

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ  
ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Автор: Морозов Павел Вячеславович



ПРОСТЫЕ И ЭФФЕКТНЫЕ  
ЭКСПЕРИМЕНТЫ

ИНСТРУКЦИЯ

ОГОВЯННОЕ ДЕРЕВО



ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ



САМОДЕЛЬНАЯ БАТАРЕЙКА



МЕДНЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ





Сегодня мы настолько привыкли пользоваться электрическими батарейками, что не обращаем на это никакого внимания, а между тем, изобретение батарейки открыло целую эру в науке технике. Более 200 лет назад были совершены гениальные открытия, которые положили начало учению об электричестве и электрохимии. В основе открытий лежали простые и очень эффектные эксперименты, которые мы повторим при помощи набора «Чудеса электрохимии». Как обычно, все эксперименты в наборах компании «Научные технологии» происходят прямо на Ваших глазах и не требуют никакой сложной подготовки. В набор входят компоненты, которые позволяют провести опыты несколько раз.

### СОСТАВ НАБОРА

Мерный стакан (1 шт.)		Чашка Петри (1 шт.)		Батарейный блок с зажимами (1 шт.)	
Электроды медные (4 шт.)		Электроды цинковые (4 шт.)		Светодиод (1 шт.)	
Провода соединительные 60 мм с зажимами (3 шт.)		Провода соединительные 170 мм с зажимами (3 шт.)		Электролитиче- ская ванночка (1 шт.)	
Кислота уксусная, 8 % (100 мл)		Хлорид олова (15 г)		Медный купорос (100 г)	
Лимонная кислота (30 г)		Ложка мерная, 5 мл (1 шт.)		Палочки для раз- мешивания (3 шт.)	
Сборный ложе- мент для электро- литической ванны (1 шт.)		Перчатки (1 пара)			

## ВНИМАНИЕ!

- Дополнительно Вам понадобятся 4 пальчиковые батарейки типа АА (не входят в состав набора).

## МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ



Данный набор сертифицирован согласно ТР ТС 008/2011 «О безопасности игрушек». Все эксперименты должны проводиться под присмотром родителей или взрослых. Химические реактивы должны храниться в недоступном для детей месте. Запрещено трогать химические реактивы руками, глотать, прикасаться к лицу и глазам при проведении опытов.

Запрещено принимать пищу во время проведения опытов и использовать посуду, предназначенную для пищевых продуктов.

Во время проведения опытов обязательно использовать перчатки. Рекомендуется использовать защитные очки, которые продаются отдельно и входят в набор «Защитных средств юного химика».

## БАТАРЕЙКА. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ.

До конца 18-го века не было сделано открытий, необходимых для создания источника постоянного тока или батарейки, которые мы сейчас считаем чем-то обыденным. Ситуация изменилась после работ профессора медицины Болонского университета Луиджи Гальвани (1737-1798), открывшего, как он полагал, «животное электричество». Его знаменитый трактат назывался «О силах электричества при мышечном движении». В некоторых опытах Гальвани произошел первый в мире прием радиоволн. Генератором служили искры электрофорной машины, приемной антенной — скальпель в руках Гальвани, а приемником — лягушачья лапка. Помощник Гальвани проводил опыты с электрической машиной в некотором отдалении от препарированной лягушки. При этом жена Гальвани Лючия заметила, что лягушачьи лапки



Луиджи Гальвани, 1737-1798



Опыт Гальвани: сокращение мышечной ткани при прикосновении электродом в двух точках

## Автор: Морозов Павел Вячеславович май 2018

сокращаются в тот самый момент, когда в машине проскакивает искра. Гальвани обнаружил также, что сокращение мышечной ткани происходит и при простом прикосновении к ней в двух точках металлическими предметами. Гальвани предполагал, что явление связано с электричеством, которое вырабатывает животная ткань.

Опытами Гальвани заинтересовался итальянский физик Алессандро Вольта (1745-1827). Он был уже известным ученым. Вольта вначале был ревностным сторонником теории «животного электричества» Гальвани. Но собственноручное повторение его опытов убедило Вольта, что опыты Гальвани следует объяснять совершенно иначе: лягушачья ножка — не источник, а лишь приемник электричества. Источник же — разные металлы, которые касаются друг друга. «Металлы не только прекрасные проводники, — писал Вольта, — но и двигатели электричества». Секрет сокращения лягушачьей ножки состоит именно в том, что ее касаются в двух местах соединенными электродами из разного металла. Причем сила сокращения зависит от того, какие металлы выбирают.

Для исследований электрических свойств пар различных металлов Вольта сравнивал свои ощущения, помещая одновременно две соединенные проводом пары металлических пластинок себе на язык. Пластины одного металла он помещал в центр языка, а соединенную с ней пластину другого — на кончик языка, как самое чувствительное его место. По силе кислотоватого или щелочного вкуса определял какие пары металлов дают наибольший электрический эффект.



Алессандро Вольта, 1745-1827



Медный и цинковый электроды, соединенные проводом с зажимами

Вам предоставляется возможность повторить этот опыт. Возьмите цинковую (она серая) и медную (она желтовато-оранжевая) пластинки, соедините их проводом с зажимами, а затем одновременно коснитесь медной пластинкой середины языка, а цинковой его кончика. Вы ощутите очень легкое покалывание и явный кислотоватый вкус, знакомый всем, кто проверял языком работает ли батарейка.

Вольта даже выстроил металлы, известные на то время, в ряд по силе вкусовых ощущений. В этом ряду чем дальше друг от друга металлы, тем больший вкусовой эффект на языке дает их пара. Вот этот первый ряд напряжений Вольта:

ЦИНК

ОЛОВО

СВИНЕЦ

ЖЕЛЕЗО

ЛАТУНЬ

БРОНЗА

МЕДЬ

ПЛАТИНА

ЗОЛОТО

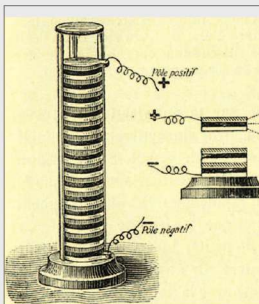
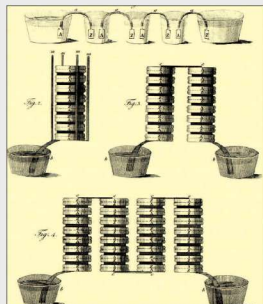
СЕРЕБРО

РТУТЬ

Великие открытия в физике делались порою при помощи самых простых инструментов, а иногда и совсем без них.

# Автор: Морозов Павел Вячеславович май 2018

Алессандро Вольта изобрел первый гальванический элемент, состоящий из нескольких соединенных последовательно пар медных и цинковых электродов, погруженных в проводящий раствор-электролит. В другом варианте Вольта помещал между каждой медно-цинковой парой смоченную в электролите ткань. Схемы гальванических элементов, состоящих из цепочек соединенных электродов изображены ниже на копии со старой гравюры 18-го века. В честь Алессандро Вольта названа **единица измерения электрического напряжения — один Вольт**.



Гальванические элементы Алессандро Вольта, 1799 г.

Мы продолжим рассказ об электролитах и истории электрохимии в следующих разделах брошюры, а сейчас займемся изготовлением настоящего гальванического элемента из... картошки и лимона.

## ЭКСПЕРИМЕНТ «БАТАРЕЙКА ИЗ ЛИМОНА»

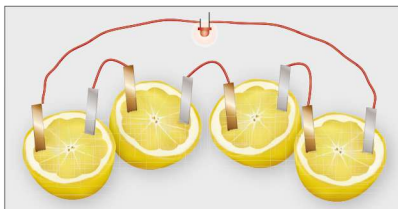
В этом разделе мы с Вами соберем простой гальванический элемент с использованием.. лимона или картошки и даже яблока.

1

Для эксперимента нам понадобится два свежих лимона (если нет под рукой лимонов, напоминаем, что можно взять свежие яблоки или обязательно сырую картошку). Каждый плод необходимо помыть и разрезать на две половинки.

2

В поверхность среза каждой половинки лимона воткните на расстоянии друг от друга два электрода: медный и цинковый. Всего в наборе по 4 медных и цинковых электрода. Затем, соедините проводами с зажимами все 4 половинки, как это изображено на рисунке. Длина проводов не имеет значения. У нас получился простой гальванический элемент — батарейка. Между каждым цинковым и медным электродом, воткнутыми в один лимон, образуется электрическое напряжение немного меньше одного вольта. Лимон в нашем случае играет роль среды, проводящей электрический ток. Этого напряжения недостаточно для того, чтобы, например, зажечь светодиод. Для того, чтобы светодиод зажегся, напряжение должно быть как минимум больше двух с половиной вольт. Соединяя лимоны и электроды, как показано на схеме, мы пропорционально



увеличиваем напряжение нашей батареи в 4 раза. Для того, чтобы получить такое напряжение необходимо последовательно соединить все четыре половинки при помощи проводов с зажимами, как показано на рисунке.

3

Провода, присоединенные к крайним электродам, будут иметь свободные зажимы. К двум свободным зажимам гирлянды присоединим светодиод. У светодиода две ножки: длинная и короткая. Длинную надо подсоединить к проводу, присоединенному к медному электроду, короткую — к проводу с цинковым электродом. Диод должен загореться. Если этого сразу не произошло, то поменяйте местами ножки диода в зажимах. **Диод проводит электрический ток только в одну сторону**, поэтому важно к какой ножке какой зажим будет прикреплен.

4

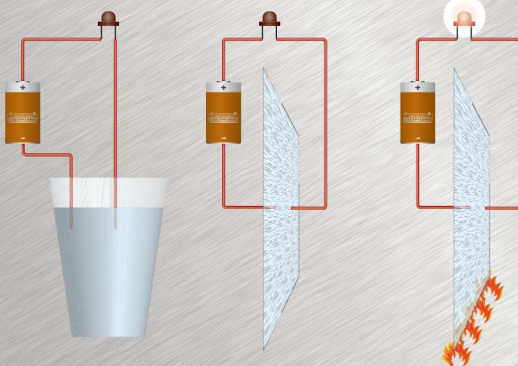
После успешного испытания батарейки не выкидывайте цинковые и медные электроды. Они нам очень пригодятся для следующих интересных экспериментов, а вот лимоны, яблоки или картофель, использованные в опыте, лучше выкинуть.

## СВЕТОДИОД



Компактное устройство, называемое светодиодом, сейчас широко используется в промышленности. В отличие от лампочки накаливания, нить которой светится от нагревания сравнительно большим электрическим током, светодиоды излучают свет при комнатной температуре, даже когда через них течет очень маленький ток. Явление называется электролюминесценция. Цвет свечения светодиода зависит от химического состава используемых компонентов и может быть практически любым. Явление электролюминесценции было открыто в 1907 году английским исследователем Генри Джозефом Раундом. Им же в 1907 году были созданы первые светодиоды.

## ЭЛЕКТРОЛИТЫ



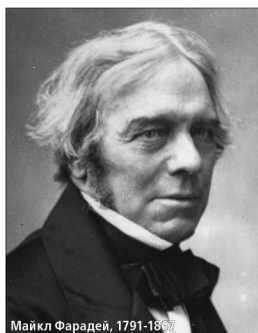
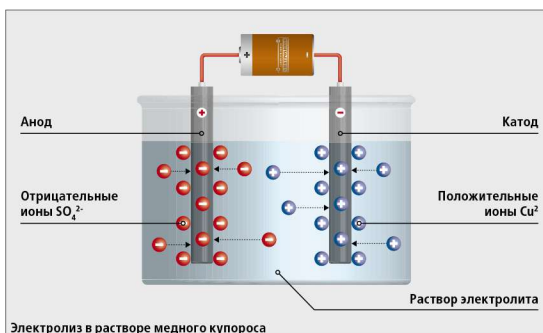
Надо заметить, что электрический ток проводят не все растворы веществ и в то же время не все электролиты являются жидкими. Так, например, раствор сахара ток не проводит, а обычное стекло, напротив, является электролитом, но заряженные частицы в стекле при комнатной температуре двигаются очень, очень медленно и стекло ведет себя как диэлектрик. Но если стекло нагреть, оно становится хорошим проводником электрического тока.

## ЭЛЕКТРОЛИЗ. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ.

В предыдущем разделе мы упоминали, что цинковый и медный электроды только тогда станут батарейкой, когда мы вставим их в электролит. Что такое электролит? Электролитом называется жидкость или иная среда, которая содержит положительно и отрицательно заряженные частицы — ионы. Ионы образуются из-за распада или диссоциации молекул, в которые они входят. В нашем случае мы будем говорить о растворах электролитов. То, что через жидкость может проходить электрический ток интуитивно понял еще Алессандро Вольта. Однако вплотную к природе явления, которое теперь называют электролитической диссоциацией, подошел английский физик Майкл Фарадей в 1834 году только через 42 года после открытия Вольта. Фарадей ввел такие понятия: как положительный ион (катион) и отрицательный ион (анион). Анионы и катионы — это соответственно положительно и отрицательно заряженные частицы, направленное движение которых и является электрическим током. Фарадей установил, что сложные вещества разлагаются в растворе на заряженные составляющие, которые при пропускании через электролит тока могут превращаться в вещество на положительном или отрицательном проводнике, опущенном в раствор электролита. Чем больший ток проходит через электролит, тем больше вещества выделяется.

## ЭКСПЕРИМЕНТ «ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ ПРЕДМЕТОВ МЕДЬЮ»

В следующем опыте мы будем использовать в качестве электролита раствор медного купороса или сульфата меди. В воде молекула медного купороса распадается на два иона: положительно заряженный ион меди (катион) и отрицательно заряженный сульфат-ион (анион).



Если к такому раствору подключить батарейку, то под действием электрического поля положительные ионы меди начнут двигаться в сторону отрицательного электрода (катода), а отрицательные сульфат-ионы — в сторону положительного (анода). Возникнет электрический ток. Положительные ионы меди будут превращаться в металлическую медь на катоде. Если вместо отрицательного электрода взять, например, алюминиевую пластинку или иное проводящее вещество, то они покроются слоем меди. Для того, чтобы не дать меди исчезнуть из раствора, положительный электрод делают медным. Одновременно с осадением на отрицательном электроде медь в виде ионов срывается с медного анода. Таким образом поддерживается постоянная концентрация меди в растворе, что позволяет продолжать процесс меднения. Единственное что, так это расход медного анода. Анод как бы съедается, и его надо периодически менять на новый кусочек меди.

# Автор: Морозов Павел Вячеславович май 2018

Для проведения этого эксперимента нам необходимо будет сделать некоторые приготовления:

## ДЕЛАЕМ ЭЛЕКТРОЛИТ



1 Возьмите ненужную чистую стеклянную двухлитровую банку. При помощи мерного стаканчика из набора налейте в нее 1.5 литра теплой кипяченой воды. Это ровно 6 полных стаканчиков.



2 В теплую воду высыпаем содержимое баночки с надписью «Лимонная кислота» и аккуратно размешиваем, держа банку вверх горлышком, и производя легкие вращательные движения до полного растворения порошка.



3 Затем в полученный раствор высыпаем содержимое баночки с надписью «Сульфат меди». Это голубой порошок. Еще раз перемешиваем раствор покачивая банку. Ждем, пока порошок полностью растворится. Если растворился не весь порошок, дайте банке постоять 10-15 минут, затем повторите процедуру перемешивания.



4 У нас получился раствор голубого цвета, который проводит электрический ток.

## СОБИРАЕМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКУЮ УСТАНОВКУ



1 В наборе имеются 3 детали, изготовленные из тонкой фанеры (см. фото).



Ложемент в разобранном виде



Ложемент в собранном виде

Эти детали предназначены для сборки нашей электролитической установки. Детали «1» одинаковы и их 2 штуки — это боковые крепления. Деталь «2» в единственном экземпляре и это верхняя панель ложемента. Аккуратно соединяем все 3 детали, как показано на фото.



2 В 4 искривленных прорези на верхней панели вставляем сохраненные в предыдущем опыте электроды из тонкой меди. За счет того, что прорези искривлены, электроды будут прочно держаться в них из-за трения. На фотографии видно как надо вставить электроды. Они должны на 5-6 мм выступать над верхней панелью. Если электроды все же выпадают из прорезей, можно немного согнуть их поперек.



Вставленный электрод



## Автор: Морозов Павел Вячеславович май 2018

3

В набор входит пластиковая ванночка. Ставим ее на твердую поверхность. Это может быть устойчивый табурет или стол. Предварительно полезно подстелить под нее лист бумаги или газеты на тот случай, если электролит расплещется. Медный купорос и лимонная кислота разъедают акриловые покрытия, поэтому не делайте эксперимента на Вашей чистой кухне.

4

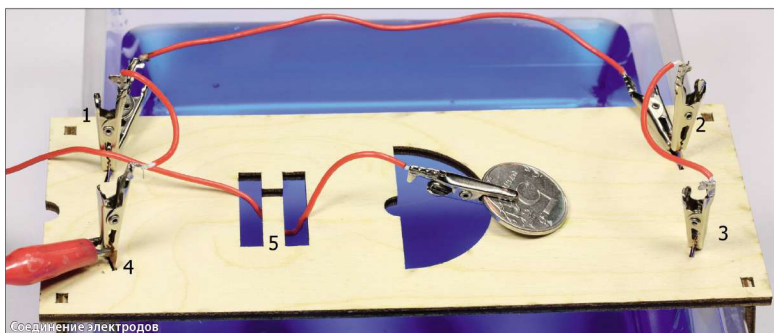
Наливаем в ванночку сделанный ранее раствор электролита так, чтобы уровень его не доставал до краев примерно 1-го сантиметра. Теперь ванночку лучше не сдвигать с места.

5

Сверху на ванночку помещаем собранный нами ложемент с электродами.

6

Электроды необходимо правильно соединить проводами. В наборе имеется два вида провода с зажимами: длинные и короткие. Длинным проводом с двумя зажимами при помощи зажимов соединяем попарно крайние удаленные электроды 1 и 2 (см. фото). Одновременно короткими проводами соединяем электроды 1-4 и 2-3. Вот, что у нас получилось:



7

Для опыта нам понадобится очень чистая монетка достоинством, скажем, 5 рублей. Монетку надо потереть раствором пищевой соды, которая наверняка есть у Вас на кухне, чтобы удалить с нее грязь и жир. После обработки пищевой содой промойте монетку водой еще раз.

8

В наборе имеется длинный провод с одним зажимом. Чистую монетку за краешек закрепляем в зажиме второго длинного провода и через центральное полукруглое отверстие верхней панели ложемента полностью опускаем в голубой раствор так, чтобы висящая на проводе монетка полностью погрузилась в раствор. Свободный конец провода пропускаем через фиксирующее отверстие 5 (фото). Второй свободный конец проводника должен свешиваться за край ванночки.

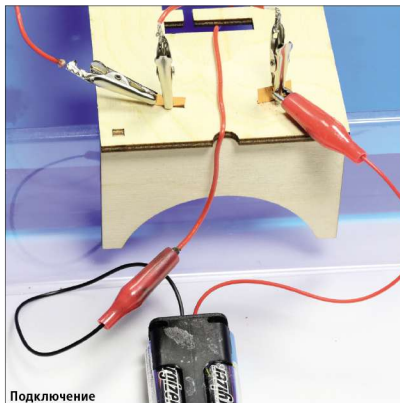
9

Если это еще не сделано, вставляем в батарейный блок батарейки. На блоке имеется поясняющая маркировка какой стороной ставить батарейки.

## Автор: Морозов Павел Вячеславович май 2018

10

Красный проводник батарейного блока с зажимом прикрепляем к одному из медных электродов, а черный к свободному концу проводника, к которому присоединена монетка (см фото).



Подключение

11

Остается подождать 5-10 минут. Вы увидите, что монетка из серебристой стала медной. Можно оставить нашу установку включенной на 20-30 минут, чтобы слой меди на монетке стал толще и красивее. Этот опыт можно повторять с другими монетками и металлическими предметами. Главное, чтобы предмет имел чистую нежирную поверхность и уместился в нашей ванночке с раствором медного купороса.



Монетка до меднения



Монетка после меднения

Если предмет грязный, то покрытие возникнет не на всей поверхности.

Этим методом можно покрыть медью и неметаллические предметы, например, грецкий орех или сухой древесный лист. Для этого предварительно необходимо покрыть сухой лист или грецкий орех специальным графитовым спреем, который проводит электричество и продается в хозяйственном магазине. Процесс меднения происходит также, как и с монеткой, но занимает большее время. Кроме того, создание подобных сувениров требует терпения и аккуратности.



Меднение неметаллических предметов



Графитовый спрей

## ЭКСПЕРИМЕНТ «ОЛОВЯННОЕ ДЕРЕВО»

Данный эксперимент использует уже имеющиеся у нас знания об электролитах. Теперь мы увидим электролитический рост игольчатых кристаллов олова, которые очень похожи на дерево.

### ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.



Приготовим раствор хлорида олова (II) для этого:

- Налейте в мерный стаканчик (убедитесь, что стаканчик тщательно вымыт после предыдущих экспериментов) из набора 25 мл раствора уксусной кислоты. Флакон с кислотой имеет соответствующую этикетку. На мерном стаканчике есть деления, так что Вам будет просто отмерить нужное количество жидкости;
- В уксусную кислоту добавьте равное количество воды (25 мл). У вас получится 50 мл жидкости. Её необходимо перемешать;
- В полученный раствор необходимо насыпать 3 грамма или одну мерную ложечку хлорида олова из баночки с соответствующей надписью и тщательно размешать. Если Вы ошиблись с количествами компонентов или порядком действий, то раствор будет мутным. Если все сделали правильно, раствор будет прозрачным. Если раствор мутный, добавьте в него две три мерных ложечки уксусной кислоты, а если это не помогает, повторите процедуру приготовления еще раз.



Если этого еще не сделано, вставьте батарейки в батарейный блок в соответствии с полярностью, указанной на самом блоке.



Возьмите нижнюю или верхнюю часть чашечки Петри и присоедините зажимы батарейного блока к диаметрально противоположным краям чашечки так, чтобы зажимы-крокодилы касались дна чашечки.



Налейте в чашечку приготовленный раствор хлорида олова, проследите за тем, чтобы зажимы-крокодилы касались раствора. Эксперимент начался!

Через наш раствор, который является электролитом, протечет электрический ток, в результате чего игольчатые кристаллы чистого олова начнут, как дерево, расти на отрицательном электроде. Понаблюдайте за этим достаточно динамичным процессом. Кристаллы будут расти, образуя правильные геометрические линии, и через несколько минут узор займет всю чашечку Петри. После того, как кристаллы выросли, не забудьте отключить батарейный блок.

К сожалению, полученные кристаллы непрочны, и ими можно любоваться лишь 5-6 минут.



Выращивание кристаллов



Кристаллы при большом увеличении

ЭКСПЕРИМЕНТ «ЦИНКОВЫЙ ЁЖ»

Это очень простой эксперимент. Для проведения нам потребуется приготовить еще одну порцию раствора хлорида олова, как это описано в предыдущем разделе. Раствор выливаем во вторую чистую половинку чашечки Петри. В полученный раствор нужно бросить либо целиком весь цинковый электрод, либо (если хотите показать опыт друзьям) его небольшую часть, отрезанную ножницами или кусачками.

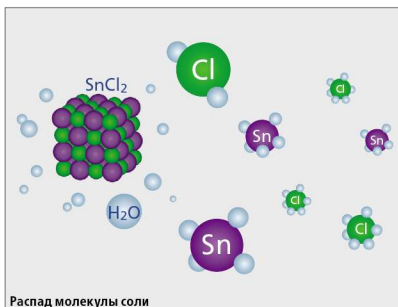
На кусочке цинка очень быстро вырастет «ёжик» из кристаллов олова.



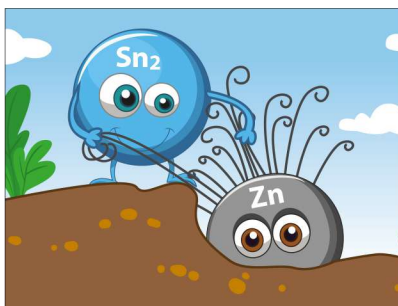
Цинковый ёж

ОБЪЯСНЕНИЕ

Хлорид олова. Который мы взяли для эксперимента в твердом виде представляет из себя молекулу, в которой атом олова соединен с двумя атомами хлора. Химический элемент олово — это металл, хлор-галоген, а их соединение называется солью. Обратите внимание, что это не та соль, которую мы употребляем в пищу. Соль в химии — это общее названия для типа соединений металлов. В воде молекула соли или хлорида олова распадается (диссоциирует) на положительно заряженный ион олова и отрицательно заряженный ион хлора. Эти заряженные частицы плавают в окружении молекул воды.



Когда ион олова подплывает к поверхности цинка, он отнимает электрон у нейтральных атомов цинка, превращая последние в ионы. Положительный ион олова при этом превращается в металл, который переливается и блестит. Игольчатые кристаллы олова мы видим как иголки на поверхности цинка. Все это происходит потому, что в плане желания присоединить к себе электрон олово сильнее цинка.





После эксперимента тщательно вымойте чашечку Петри.

### ХОТИТЕ ПОВТОРИТЬ?

Химических веществ из набора хватает для проведения каждого эксперимента несколько раз, но рано или поздно химикаты закончатся. Химикаты и компоненты для экспериментов Вы можете приобрести отдельно на нашем сайте: [www.ntfactory.ru/shop](http://www.ntfactory.ru/shop)

**В ДАННЫЙ НАБОР ВХОДЯТ**

Кислота  
уксусная, 8 %  
(100 мл)



Медный купорос  
(100 г)



Хлорид олова  
(15 г)



Лимонная  
кислота  
(30 г)



**ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- Марио Лиоцци «История физики». Издательство «МИР», Москва, 1970 г.
- Илья Леенсон «От Вольты до Гасснера, или Химические источники тока в XIX веке». Журнал «Химия и Жизнь», №1 2017 г.





Ваши реквизиты