....	5
2 опыт. Ряд активности металлов.....	6
3 опыт. Ингибитор.....	7
4 опыт. Коррозия металлов.....	8
5 опыт. Электрохимическая коррозия металлов.....	9
6 опыт. Как железо превратить в медь?.....	10
7 опыт. Химия железа.....	11
8 опыт. Химия меди.....	12
9 опыт. Комплексные соединения меди.....	13
10 опыт. Вырасти кристалл чистого металла.....	14

Безопасность и меры предосторожности

Чтобы процесс проведения химических опытов доставил удовольствие юным исследователям и их родителям, следует строго соблюдать меры предосторожности. Для безопасного проведения экспериментов необходимо внимательно ознакомиться с настоящим руководством и неукоснительно следовать ему. Проведение опытов разрешается только в присутствии взрослых. Не оставляйте реактивы и лабораторное оборудование в доступном для маленьких детей месте.

Безопасность

ОСТОРОЖНО!	
	При разбавлении концентрированных кислот и щелочей небольшими порциями приливать кислоту (или концентрированный раствор щелочи) в воду, а не наоборот.
	Во время проведения экспериментов с использованием огня необходимо убрать все легковоспламеняющиеся материалы на значительное расстояние от места проведения эксперимента.





ВНИМАНИЕ!	
	Во время выполнения экспериментов необходимо обеспечить проветривание комнаты.
	Выполняйте опыты над рабочей поверхностью (над столом), предварительно постелив скатерть или газету.
	Определяя при необходимости вещество по запаху, необходимо держать сосуд на расстоянии 15–20 см от лица и легкими движениями руки направлять воздух от отверстия сосуда к носу, не делая глубокого вдоха!

Безопасность и меры предосторожности

Безопасность

ВНИМАНИЕ!	
	Используйте для удержания нагреваемой пробирки пробиркодержатель. Пробирку закрепляйте в пробиркодержателе у отверстия.
	Перемешивание растворов в пробирке проводите легким постукиванием, если иное не указано в руководстве.
	В ряде экспериментов перемешивание растворов в пробирке проводите взбалтыванием, предварительно закрыв пробирку пробкой и удерживая ее большим пальцем.
	Пробирки и остальную лабораторную посуду необходимо мыть после выполнения каждого опыта. Если реактив будет смешан с каким-либо другим веществом, а также с грязью, опыт может просто не получиться.
	После проведения опытов все участвовавшие в эксперименте реактивы необходимо утилизировать. Неизрасходованные реактивы не высыпать и не выливать обратно в те сосуды, откуда они были взяты.
	После проведения научных экспериментов уберите рабочую поверхность и тщательно вымойте руки.

Безопасность и меры предосторожности

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!	
	Запрещается употреблять внутрь реактивы, растворы и их компоненты. При использовании соды, соли и прочих веществ отсыпайте их в отдельную емкость. После использования утилизируйте остатки веществ.
	Запрещается проводить опыты в посуде, предназначенной для пищевых продуктов. Проводите эксперименты только в лабораторной посуде.
	Запрещается брать реактивы руками. Разрешается брать их только мерной ложечкой или шпателем. Обязательно надевайте перчатки.
	Нагревая пробирку с жидкостью, держите ее так, чтобы открытый конец был направлен в сторону и от себя, и от соседа. В течение всего процесса нагревания запрещается наклоняться над сосудами и заглядывать в них.

Первая медицинская помощь

При правильном обращении с лабораторной посудой, оборудованием, химическими реактивами, находящимися в наборе, и при неукоснительном соблюдении техники безопасности вероятность наступления последствий, требующих оказания первой медицинской помощи, крайне мала. В случае наступления экстренной ситуации, требующей оказания первой медицинской помощи, её следует немедленно оказать пострадавшему, после чего обязательно обратиться в медицинское учреждение.

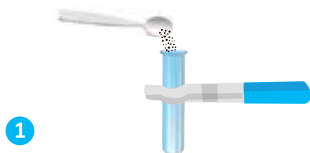
1 ОПЫТ

Плавление металла

Потребуется: пробирка, олово, металлическая пыль, держатель для пробирок, сухое горючее, чаша для выпаривания, мерная ложка, чашка Петри.

Дополнительно потребуется: спички или зажигалка.

Эксперименты



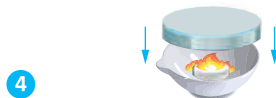
1 Аккуратно закрепи стеклянную пробирку в держателе для пробирок. Положи в нее пару мерных ложек железного порошка.



2 Положи таблетку сухого горючего в чашу для выпаривания и подожги с помощью спичек. Аккуратно нагрей пробирку с железом. Железо раскалится докрасна, но не расплавится.



3 Теперь повтори опыт с оловом. Положи в пробирку гранулу олова и нагрей. Олово довольно быстро расплавится.



4 Не забудь потушить пламя сухого горючего с помощью чашки Петри, резко накрыв ею чашу для выпаривания.



Расскажи другу

Как видишь, далеко не все металлы являются тугоплавкими. Существует даже жидкий при комнатной температуре металл – ртуть. Также, например, температуры плавления металлов галлия и цезия в районе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть эти металлы расплавятся прямо у тебя в руках. Хотя, конечно, большинство металлов довольно-таки тугоплавкие. Так железо, которое ты нагревал, плавится при температуре примерно $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такой температуры, конечно, трудно будет достичь с помощью таблетки сухого горючего. Самым тугоплавким среди всех металлов является вольфрам. Температура его плавления $3422\text{ }^{\circ}\text{C}$! Тугоплавкость и пластичность вольфрама делают его незаменимым для нитей накаливания в осветительных приборах.



2 ОПЫТ

Ряд активности металлов

Потребуется: цинк, железная скрепка, олово, медная проволока, соляная кислота, 2 пробирки, держатель для пробирки, пипетка Пастера, сухое горючее, чаша для выпаривания, чашка Петри.

Одним из свойств металлов является их способность растворяться в растворах сильных кислот. Но все ли металлы это могут? Попытаемся ответить на этот вопрос.



1 Помести обе пробирки на подставку для пробирок.



2 В одну пробирку положи гранулу цинка, во вторую железную скрепку.



3 С помощью пипетки Пастера добавь в каждую пробирку 4-5 мл раствора соляной кислоты. Какой металл растворяется быстрее?



4 Повтори опыт с гранулами олова и медной проволокой. Ни олово, ни медь не растворяются.



5 Помести сухое горючее в чашу для выпаривания и аккуратно подожги с помощью спичек.



6 Закрепи пробирку с оловом и кислотой в держателе для пробирок и аккуратно нагрей. Олово начнет медленно растворяться.



7 Попробуй нагреть медь с соляной кислотой. Медь не будет растворяться даже при нагревании.



8 Не забудь потушить пламя сухого горючего с помощью чашки Петри, резко накрыв ею чашу для выпаривания.

Эксперименты



Расскажи другу

Металлы в растворах сильных кислот растворяются с выделением газа – водорода (хотя, конечно, есть и исключения). Однако далеко не все металлы растворяются в кислотах. В этом ты убедился, проведя реакцию соляной кислоты с медью. Признаков химической реакции в этом случае не наблюдалось. Существует так называемый электрохимический ряд активности металлов, который характеризует сравнительную активность металлов в окислительно-восстановительных реакциях в водных растворах.

$\text{Li} \rightarrow \text{Rb} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Ba} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Cd} \rightarrow \text{Co} \rightarrow \text{Ni} \rightarrow \text{Sn} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{Sb} \rightarrow \text{Bi} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Hg} \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{Pd} \rightarrow \text{Pt} \rightarrow \text{Au}$

Все металлы, расположенные правее водорода H в ряду активности металлов, не реагируют с растворами кислот. Как мы видим, медь (Cu) расположена правее, поэтому мы и не наблюдали реакцию меди с соляной кислотой. Кроме того, более активные металлы вытесняют менее активные из растворов их солей.

Потребуется: железная скрепка, соляная кислота, пробирка, сухое горючее.

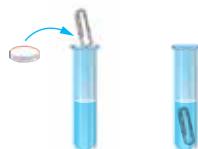
Итак, в предыдущем опыте мы увидели, что кислота растворяет многие металлы. Из этого эксперимента мы узнаем, можно ли остановить этот процесс?

1



Налей в пробирку соляной кислоты и брось туда скрепку. Скрепка начнет растворяться.

2



Добавь к раствору соляной кислоты немного сухого горючего, дождись, когда оно растворится в кислоте, и вновь положи туда скрепку. В этом случае скрепка не растворяется.



Минутка теории

Сухое горючее (уротропин) в этом опыте выполняет роль ингибитора кислотной коррозии. Ингибитором называется вещество, способное подавлять химический или физический процесс. Молекулы сухого горючего адсорбируются на поверхности металла, по сути создавая на ней пленку, которая защищает поверхность металла от действия кислоты. Однако следует отметить, что уротропин ингибирует поверхность металла при температуре не выше 40 °С. При температуре выше 40 °С в кислой среде уротропин разлагается на формальдегид и хлористый аммоний, и защитное действие уротропина исчезает.



4

ОПЫТ

Коррозия металлов

Потребуется: пробирка, пробка для пробирки, чашка Петри, пипетка Пастера, мерный стакан, фильтровальная бумага.

Дополнительно потребуется: вода, поваренная соль, 3 железные скрепки.

Продолжаем изучать коррозию металлов.



1

Одну скрепку положи в пробирку, закрой пробкой и оставь на несколько дней.



2

Приготовь раствор поваренной соли в мерном стакане из расчета: 1 чайная ложка в 25 мл воды.



3

Помести два кусочка фильтровальной бумаги в чашку Петри так, чтобы они не соприкасались друг с другом, и положи на каждый кусочек по скрепке.



4

На одну скрепку капни чистой воды, на вторую раствор соли и оставь на несколько дней, периодически добавляя воду и раствор соли к двум скрепкам, соответственно.

Эксперименты



Минутка теории

Итак, что же произошло? Скрепка, которую мы оставили в пробирке, не заржавела, так как она была практически полностью изолирована от агрессивного воздействия окружающей среды – воздуха, влаги. Под воздействием соленой воды скрепка проржавела в значительно большей степени, смоченная обычной водой. Одна из причин такого явления – это каталитическое действие хлорид-анионов (хлорид-анионы входят в состав поваренной соли). Хлорид-анионы разрушают защитную оксидную пленку на поверхности металла, тем самым увеличивая скорость коррозии. Вторая причина – это электрохимическая коррозия. О том, что это такое и как с ней бороться более подробно разберем в следующем разделе.



Расскажи другу

В 1967 году норвежское судно «Анютина» перевозило медный концентрат. В Тихом океане на них налетел тайфун, во время которого в трюмы попала соленая вода. Вследствие сильной коррозии стальной корпус корабля стал разрушаться. Экипажу ничего не оставалось, как подать сигнал бедствия. Люди были спасены, а сама «Анютина» едва добралась до порта.

Потребуется: цинк, пробирка, подставка для пробирок, чашка Петри, пипетка Пастера, фильтровальная бумага.

Дополнительно потребуется: вода, поваренная соль, 2 железные скрепки.

1



Помести пробирку на подставку для пробирок.

2



Пипеткой Пастера добавь в пробирку 10 мл воды. Добавь 4 мерные ложки поваренной соли. Взболтай.

3



Положи на дно чашки Петри кусок фильтровальной бумаги. Положи на бумагу две скрепки. Обильно смочи бумагу соленой водой из пробирки.

4



Положи гранулу цинка так, чтобы она соприкасалась только с одной из скрепок.

5



Через пару дней ты увидишь, что скрепка, которая лежала отдельно от цинка заржавела, а вторая нет.



Минутка теории

Электрохимическая коррозия – самый распространенный вид коррозии. Электрохимическая коррозия возникает при контакте металла с окружающей электролитически проводящей средой (а как мы знаем, соленая вода хорошо проводит ток). Дело в том, что при соприкосновении металла и проводящей среды (в данном случае соляного раствора) образуется электродная пара, где металл выполняет роль анода – положительно заряженного электрода, а среда – катода – отрицательно заряженного электрода. За счет возникающей разности потенциалов реакция окисления металла идет значительно быстрее. Но если внести в систему более активный металл (см. пункт 3) (в нашем случае – цинк), роль анода будет выполнять уже он, то есть будет идти окисление цинка, а железо при этом останется нетронутым. Это один из методов защиты металла от коррозии.



Как железо превратить в медь?

Потребуется: медь серноокислая, пробирка, подставка для пробирок, пипетка Пастера, мерная ложка.

Дополнительно потребуется: вода, железная скрепка.

1



Помести пробирку на подставку для пробирок.

2



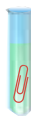
Добавь в пробирку 2 мерные ложки меди серноокислой. Добавь с помощью пипетки Пастера 2 мл воды и перемешай легким постукиванием.

3



Положи железную скрепку в пробирку с раствором меди серноокислой и оставь на 30 минут.

4



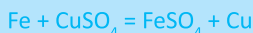
В течение указанного времени скрепка покроется красным цветом, а сам раствор станет зеленоватым. Полученный раствор вновь поменяет окраску, если его оставить открытым на воздухе на несколько дней.

Эксперименты



Минутка теории

Как мы знаем из 3-го пункта: более активные металлы вытесняют менее активные из растворов их солей. Именно это мы и наблюдали в ходе эксперимента:



В результате реакции образовался раствор сульфата железа (II) (раствор зеленоватого цвета). Сульфат железа со временем окисляется (благодаря кислороду в воздухе) с образованием гидроксосульфата железа (III), и окраска раствора в очередной раз меняется:



Потребуется: железо хлорное, медная проволока, пробирка, подставка для пробирок, пипетка Пастера.

Дополнительно потребуется: вода.



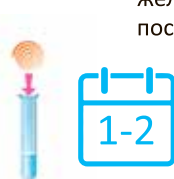
1

Помести пробирку на подставку для пробирок.



2

Пипеткой Пастера добавь в пробирку 4 мл воды. Добавь 2 мерные ложки железа хлорного (III). Перемешай легким постукиванием.



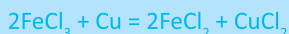
3

Помести в пробирку медную проволоку и оставь на 1-2 дня. Через пару дней медь полностью растворится. Медная проволока может быть покрыта слоем изоляционного лака, так что предварительно зачисти ее поверхность с помощью ножниц или наждачной бумаги.



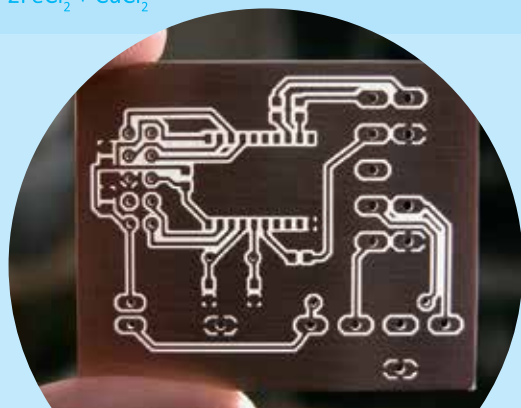
Минутка теории

«Постой, – скажешь ты, – медь же неактивный металл, почему она растворяется в растворе соли более активного металла – железа?». Дело в том, что соли трехвалентного железа, в частности хлорного железа, являются довольно сильными окислителями. В данной реакции медь не вытесняет железо из ее соли, а восстанавливает его до соли двухвалентного железа:



Расскажи другу

Аналогичным способом наносят «рисунок» на печатные платы радиоприборов. Сначала плату полностью покрывают слоем меди. Потом весь лишний металл растворяют. Дорожки на плате во время удаления меди защищаются слоем лака.



Потребуется: медная проволока, азотная кислота, пробирка, пипетка Пастера.

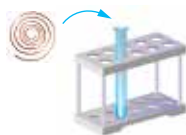
Из опыта 2 мы узнали о том, что медь не растворяется в растворах сильных кислот. Но, как известно, во всех правилах есть исключения.

1



Помести пробирку на подставку для пробирок.

2



Помести в пробирку медную проволоку, предварительно убедившись в том, что проволока не покрыта лаком. Если на поверхности проволоки есть защитное покрытие, удали его, например, с помощью ножниц.

3



Добавь к медной проволоке с помощью пипетки Пастера несколько миллилитров азотной кислоты.

4



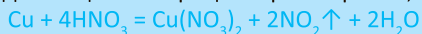
Медная проволока довольно быстро растворится с образованием сине-зеленого раствора и выделением бурого газа.

Эксперименты



Минутка теории

Все дело в нехарактерных для большинства кислот свойствах азотной кислоты. В отличие от многих кислот, азотная кислота обладает повышенными окислительными свойствами. Более подробно о необычных свойствах азотной кислоты ты можешь узнать из набора «Опыты с кислотами». Азотная кислота способна растворять многие неактивные металлы, например, медь и серебро, которые не реагируют с растворами большинства кислот. Бурый газ, выделяющийся в процессе растворения, – это диоксид азота (NO_2):



Расскажи другу

Медь — один из первых металлов, хорошо освоенных человеком из-за доступности для получения из руды и малой температуры плавления. Следует отметить, что медь является одним из четырёх металлов, имеющих явную цветовую окраску, отличную от серой или серебристой у прочих металлов, что, несомненно, выделяет ее среди массы других. Еще в древности медь стали применять в виде различных сплавов, например, бронзы — сплава меди и олова. Бронзу получили впервые за 3000 лет до н. э. на Ближнем Востоке. Бронза привлекала людей прочностью и хорошей ковкостью, что делало её пригодной для изготовления орудий труда и охоты, посуды, украшений.

Потребуется: медь серноокислая, железо хлорное, раствор аммиака, две пробирки, пробки для пробирок.

Дополнительно потребуется: поваренная соль, сахар.



1

Приготовь раствор меди серноокислой в пробирке из расчета 2 мерные ложки на 8 мл воды (примерно 8 см в пробирке). Закрой пробирку пробкой и встряхни несколько раз до полного растворения сульфата меди.



2

Установи вторую пробирку в держатель для пробирок. Перелей часть раствора меди серноокислой во вторую пробирку.



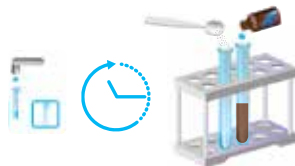
3

В первую пробирку добавь раствор аммиака. Раствор станет ярко-синим. Возможно выпадения осадка, который сразу же растворится при добавлении дополнительного количества аммиака.



4

Во вторую пробирку добавь пару мерных ложек обыкновенной поваренной соли. В этом случае окраска изменится на изумрудно-зеленую.



5

Освободи и помой пробирки и попробуй повторить все те же самые опыты с железом хлорным. При добавлении раствора аммиака к железу хлорному выпадет осадок бурого цвета. При добавлении поваренной соли к железу хлорному ничего не произойдет.



Минутка теории

Одним из ключевых свойств ионов меди является способность образовывать разнообразные яркоокрашенные комплексные соединения с разными веществами, например: аммиаком, хлорид-ионом, сахаром и глюкозой (ты можешь также провести опыт с сахаром и глюкозой и посмотреть, как изменится окраска в этих случаях). Конечно, железо, как и большинство металлов, способно образовывать комплексные соединения, в том числе и окрашенные, но не с таким широким спектром соединений как медь. Об окрашенных комплексных соединениях железа ты можешь узнать из наборов «Химия цвета» и «Чернила из железа».

Потребуется: мерный стакан, медь серноокислая, фильтровальная бумага, пробирка, подставка для пробирок, пипетка Пастера.

Дополнительно потребуется: вода, поваренная соль, железная скрепка.



1 Помести пробирку на подставку для пробирок. Пипеткой Пастера добавь в пробирку 15 мл воды. Туда же добавь 8 мерных ложечек поваренной соли. Взболтай.



2 Положи в мерный стакан 3-5 мерных ложек меди серноокислой и 7 мерных ложек поваренной соли. Перемешай легким качанием стакана из стороны в сторону. Добавь воды до крайней отметки на стакане.



3 Накрой мерный стакан фильтровальной бумагой или тканью. Положи на фильтровальную бумагу скрепку.



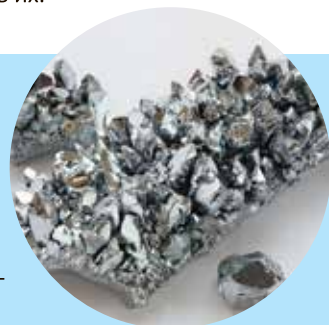
4 Добавь в мерный стакан поверх фильтровальной бумаги соленый раствор из пробирки. Уровень жидкости в мерном стакане должен быть на 1 см выше скрепки.



5 При необходимости повтори первый шаг и подготовь соленый раствор, который можно будет вновь добавить в мерный стакан. Через 2-3 дня на скрепке образуются кристаллы меди. Во время процесса роста кристаллов крайне нежелательно перемещать и тем более извлекать их.

Заключение

Мир металлов обширен и разнообразен. Металлы бывают легкими (самый легкий металл – литий – практически в два раза легче воды!) и тяжелыми (самый тяжелый – осмий – более чем в 22 раза тяжелее воды!), легкоплавкими (например, галлий и цезий расплавятся у тебя в руках) и тугоплавкими (температуры плавления рения, тантала и вольфрама выше 3000 °С), реакционно-способными (калий, рубидий, цезий загораются на воздухе) и химически стойкими (родий и иридий нерастворимы даже в царской водке) и т.д. Об этом и многом другом ты более подробно узнаешь в старших классах на уроках химии!



Chemistry

ХИМИЯ

Опыты с металлами



ИГРАЕМ ВМЕСТЕ
С РОДИТЕЛЯМИ

В наборе:

Оборудование и аксессуары: держатель для пробирок - 1 шт., палочка для размешивания - 1 шт., перчатки - 1 пара., пипетка Пастера - 1 шт., шпатель-ложечка - 1 шт., мерный стакан 30 мл - 1 шт., пробирка стеклянная - 2 шт., пробка для пробирки - 2 шт., универсальная индикаторная бумага - 2 шт., фильтровальная бумага - 2 шт., чашка Петри - 1 шт., чаша для выпаривания - 1 шт., подставка для пробирок - 1 шт., инструкция - 1 шт.

Реактивы: соляная кислота - 1 шт., олово - 1 шт., железная скрепка - 2 шт., железо хлорное - 1 шт., медь сернистая - 1 шт., металлическая пыль - 1 шт., азотная кислота - 1 шт., медная проволока - 1 шт., цинк - 1 шт., сухое горючее - 2 шт.

Дорогие друзья!

Добро пожаловать в «Химическую лабораторию»!

Химия – это не только школьный предмет, но и увлекательная наука, которая помогает людям понять, что происходит вокруг. Сегодня мы займемся увлекательными опытами с металлами, с помощью которых ты ответишь на вопросы: «что такое металл?», «что объединяет данный класс химических соединений?», «что такое коррозия металла?», а также сможешь провести несложный химический эксперимент и превратить железо в медь. Описание всех экспериментов вместе с красочными иллюстрациями ты найдешь в подробной инструкции.

Читай и экспериментируй!

Помни
о безопасности!
Ищи на полках набор
«Защита.da»



ЦВЕТА И КОМПЛЕКТАЦИЯ МОГУТ ОТЛИЧАТЬСЯ ОТ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА УПАКОВКЕ

Внимание! Набор содержит химические вещества и лабораторную посуду, которые требуют осторожного обращения. Не давайте набор детям младше 3 лет. Это может быть опасно! ОПЫТЫ ПРОВОДЯТСЯ ПОД ПРИСМОТРОМ ВЗРОСЛЫХ.