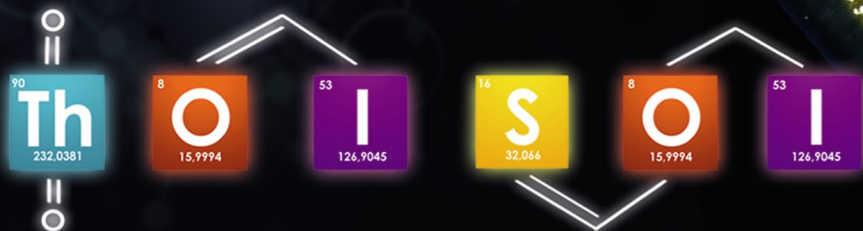


Цезий

МАКСИМ БИЛОВИЦКИЙ

около 700k подписчиков на YouTube
более 70 000 000 просмотров



Увлекательная ХИМИЯ

металлов и их соединений

Висмут

более
40 самых крутых
химических
опытов и
экспериментов

УДК 542
ББК 24.1
Б61

Фотографии предоставлены автором

Биловицкий, Максим.

Б61 ThoiSoi. Увлекательная химия металлов и их соединений / Биловицкий Максим. – Москва :
Издательство «АСТ», 2017. – 176 с.

ISBN 978-5-17-102535-9.

Химия – удивительная наука превращений и преобразований элементов! Сложная, красивая, многогранная и ужасно интересная! Но главное – открывающая новые горизонты возможного, позволяющая фантазировать и удивлять.

В этой книге вы найдете более 40 уникальных химических опытов с объяснениями, которые будут понятны даже далеким от химии людям. Вы познакомитесь как с наиболее часто встречающимися металлами, так и с редкими экземплярами, научитесь отличать один металл от другого, увидите реакции, проявляющие уникальные свойства каждого металла, редкие и зрелищные опыты.

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

Издание для досуга

16 +

Максим Биловицкий

Увлекательная химия металлов и их соединений
Более 40 самых крутых химических опытов и экспериментов

Ответственный редактор *А. Амелькина*

Корректор *Г. Кузьмина*

Технический редактор *Т. Тимошина*

Дизайн и компьютерная верстка *А. Якуниной*

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2; 953000 – книги, брошюры
Подписано в печать 28.06.2017. Формат 84×108/16. Усл. печ. л. 18,48. Тираж экз. Заказ №

ООО «Издательство АСТ»
129085 г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, строение 1, комната 39
Наш электронный адрес: www.ast.ru
E-mail: astpub@aha.ru

ISBN 978-5-17-102535-9.

© Биловицкий М., текст
© ООО «Издательство АСТ»

СОДЕРЖАНИЕ

Где достать химикаты **6**

Где достать металлы и их соединения **10**

Сверхпроводник **18**

Химические часы **22**

МЕТАЛЛЫ

Литий **26**

Бериллий **32**

Натрий **36**

Магний **44**

Калий **47**

Кальций **51**

Скандий **54**

Медное зеркало **57**

Галлий **59**

Галлиевое сердце **63**

Галлий и алюминий **65**

Стронций **68**

Цирконий **72**

Индий **75**

Цезий **79**

Иридий **85**

Свинец **89**

Висмут **93**

Церий **97**



ОКИСЛЕНИЕ

- Вулкан в колбе **100**
- БигМак в хлорате калия **102**
- Огненная радуга **104**
- Оксид хрома III **107**
- Термит и термитная смесь **110**
- Подводный фейерверк **113**
- Ацетоновый фонарик **116**
- Святой огонь **118**
- Серная кислота и ее особенности **122**

ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗА

- Горючий гель **126**
- Диоксид азота **128**
- Молния в цилиндре **130**
- Получаем оксид железа **138**
- Дым без огня **145**

РАСТВОРЫ / СВЕЧЕНИЕ

- Жидкий свет **147**
- Люминол **152**
- Флуоресценция **156**
- Золотой дождь **164**
- Химическая радуга **167**
- Искусственный шелк **172**

СВЕРХПРОВОДНИК



НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

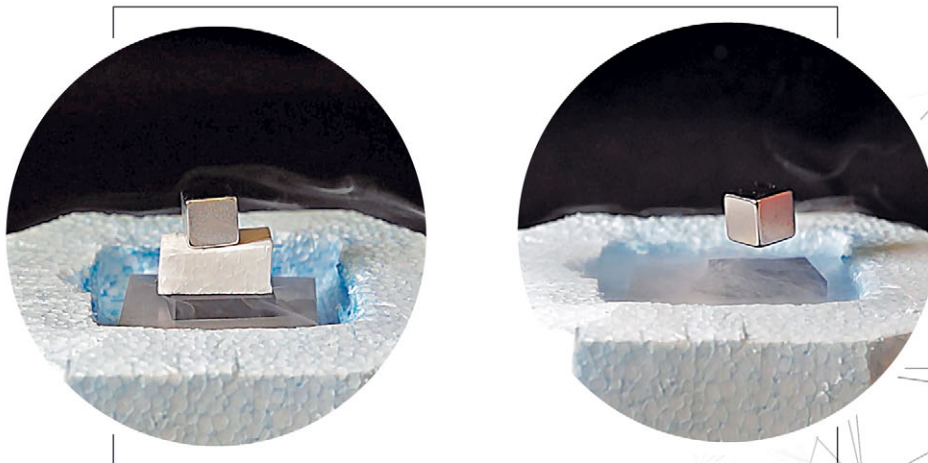
Сверхпроводящая керамика
Пенопласт
Неодимовый магнит



YBCO

Сверхпроводник, или высокотемпературная сверхпроводящая керамика, является *сплавом оксидов иттрия, бария и меди* в пропорциях $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ и сокращенно называется YBCO. На фото хорошо видна поликристаллическая структура керамики. Именно от размера и формы этих кристаллов зависят свойства керамики, а также максимально возможный захват магнитного поля. Кстати, эта керамика довольно тяжелая, ее плотность сравнима с плотностью циркония ($6,5 \text{ г/см}^3$).

Впервые эту керамику получили в университете Алабамы в Хантсвилле, США, в 1987 году и в Университете Хьюстона. Уникальность этой керамики заключается в том, что она становится сверхпроводником, а точнее — теряет все элек-



трическое сопротивление при довольно высоких по меркам физиков температурах -184°C .

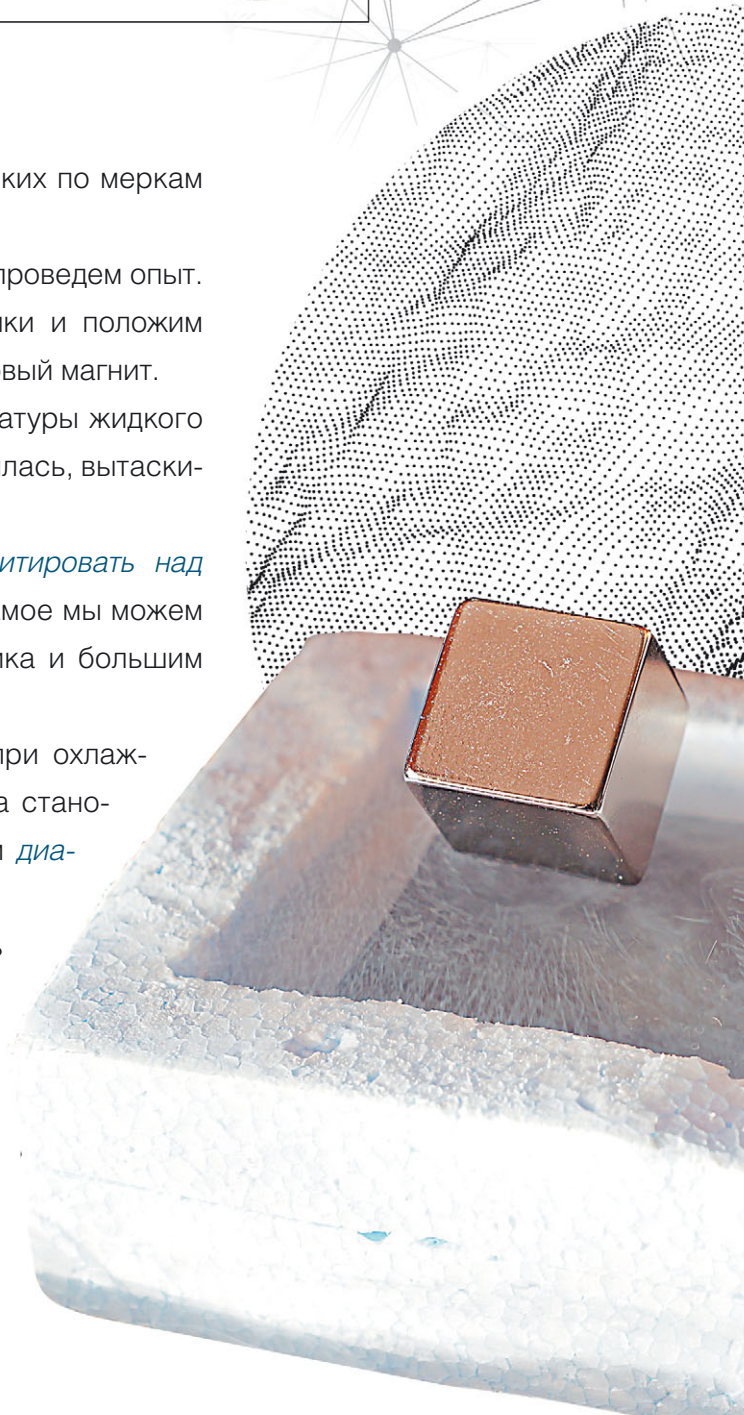
Для демонстрации свойств этого предмета проведем опыт. Сначала возьмем маленький кусочек керамики и положим сверху кусочек пенопласта и мощный неодимовый магнит.

Далее охладим сверхпроводник до температуры жидкого азота -196°C . После того как керамика охладилась, вытаскиваем кусочек пенопласта из-под магнита.

И что же мы видим? *Магнит начал левитировать над сверхпроводником и даже крутиться!* То же самое мы можем проделать с большим куском сверхпроводника и большим неодимовым магнитом.

Эффект левитации обусловлен тем, что при охлаждении до критической температуры керамика становится *сверхпроводником*, а также идеальным *диамагнетиком*.

Это значит, что она может отталкивать любое магнитное поле, а также создавать свое собственное при нахождении вблизи сильного магнитного поля. Это явление называется *эффектом Мейсснера*.



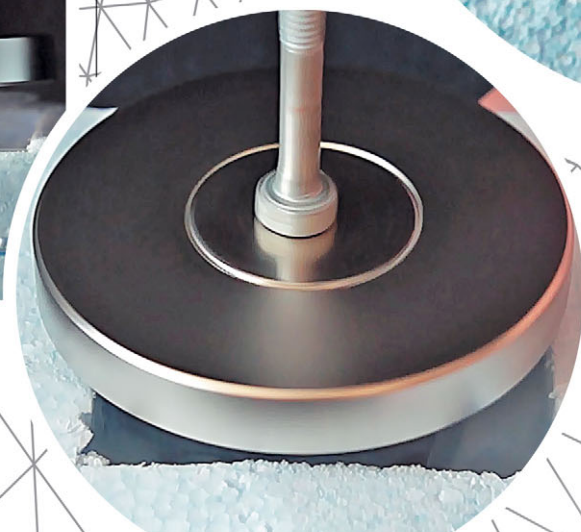
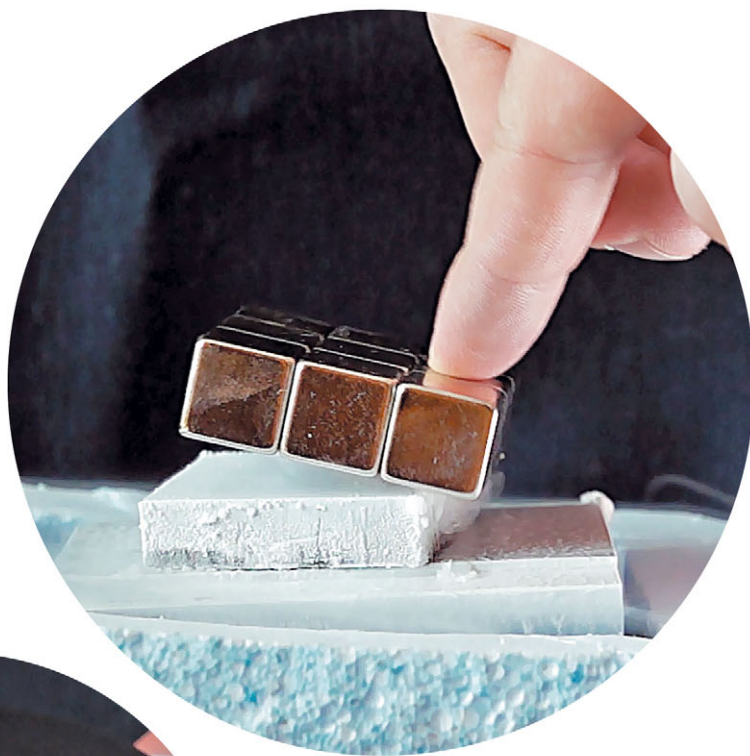
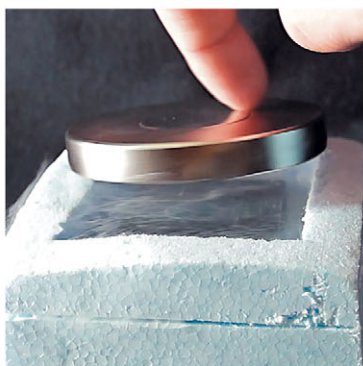


Если магнит поднять, то и проводник вместе с ним начинает подниматься. Магнит и проводник как бы «вмораживаются» в пространстве.

Если к сверхпроводнику поднести мощный круговой магнит, то его в дальнейшем можно вращать.

Круговые магниты можно раскручивать до высоких скоростей, так как ограничением здесь является только сила трения магнита о воздух.

Также вмораживать можно и несколько магнитов, слепленных друг с другом. При этом им можно придавать любой наклон относительно сверхпроводника.



Магнит, парящий над сверхпроводником, может выдерживать немалый вес, ограниченный лишь силой магнитного поля самого магнита.

Например, мой левитирующий магнит выдерживал поставленную на него двухлитровую банку варенья.

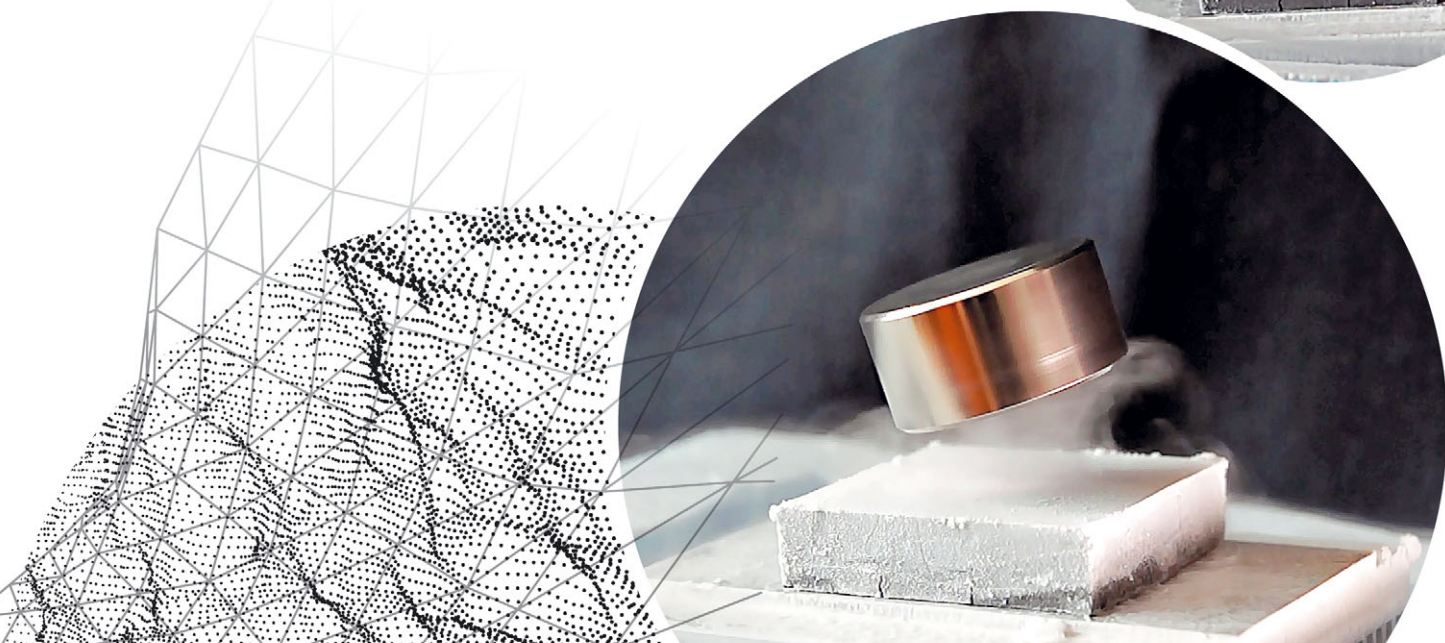
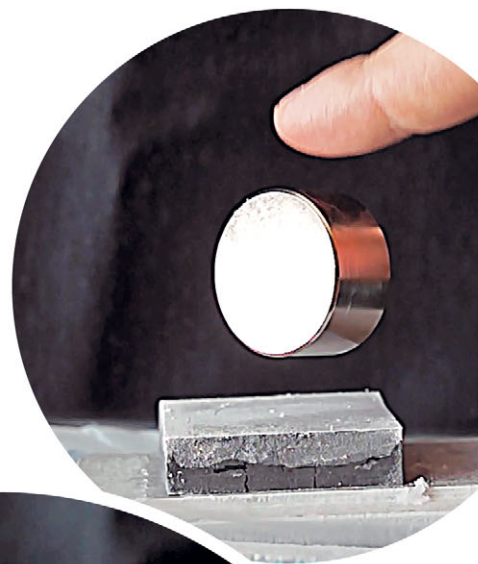
ЭТО ИНТЕРЕСНО:

Свойство сверхпроводимости и магнитной левитации сейчас используют во многих отраслях науки и техники.

Например, на этом свойстве устроено магнитно-резонансная томография (МРТ) для сканирования мозга, поезда на магнитной подушке. В частности, высокотемпературная сверхпроводящая керамика используется в качестве магнитных подшипников там, где использование обычных подшипников невыгодно.

Получают такие сверхпроводники путем спекания оксидов иттрия, бария и меди при температуре 950°C в течение 12 часов, после чего полученную смесь измельчают, а затем прессуют ее в таблетки и спекают еще 12 часов при температуре 950°C с подачей в печь чистого кислорода. После смесь охлаждают со скоростью 100°C в час или еще медленнее для создания тех кристаллов внутри керамики.

Единственным затруднением в использовании такой сверхпроводящей керамики является ее хрупкость, то есть провода из нее сделать затруднительно.



ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

НА ЭТОТ РАЗ МЫ ПРОВЕДЕМ ОЧЕНЬ ИНТЕРЕСНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, КОТОРЫЙ НАЗЫВАЕТСЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ», А ТАКЖЕ «ЙОДНЫЕ ЧАСЫ», ИЛИ РЕАКЦИЯ БРИГГСА — РАУШЕРА.



НАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Перекись водорода (30%) H_2O_2

Йодат калия KIO_3

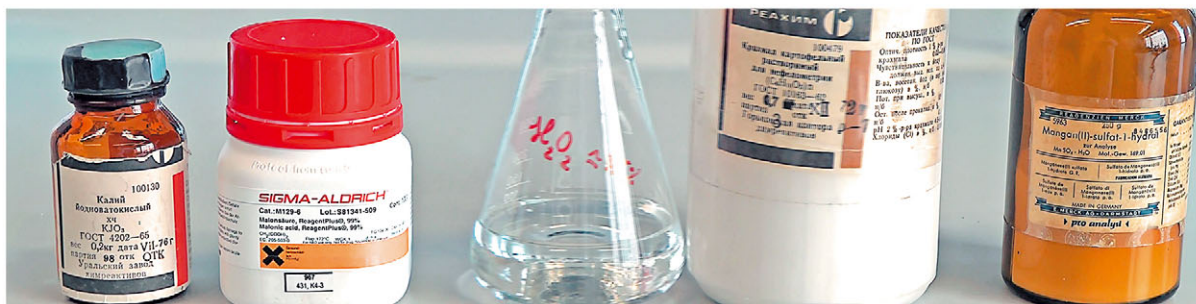
Концентрированная серная кислота H_2SO_4

Малоновая кислота $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$

Картофельный крахмал $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$

Сульфат марганца MnSO_4

Дистиллированная вода

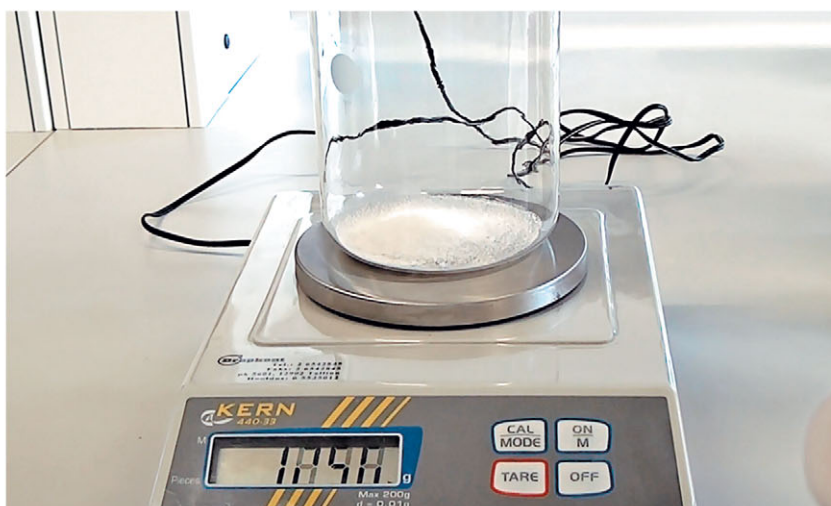
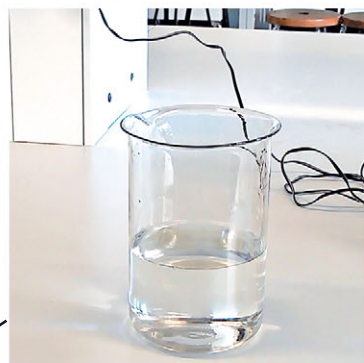


Для того чтобы провести этот опыт, нам надо будет сначала приготовить три раствора.

Первый раствор довольно простой: в большой стакан выльем 120 мл 30%-ной перекиси водорода (H_2O_2), затем добавим 210 мл обычной дистиллированной воды.

Для того чтобы приготовить второй раствор, уже нужно будет взвешивать вещества.

Отмерим в большой стакан 14,3 г йодата калия (KIO_3), далее прильем туда 200 мл воды.



Йодат калия не очень хорошо растворяется в воде, и для того чтобы ускорить растворение, мы нагреем смесь на плитке.

После того как весь йодат калия растворился, добавим в стакан 1,5 мл концентрированной серной кислоты (H_2SO_4).

После этого добавим в раствор воды до объема примерно 0,3 л





Теперь приготовим третий раствор.

Для этого возьмем большой стакан и отмерим туда 3 г сульфата марганца (MnSO_4).

После этого добавим в стакан 5,2 г малоновой кислоты ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$). Затем нальем туда же 230 мл дистиллированной воды. Но на этом приготовление третьего раствора еще не закончено.

Возьмем еще один стакан с очень горячей водой и отмерим туда примерно 0,1 г картофельного крахмала $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. Крахмал не очень хорошо растворяется в воде, и для полного растворения нам нужно нагревать смесь примерно 10 минут.

После того как крахмал растворился (у нас получился так называемый крахмальный клейстер), выльем его в стакан с третьим раствором.

Далее доведем объем раствора до 330 мл. Итак, все три раствора готовы.

Осталось самое главное — провести реакцию. В принципе неважно, в каком порядке смешивать растворы. Сейчас я выбрал последовательность от третьего к первому.

← Нам понадобится магнитная мешалка. Возьмем стакан с третьим раствором, поставим на магнитную мешалку и включим перемешивание. Далее к третьему раствору прильем второй, а затем первый раствор.

После этого начнется реакция. Раствор сначала окрасится в **желтый** цвет, потом в **синий**.

00:00:00,000

00:00:01,283

00:00:03,003

00:00:06,323



00:00:06,323



00:00:10,083



00:00:11,883



00:00:12,283



00:00:19,163



После этого раствор обесцветится. Потом этот цикл повторится: раствор станет желтым, потом синим, потом бесцветным.

Именно поэтому эта реакция и называется «**ХИМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ**».

После каждого цикла реакция замедляется, и следующий цикл происходит немного дольше.

Суть реакции заключается в окислении малоновой кислоты пероксидом водорода. У этой реакции довольно сложная схема. При этом образуются свободный йод, углекислый газ и вода. Желтый цвет появляется из-за образования свободного йода, а синий цвет — это реакция крахмала на свободный йод.

Со временем реакция затухает.

В конце концов раствор становится просто синим, так как заканчивается малоновая кислота, которая восстановила бы образовавшийся йод.

ЭТО ИНТЕРЕСНО:

Эта реакция называется колебательной, потому что она повторяется вновь и вновь, пока не иссякнет один из компонентов.

Такой тип реакций открыл советский ученый Борис Белоусов в 1951 году. Однако ученое сообщество ему не верило до тех пор, пока его коллега Анатолий Жаботинский с группой ученых не подтвердил существование колебательных реакций и не описал их вместе с математической моделью в своей книге «Концентрационные колебания» в 1969 году.

Изучение автоколебательных реакций очень важно, потому что многие реакции этого типа протекают в клетках живых организмов, в том числе и человеческих.

Изучение этих реакций может помочь ученым найти новые способы лечения некоторых болезней.

ЛИТИЙ

Li	3
ЛИТИЙ	1
6,941	2



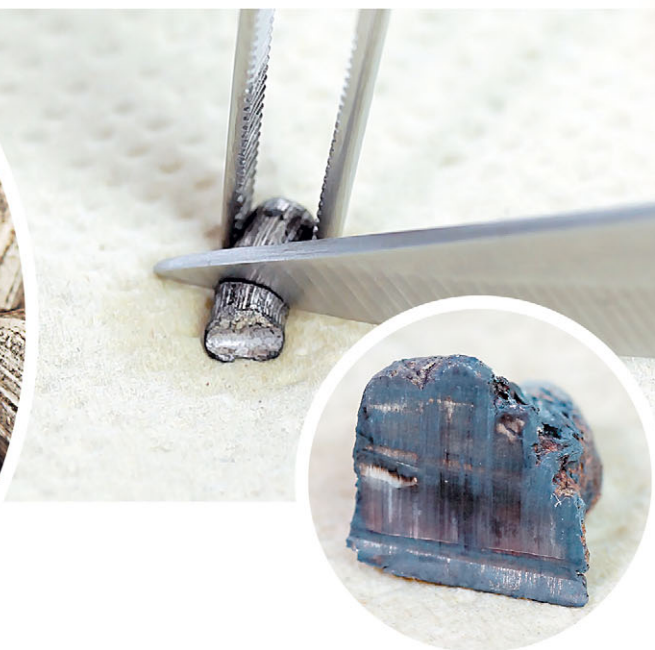
ЛИТИЙ (Li) — МЯГКИЙ ЩЕЛОЧНОЙ МЕТАЛЛ, КОТОРЫЙ НАХОДИТСЯ В I ГРУППЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА.

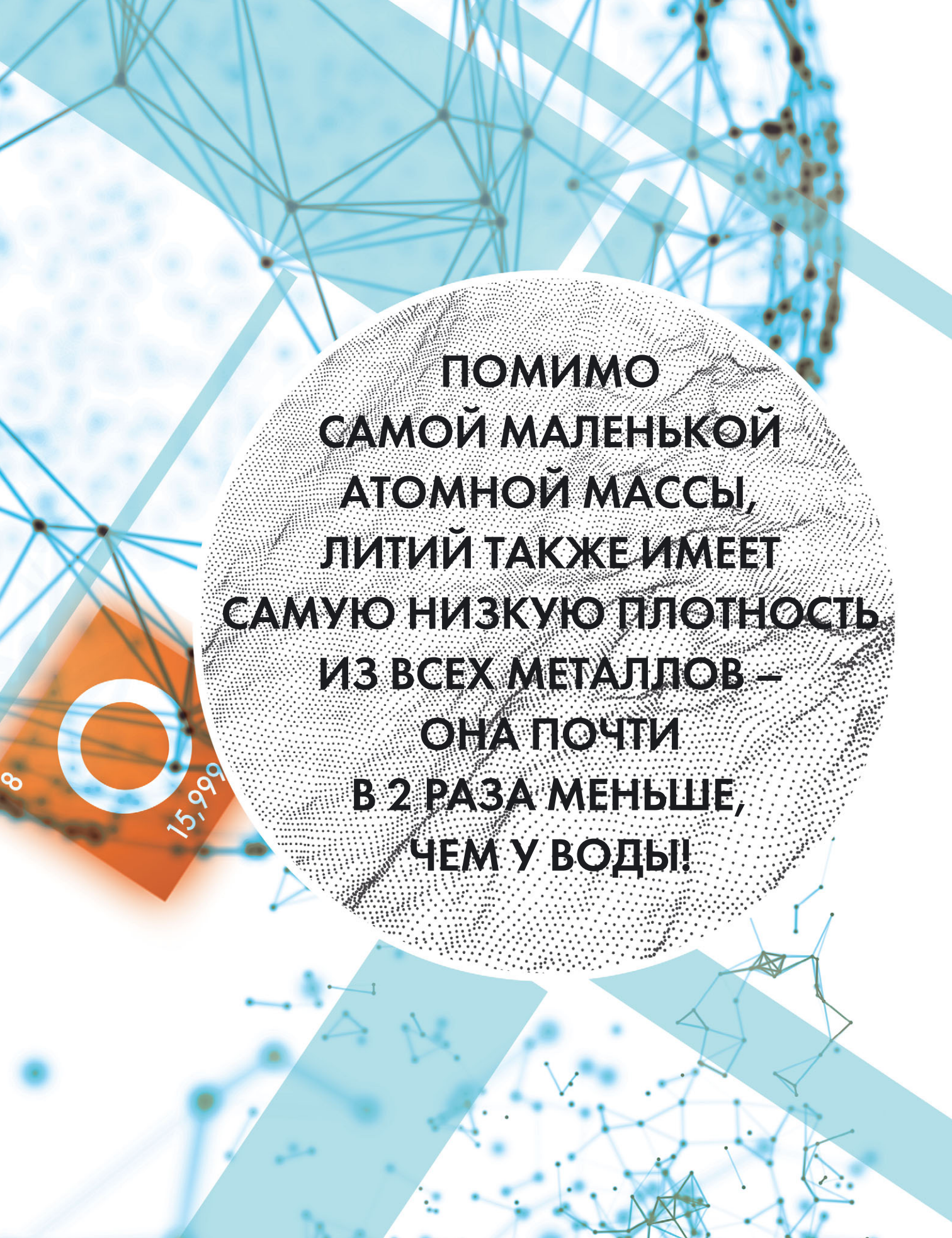
Внешне литий представляет собой блестящий металл, который при достаточном усилии можно даже порезать ножом.

На воздухе литий быстро окисляется, покрываясь слоем оксидов, карбонатов, а также черным налетом нитрида лития. **Это единственный металл, который может при комнатной температуре реагировать с азотом воздуха!**

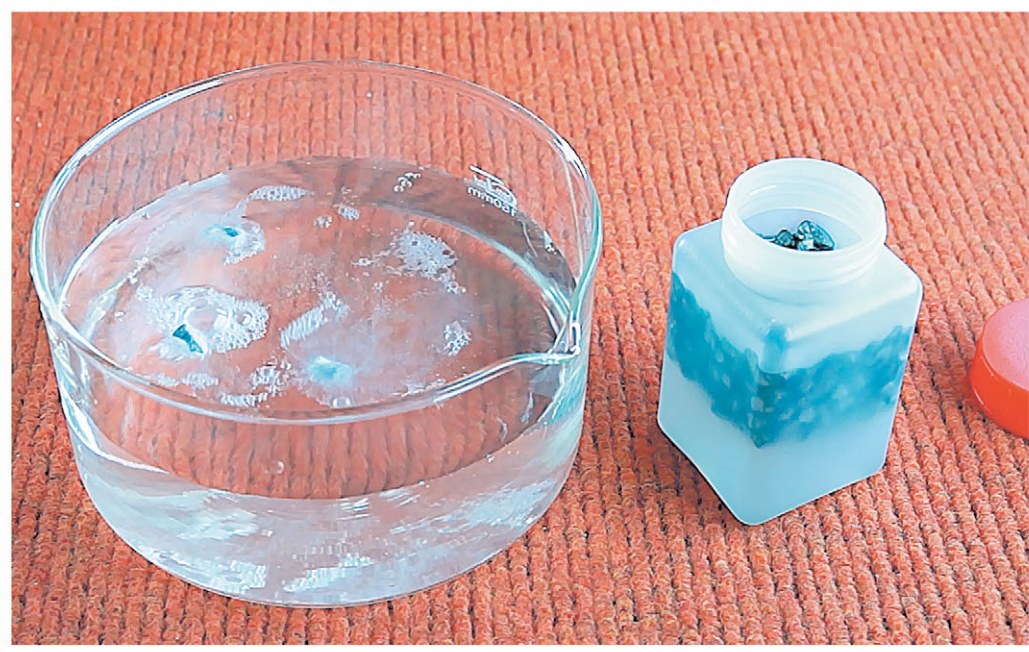


26





**ПОМИМО
САМОЙ МАЛЕНЬКОЙ
АТОМНОЙ МАССЫ,
ЛИТИЙ ТАКЖЕ ИМЕЕТ
САМУЮ НИЗКУЮ ПЛОТНОСТЬ
ИЗ ВСЕХ МЕТАЛЛОВ –
ОНА ПОЧТИ
В 2 РАЗА МЕНЬШЕ,
ЧЕМ У ВОДЫ!**



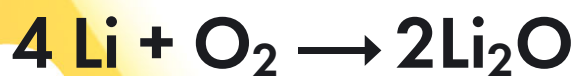
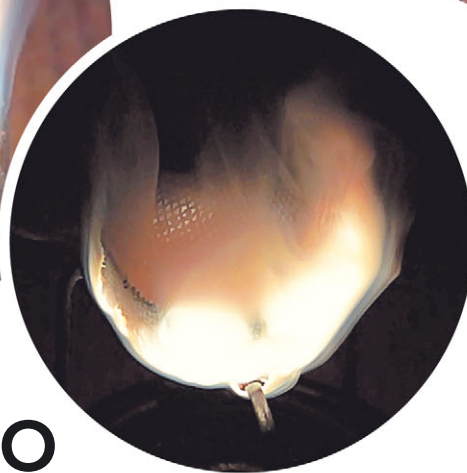
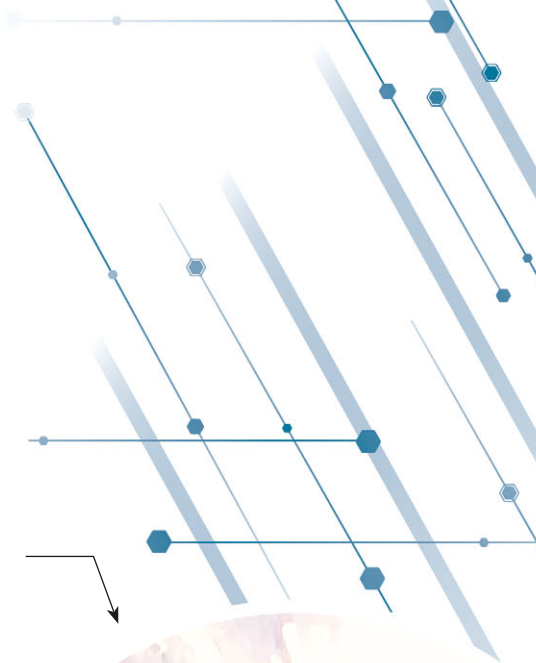
Литий можно хранить в керосине, однако из-за своей низкой плотности он всплывает на его поверхность.

Давайте рассмотрим некоторые химические свойства лития.

С водой кусочек лития реагирует довольно спокойно, образуя водород и гидроксид лития.

Если мы попробуем поджечь выделяющийся водород, то его пламя окрасится в красивый красный цвет из-за присутствия в нем ионов лития. Однако если взять литий в виде тонкой фольги, которая используется в литиевых батарейках, то при реакции с водой литиевая фольга самовоспламеняется и взрывается. *Будьте осторожны — это очень опасно!*

Если поджечь немного лития, то он сначала расплавится, а потом загорится ярким белым пламенем, образуя оксид лития при горении.





Температура горения лития на воздухе составляет более 2300°C . Удивительно то, что в момент расплавления при температуре до 300°C литий практически не окисляется воздухом, и его поверхность остается блестящей.

Литий, как и все другие щелочные металлы, является отличным восстановителем, то есть легко отдает электроны. Если поджечь литий на песке, то металл прореагирует с диоксидом кремния, из которого состоит песок, и образует аморфный кремний.

Кроме того литий очень хорошо реагирует с серой.

При реакции лития с серой образовалось настолько много энергии, что даже жестяная банка, на которой проводилась реакция, расплавилась.



Еще одно опасное свойство лития довольно необычно — если мы попробуем поджечь этот металл на дереве, то он начнет забирать кислород из молекул целлюлозы дерева! При этом литий взрывается, пуская снопы раскаленных искр.

НЕ ПЫТАЙТЕСЬ ПОВТОРИТЬ ЭТОТ ОПЫТ!

Также литий может реагировать с сухим медным купоросом, восстанавливая медь из ее соли.