

Азот

МАКСИМ БИЛОВИЦКИЙ

около 750k подписчиков на YouTube
более 70 000 000 просмотров



ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ

кристаллы, газы и их соединения

Квасцы



45

крутых
опытов и
экспериментов

УДК 542

ББК 24.1

Б61

Фотографии предоставлены автором

Биловицкий, Максим.

Б61 ThoiSoi. Занимательная химия: кристаллы, газы и их соединения / Биловицкий Максим. – Москва : Издательство «АСТ», 2018. – 208 с.

ISBN 978-5-17-983045-0

Увлекательное продолжение познавательных приключений по миру химии! И если в своей первой книге автор говорил о металлах и их соединениях, то в этом сборнике собраны более 45 экспериментов и опытов, связанных с газами и кристаллами!

Кристаллы – удивительный пример природной геометрии – не так уж и сложно получить самостоятельно. Благодаря рекомендациям автора вы сможете легко вырастить свой кристалл правильной формы, провести множество экспериментов. Вы познакомитесь со свойствами некоторых газов и их соединений, увидите реакции, проявляющие уникальные свойства выращенных кристаллов, сможете сделать простые, но зрелищные опыты, и даже порадовать близких необычными «химическими» подарками!

Фотографии, химические формулы, подробное описание каждого этапа опыта и дополнительные интересные факты о применении свойств элементов в реальной жизни – все это позволит взглянуть на химию и ее превращения совсем другими глазами! И попробовать самостоятельно совершить волшебные махинации, открывающие новые границы нашего сознания и знания о мире!

УДК 542

ББК 24.1

ISBN 978-5-17-983045-0.

© Биловицкий М., текст

© ООО «Издательство АСТ»

СОДЕРЖАНИЕ

Где достать химикаты **6**

Техника безопасности **11**

Методы очистки в органической химии **12**

Безопасные опыты **22**

Очистка серебра **27**

КРИСТАЛЛЫ

Кристаллы и их свойства **29**

Кристаллы льда в мороженом **35**

Кристаллы из медного купороса **53**

Кристаллы квасцов **59**

Зеленый кристалл **64**

Кристалл красной кровяной соли **68**

Кристалл соли Мора **70**

Кристаллы серы **74**

Фиолетовый кристалл **76**

СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ

Горячий лед **79**

Сухой лед **83**

Египетская ночь **88**

Нитроцеллюлоза **94**

Сатурново дерево **98**

Нитинол **101**

Стальная вата **104**

Цианотипия **108**

Извержение в стакане **115**

ГАЗЫ И ГОРЕНИЕ

Неон **118**

Радон **122**

Жидкий азот **126**

Взрыв водорода **137**

Облако в бутылке **140**

Парафин **142**

Как сгорает древесина **144**

Химическая вспышка от капли воды **148**

Огненная вода **150**

Огонь без спичек **152**

ПРОСТЫЕ ОПЫТЫ ИЗ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ

Индикатор из капусты **158**

Золотая монета **165**

Пирографит **168**

Куча пены и слоновья зубная паста **170**

Водяные шарiki **178**

ОПЫТЫ ДЛЯ ДУШИ

Йодные часы **181**

Светящиеся цветы **184**

Трехслойная жидкость **188**

Химический светофор **190**

Химические водоросли **192**

Химический порез **194**

Исчезающие чернила **196**

Елочная игрушка **198**

Зима в стакане **201**

ЛУЧШИЕ РЕАКЦИИ 203

ОТ АВТОРА

Приветствую тебя, юный химик, или просто человек, которому не безразлична такая наука, как химия. С того момента, как во мне проснулся интерес к химии (а это было еще в далеком 2007 году), я не переставал отдавать время не только сухой теории, но и самому интересному — практике.

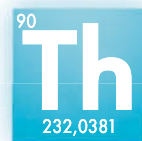
Стоит выразить благодарность моим родителям за их терпение и поддержку, а также моей первой учительнице по химии Людмиле Владимировне за то, что пробудила у меня интерес к этой науке. Конечно, все начиналось весьма банально с простейших домашних опытов вроде самовоспламенения смеси марганцовки и глицерина, но тогда это казалось для меня чем-то невероятным. Со временем опыты становились все более сложными, и в один момент мне захотелось поделиться и показать другим людям то, что я видел своими глазами. Так появился мой видеоканал на YouTube — ThoiSoi.

Многим нравилось то, чем я занимаюсь, а положительные отзывы мотивировали меня продолжать увлечение и совершенствовать свои умения. Более чем за 7 лет у меня накопилось столько материала и фотографий, что я решил сделать из них эту книгу, которая наполнена наиболее интересными и увлекательными опытами по химии, собранных мною в течение многих лет своего увлечения этой наукой. Каждый опыт сопровождается фотографиями, сделанными лично мною, чтобы читатель смог увидеть самые интересные химические реакции во всей красе.

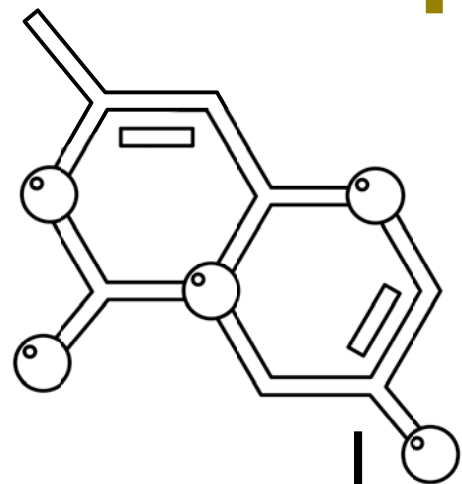
Также в начале каждого опыта есть ссылка (QR-код) на мое видео, если какой-то момент из эксперимента вы захотите увидеть в полной мере. Некоторые опыты опасны, другие же вы можете повторить самостоятельно.

Надеюсь, что информация, приведенная в этой книге, окажется для вас полезной и интересной. Кто знает, может быть, знания, приобретенные после прочтения этого текста, помогут кому-то сдать экзамен по химии или удивить учителей своими познаниями. Для каждой аудитории здесь найдется что-то новое и познавательное.

Желаю приятного чтения!



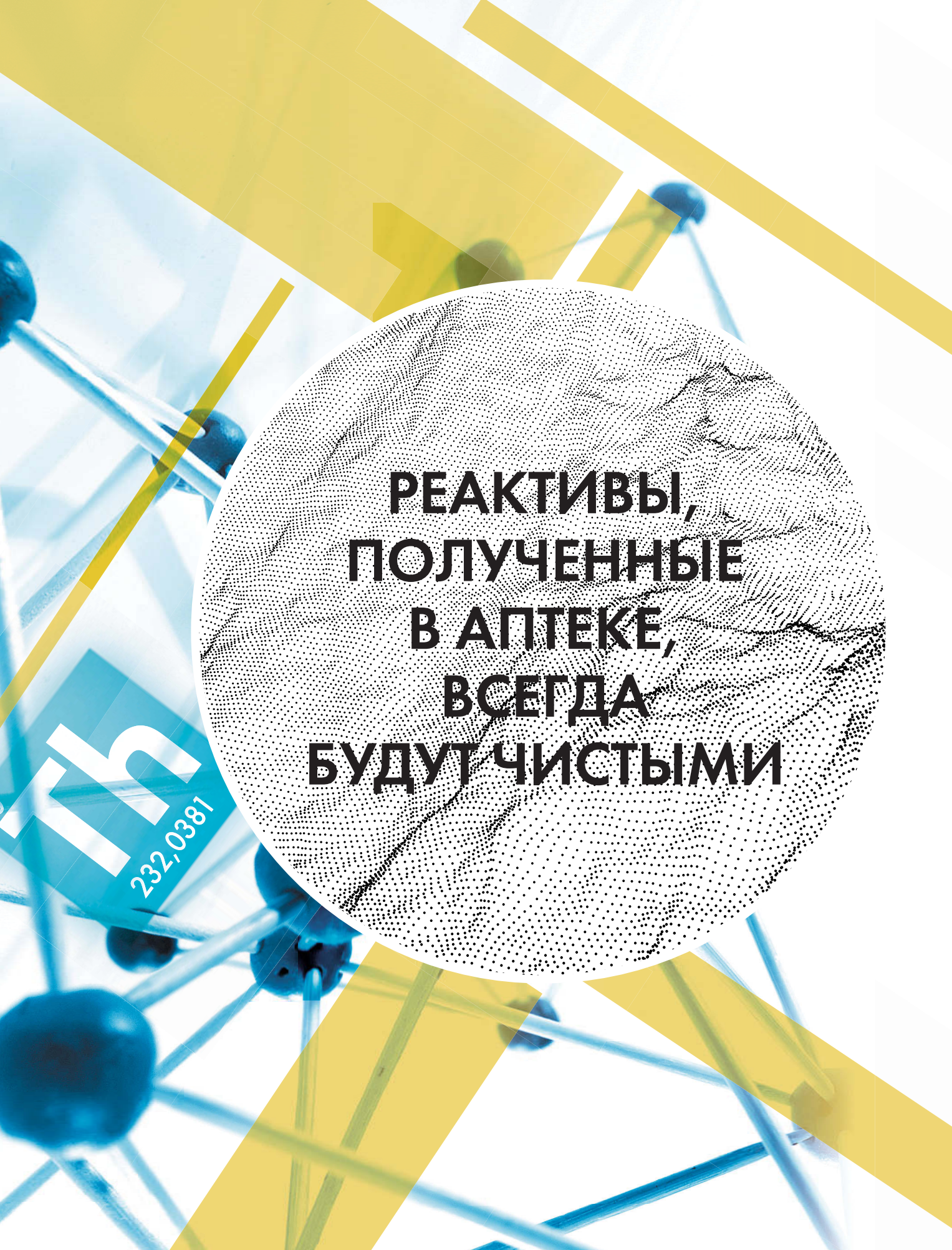
ГДЕ ДОСТАТЬ ХИМИКАТЫ



Цинк (Zn)
Магний (Mg)
Уксус (CH_3COOH)
Сода пищевая (NaHCO_3)
Этиловый спирт ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
Щавелевая кислота (HOOCCOOH)
Гидроксид натрия (NaOH)
Серная кислота (H_2SO_4)
Хлорный отбеливатель
Ацетон
Сера
Хлорид калия (KCl)
Медный купорос (CuSO_4)
Аммиачная селитра (NH_4NO_3)
Калиевая селитра (KNO_3)
Литий (Li)

Многие меня спрашивали, где взять то или иное вещество, представляю вашему вниманию полный список:

Марганцовка, глицерин, гидроперит, борная кислота, перекись водорода, йод, аммиачный раствор — все это продается в аптеке. С 2007 года в России марганцовку внесли в список запрещенных медикаментов. Марганцовку запретили потому, что некоторые продвинутые люди используют ее для изготовления наркотика — «винта». Во многих



**РЕАКТИВЫ,
ПОЛУЧЕННЫЕ
В АПТЕКЕ,
ВСЕГДА
БУДУТ ЧИСТЫМИ**





аптеках марганцовку теперь продают только по рецепту. Но в некоторых провинциальных городах марганцовку по-прежнему можно купить. Если поедете в Беларусь, то марганцовку лучше покупать именно там. В Беларуси находится завод «БеларусьКалий», там марганцовка раза в 3 дешевле и продается свободно. Реактивы, полученные в аптеке, всегда будут чистыми.

Цинк (Zn) — из него делают металлическую часть лампочки. Еще из цинка делают дешевые китайские зажигалки, ручки для дверей (не все), вешалки. Если расковырять цинко-марганцевую батарейку, то в ней находится цинковая оболочка. Также в этих батарейках содержится диоксид марганца.

Магний (Mg) — из него делают массу вещей. Точилки, некоторые диски для автомобильных колес, корпуса ноутбуков и фотоаппаратов, автомобильные двигатели. Вообще-то точилки делают не из чистого магния, а всего лишь из магниевового сплава. Но от этого практически ничего особо не меняется. Знаю две фирмы, делающие магниевые точилки, это

Linex и Lyra. Кстати, сейчас многие корпуса фотоаппаратов делают из очень хорошего магниевового сплава. Так что смелее берите свой новенький Canon за 99 999 у.е., долбите его об камень или стену и наслаждайтесь полученным в результате этих действий МАГНИЕМ! (шутка). У «Запорожца», по-моему, блок цилиндров из магния или поддон, точно не помню. Как определить, магний это или нет? Магний очень светлый металл с белым оттенком. В сравнении с алюминием он светлее, мягче. Вертолеты, самолеты и прочая летательная техника — магниевый сплав.

Уксус, сода — продаются в любом магазине.

Этиловый спирт (C_2H_5OH) — в аптеках продается медицинский 96%. Но продается только по рецепту. Основа для многих духов и одеколонов – тот же этанол. Видел, продается в хозяйственных магазинах денатурированный спирт.

Щавелевая кислота ($HOOC-COOH$) — продается в хозяйственных магазинах или в супермаркетах в отделе моющих средств. Предназначается как средство от накипи. Обычно идет в смеси с лимонной кислотой или другими органическими соединениями.

Гидроксид натрия ($NaOH$) — продается в магазинах как средство для чистки труб. Может быть в виде прозрачной жидкости = примерно 60%-ный раствор. Может продаваться как 98%, в гранулах.

Серная кислота (H_2SO_4) — продают в магазине автозапчастей. (Не во всех!) Чаще всего идет примерно 35%-ный раствор, используется как электролит для свинцовых аккумуляторов.

Хлорный отбеливатель — продается в большинстве магазинов в отделе моющих средств. Научное название — гипохлорит натрия. «Белизна» — то что надо. Иногда продается в виде порошка, но чаще всего в виде 5%-ного раствора в белых бутылках. Хлорный отбеливатель можно отличить от



Mg





обычного по запаху, пахнет хлором. Обычный отбеливатель не содержит хлора и практически для химиков бесполезен. Есть еще другая вещь — смесь гипохлорита кальция, гидроксида кальция и карбоната кальция. В быту называется просто хлорка или хлорная известь. Для синтеза хлората калия она не подойдет.

Ацетон — продается во всех хозяйственных магазинах.

Сера, хлорид калия, медный купорос, аммиачная селитра (калиевая селитра) — продаются в магазинах для сада и огорода. Не могу гарантировать, что реактивы, полученные таким способом, то есть купленные не в магазине химреактивов, окажутся качественными. Например: нитраты и соли калия, которые можно купить в магазине для сада и огорода, идут в продажу как удобрения. Это означает, что они могут быть смешаны с чем угодно: от глины до мочевины, или просто грязи с хлоридом натрия. Так что всегда проверяйте на вид (если возможно) состояние этих веществ. Более-менее чистые реагенты имеют однотонный, чаще всего белый цвет. Медный купорос — всегда ярко-синий.

Теперь редкие металлы — **литий**. Из Интернета я накопал, что литий находится в батарейках Energizer Ultimate Lithium. Но, если честно, эти батарейки не из дешевых. Поэтому я решил заказать их на Ebay. Так они получились на 40% дешевле. Прислали мне их из Гонконга за неделю. Но если честно, дешевле купить литий в химмаге, так как в батарейке всего лишь 1 грамм несчастного лития.

Салициловая кислота или 2-гидроксibenзойная — ароматическое соединение, которое находит довольно часто применение в органической химии и медицине.

Обладает антисептическим действием, ее используют для производства аспирина, или ацетилсалициловой кислоты. Для очистки технической салициловой кислоты от примесей используют фильтрацию ее раствора с дальнейшей

кристаллизацией. Так как растворимость салициловой кислоты в воде при комнатной температуре довольно низкая (0,2 г/100 мл), то кристаллы начинают выпадать при охлаждении раствора.

Кристаллы игольчатые, довольно мелкие. При следующем этапе кристаллы отфильтровывают и оставляют сушиться.

После высыхания чистой салициловую кислоту можно использовать для многих целей, например, для синтеза аспирина.



ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЫТОВ

- Опыты нужно проводить на подносе. Во время проведения опытов необходимо надевать резиновые перчатки и защитные очки.
- Не пробуйте на вкус и не вдыхайте неизвестное вещество.
- При попадании щелочи на кожу место попадания быстро промывают большим количеством воды, затем слабым (1%) раствором уксусной или борной кислоты, снова промывают водой.
- При ожоге глаз щелочью необходимо быстро промыть их большим количеством воды, затем обработать тампоном, смоченным раствором борной кислоты, и вновь промыть водой. Пострадавшего немедленно отправить к врачу!
- При попадании щелочи на ткань одежды ее промывают 5%-ным раствором уксусной кислоты, а затем большим количеством воды.
- При ожогах кислотой кожу быстро промывают большим количеством воды (струей из-под крана), затем насыщенным раствором гидрокарбоната натрия, после чего смазывают обожженное место водным раствором глицерина.
- При попадании кислоты в глаза необходимо немедленно промыть их как можно большим количеством воды, обработать тампоном, смоченным раствором гидрокарбоната натрия, и вновь промыть водой. Пострадавшего немедленно направить к врачу.
- Если кислота попала на ткань одежды, ее промывают раствором гидрокарбоната натрия, а затем водой.
- При работе с огнем не держите рядом легковоспламеняющиеся предметы. При поджигании свечи снимайте резиновые перчатки.

БЕЗОПАСНЫЕ ОПЫТЫ

НАМ ПОНАДОБИТСЯ:



Уксус (CH_3COOH)
Йодная настойка
Зеленка (бриллиантовый зеленый ($\text{C}_{20}\text{H}_{34}\text{O}_4\text{N}_2$))
Раствор аммиака (NH_4OH)
Сода (NaHCO_3)
Перекись водорода (H_2O_2)
Любое средство для очистки труб

СЕЙЧАС Я РАССКАЖУ ВАМ О СЕМИ ИНТЕРЕСНЫХ, А САМОЕ ГЛАВНОЕ — БЕЗОПАСНЫХ И ПРОСТЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТАХ, КОТОРЫЕ ЛЕГКО МОЖНО ПОВТОРИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНО. ДЛЯ ОПЫТОВ НАМ ПОНАДОБЯТСЯ ТЕ ВЕЩИ, КОТОРЫЕ ЕСТЬ ДОМА У КАЖДОГО — ЭТО УКСУС, ЙОДНАЯ НАСТОЙКА, ЗЕЛЕНКА, РАСТВОР АММИАКА, СРЕДСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ТРУБ, СОДА И ПЕРЕКИСЬ.

Внимание, средство для очистки труб содержит едкую щелочь — гидроксид натрия, при работе с ним надевайте перчатки и будьте осторожны!

Для первого опыта нам понадобится раствор зеленки — капнем в стакан с водой немного зеленки, чтобы получить яркий раствор.

Теперь прильем к этому раствору немного перекиси, а после этого добавим средства для очистки труб или щелочь. Мы видим — раствор зеленки обесцветился.



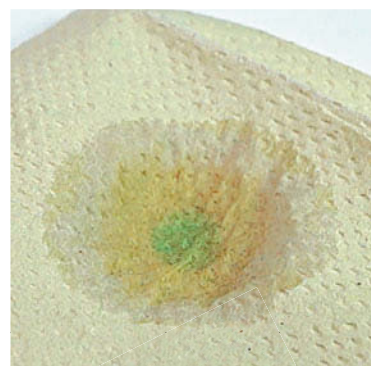


В состав зеленки входит краситель — бриллиантовый зеленый, который в щелочной среде в присутствии перекиси обесцвечивается. Этот опыт можно использовать для удаления трудно удаляемых пятен зеленки с одежды — капнуть на нее сначала немного перекиси, а потом ватной палочкой нанести раствор аммиака.

Для удаления пятен с рук вместо аммиака можно взять раствор соды, но при этом пятна будут исчезать гораздо медленнее.

Для второго цветного опыта нам понадобится яркий фрукт — гранат.

Я почистил гранат, после чего выдавил из него немного гранатового сока. Теперь разбавим сок водой и разольем его в 5–6 стаканчиков.





В первый стаканчик я налил соляной кислоты для сравнения, не обращайтесь на него внимания.

Во второй стаканчик приливаем уксус — раствор становится ярко-красным из-за кислой среды, как и в первом стаканчике.

Следующий стаканчик не трогаем, ведь там нейтральная среда.

В четвертый стаканчик насыплем немного соды. Раствор окрасился в сероватый цвет.

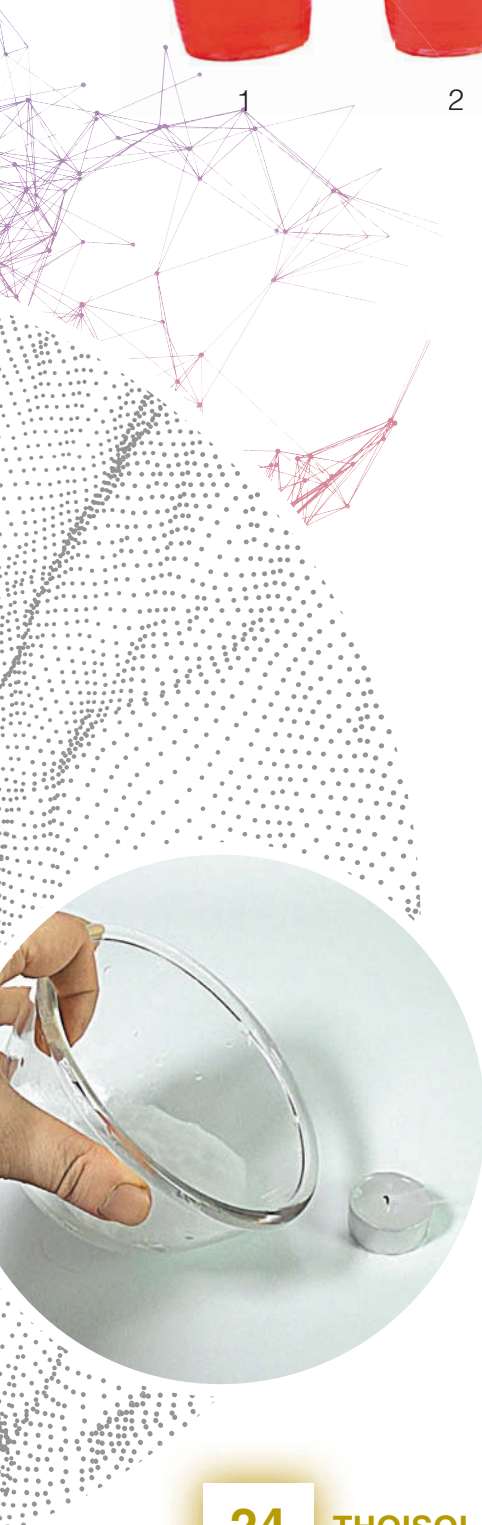
Далее в следующие стаканчики приливаем аммиак и средство для очистки труб — цвет раствора становится коричневым.

Так что же произошло? В соке граната содержатся вещества, которые называются антоцианы. В зависимости от кислотности среды они могут изменять цвет.

Вместо гранатового сока можно взять чай каркаде или фиолетовую капусту.

Переходим к следующему опыту. Возьмем тарелку и насыплем в нее немного соды, рядом поставим свечку и зажжем ее. Теперь добавим к соде немного уксуса, в результате чего начнется реакция, при которой будет выделяться углекислый газ. Он тяжелее воздуха, поэтому соберется в чашке. Теперь наклоним немного чашку, чтобы углекислый газ вытек на свечку.

В итоге свечка потухла, ведь углекислый газ не поддерживает горение и при наклоне чашки вытесняет кислород от фитиля свечки, тем самым не давая ей гореть.



Перейдем к следующему опыту. Возьмем ту же самую тарелку с холодной водой и положим в нее кусок булки.

После того как булка намокнет, выжмем ее в тарелку, тем самым выделив из булки крахмал. Теперь возьмем йодную настойку и капнем около 12 капель раствора йода в другой стаканчик с водой.

Теперь смешаем содержимое стаканчика с раствором крахмала в тарелке. Раствор в тарелке становится очень темного, почти черного цвета.

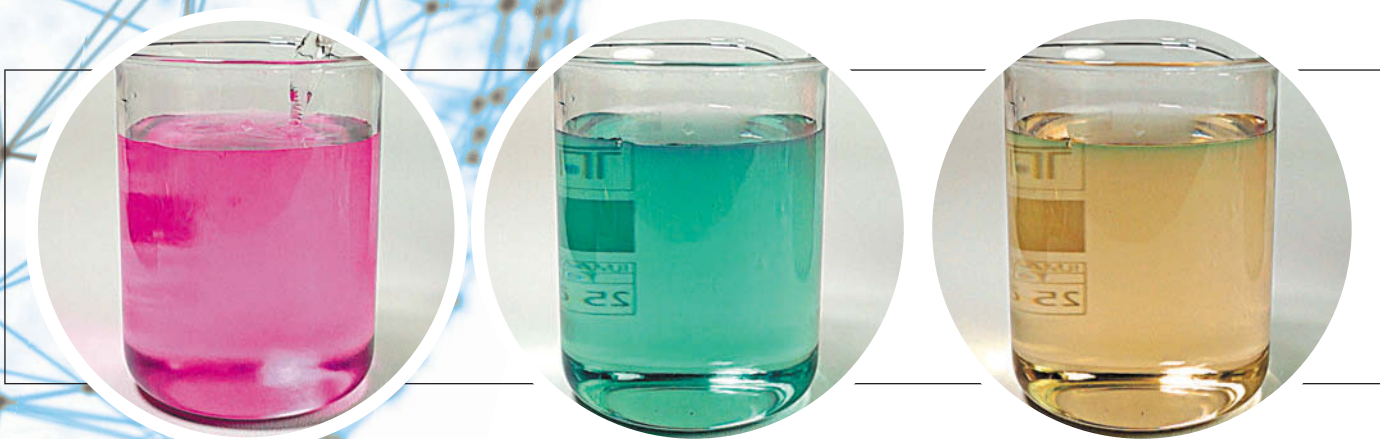
Мы только что провели качественную реакцию на крахмал, при помощи которой можно определить наличие крахмала и в других пищевых продуктах, например, в кетчупе или майонезе.

Для следующих опытов нам понадобится марганцовка, которую сейчас трудновато, но тем не менее возможно купить. Растворим в небольшом количестве воды немного марганцовки. После того, как все растворилось, разбавим наш раствор водой в другом стакане, чтобы получился ярко-розовый цвет.

Теперь в отдельном стаканчике с водой растворим полчайной ложки сахара и прибавим к нему немного щелочи, то есть средства для очистки труб.

Для проведения реакции смешаем раствор марганцовки с щелочным раствором сахара и будем наблюдать происходящее. Раствор сначала немного посинеет, потом зазеленеет, а спустя еще немного времени пожелтеет.





Мы только что провели так называемую **реакцию светфора**, в которой марганцовка окислила сахар в щелочной среде с образованием желтого диоксида марганца.

Для последнего опыта нальем в стакан немного перекиси и насыплем в нее щепотку марганцовки.

Начинается реакция разложения, в которой из перекиси выделяется чистый кислород.

Для того чтобы доказать вам, что это кислород, я опускаю в стаканчик тлеющую лучину, которая снова загорается в чистом кислороде.

Вот такие интересные и простые опыты можно сделать с использованием того, что у каждого найдется дома!



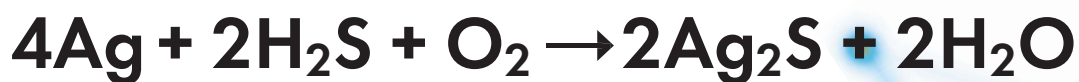
ОЧИСТКА СЕРЕБРА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

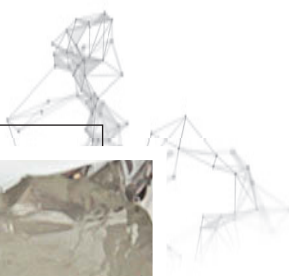
НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Поваренная соль (NaCl)
Пищевая сода (NaHCO₃)
Алюминиевая фольга



В этом довольно полезном эксперименте мы будем очищать столовое серебро. Со временем серебряные изделия, например, серебряные ложки или еще какие-либо серебряные украшения, на воздухе начинают покрываться налетом сульфида серебра (Ag₂S). Серебро очень хорошо может реагировать с оксидами серы или другими серосодержащими веществами, которые могут находиться в воздухе.

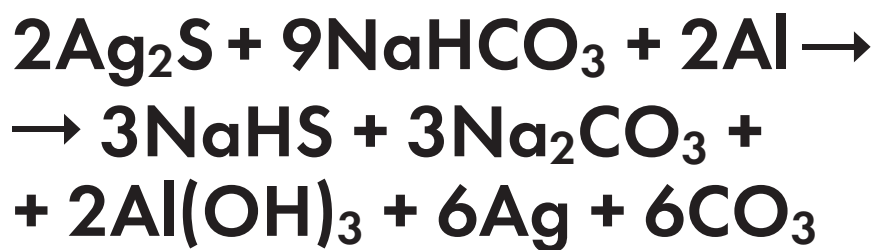




Сейчас я расскажу вам, как очистить серебро химическим способом. Для этого возьмем тарелку горячей воды, далее растворяем в воде две столовые ложки поваренной соли и одну столовую ложку пищевой соды. Теперь берем алюминиевую фольгу и помещаем ее в соляной раствор. Затем кладем изделия, которые мы хотим очистить, на поверхность алюминиевой фольги.

При соприкосновении серебряной ложки и алюминиевой фольги можно сразу заметить резкое исчезновение налета. Теперь немного заворачиваем ложки в алюминиевую фольгу таким образом, чтобы как можно большая часть ложки соприкасалась с алюминиевой фольгой.

Сейчас мы создали наипростейший **гальванический элемент**.



Так как алюминий, из которого сделана фольга, гораздо активнее серебра, то он в соляном растворе отдает электроны, при этом из сульфида серебра восстанавливается серебро. Соляной раствор у нас служит в качестве электролита. В ходе реакции выделяется углекислый газ.

Спустя 15 минут реакция практически завершена. Однако если налет на ложке довольно крепкий, то одного химического взаимодействия недостаточно. Для полного удаления налета с ложек их нужно протереть какой-нибудь тряпочкой, для идеальной полировки можно использовать абразивное средство, например, аякс или циф. После очистки видно, как теперь сияет серебро без черного налета. Можно сравнить серебряные ложки до и после очистки, разница налицо.



КРИСТАЛЛЫ

И ИХ СВОЙСТВА

По сути дела кристаллом можно назвать любой объект, имеющий правильную кристаллическую форму многоугольника. Но кристаллы могут быть круглыми или вообще иметь любую форму, а также различное строение. Они могут состоять из атомов, из ионов, из молекул. Все это разнообразие очень интересно. На фото кристаллы кварца, то есть диоксида кремния (SiO_2), из которого еще состоит песок.





Так для чего же нужны кристаллы? Думаю, те, кто был в ювелирном магазине, знает их основное применение. На фото — кристаллы аметиста. Аметист — это тот же кварц, но с примесью железа, придающей кристаллу фиолетовый цвет.

На следующих фото я хочу показать вам некоторые кристаллы из своей коллекции.

Начнем с пирита, то есть дисульфида железа (FeS_2). Из этого минерала, который чаще всего встречается не в виде красивых кристаллов правильной формы, а в виде маленьких сростков, получают металлическое железо. Пирит еще называют «золотом дураков», так как по виду он похож на золото из-за своего желтого оттенка.

Существуют также очень редкие кристаллы серы. Многие из вас видели элементарную серу в обычной жизни — это в основном так называемая моноклинная сера, но в жарких условиях вулканов сера может образовывать красивые кристаллы, так называемую «кристаллическую серу». Такие кристаллы довольно редкие, так как на их образование могут уйти тысячи лет.

Существуют также некоторые кристаллы, которые светятся в ультрафиолетовых лучах. Например, циркон, представляющий собой силикат циркония ZrSiO_4 , с примесями европия и диспрозия.



Кристаллы используют не только из-за их красоты, но и из-за некоторых физических или химических свойств. Например, огромные монокристаллы кремния (до 2 м в высоту) используют в производстве микропроцессоров. Эти кристаллы выращивают искусственно, в специальных дуговых печах. Очень большие кристаллы кремния, высотой в 2 метра и диаметром в 30–40 см, впоследствии нарезают на тонкие диски, после чего эти диски чистейшего кремния используют для нанесения на них сотни тысяч микротранзисторов. На фото — кристаллический кремний, из которого выращивают большие монокристаллы кремния.

Искусственные алмазы используют для производства дисков для пил, режущих бетон. Искусственные рубины используют в изготовлении часов (вместо подшипников), а также для создания лазеров. Сапфир используют в качестве пластин для оптических приборов.

Существуют также **кристаллы солей**. Такие маленькие кристаллы соли образуются при резком повышении концентрации раствора, т.е. те кристаллы, которые в воде раствориться не могут, выпадают в виде осадка — мелких кристалликов. На каждой кухне есть столовая соль, состоит она из маленьких кристалликов. Но выглядят они как-то обыденно, и мы обычно не обращаем на них внимания. Также кристаллы соли правильно образуются при повышении концентрации раствора, т.е. те кристаллы, которые в воде раствориться не могут, выпадают в виде осадка. Но чтобы вырастить красивый монокристалл правильной формы, мало одной концентрации — нужен абсолютно чистый раствор, правильное освещение и т.д. Если вы собираетесь вырастить кристалл, необходимо приложить массу усилий. Я сам, помню, очень долго мучился, пока не получилось. На фото — выращенные мною кристаллы. Синий — сульфат меди, зеленый — сульфат железа, бесцветный — алюмокалиевые квасцы.



Кристаллы кремния Si





Однако размер зерен кристаллов внутри некоторых металлов, например, в различных сортах стали, необходимо контролировать, так как от их размера будет зависеть прочность и твердость сплава.

Изучение формы, структуры и свойств кристаллов является очень важной отраслью в науке, которая называется кристаллография. Данные, полученные в процессе исследований, помогают инженерам и ученым создавать более прочные материалы, улучшать эффективность лекарств и даже улучшать вкус продуктов. Например, действие лекарства также обусловлено скоростью попадания действующего вещества в кровь. Если таблетка с лекарством слишком быстро растворится в желудке, то могут появиться побочные действия. Для контроля над этим процессом действующее вещество лекарства сначала кристаллизуют до необходимого размера зерен, чтобы при попадании таблетки в желудок кристаллы вещества раство-