



# БОЛЬШАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ





Вслед за тайной

Руководство по проведению опытов

KOSMOS

## **Большая химическая лаборатория С 1000 и С 2000**

### **Предостережение**

Пособие для детей от 10 лет (С 1000),  
от 11 лет (С 2000). Использование только  
под руководством родителей, знакомыми  
с мерами предосторожности при проведении  
экспериментов.

### **Осторожно!**

Содержится информация о некоторых химикатах,  
которые причислены к разряду опасных для  
здоровья. Внимательно читайте инструкции  
перед применением, придерживайтесь правил  
и будьте наготове. При перемещении химикатов  
избегайте соприкосновений с телом, особенно  
с ртом и глазами. Отстраните от экспериментов  
маленьких детей и животных. Храните  
экспериментальные коробки вне досягаемости  
маленьких детей. Защита глаз для  
контролирующих ход эксперимента  
родителей не включена.

**Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart**

# Первая помощь при травмах

Советы на случай, если что-то произойдет

## Главное: при травмах немедленно обратиться к врачу

1. В случае контакта с глазами: хорошо промойте глаза водой из-под крана. Стремитесь держать глаза открытыми. Срочно обратитесь к врачу.
2. В случае проглатывания: промойте рот водой, выпейте чистой воды. Не нужно вызывать рвоту. Немедленно обратитесь к врачу.
3. В случае вдыхания: Выведите человека на свежий воздух (например, в другую комнату с открытым окном).
4. В случае попадания на кожу и ожоге: Держите под струей воды поврежденный участок кожи в течение 5 минут. После этого необходимо перевязать рану от ожога специальной противоожоговой повязкой. Ни в коем случае не применять масло, пудру или муку на рану. Ожоговый пузырь не прокалывать. При сильных ожогах срочно обратитесь к врачу.
5. В случае резаной раны: не прикасаться и не промывать водой. Никаких мазей, порошковых или подобного рода средств. На рану наложить стерильную сухую временную повязку. Инородное тело (например, осколок стекла) разрешено извлечь из раны только врачу. Также посоветоваться с врачом, если рана «колотая» или же «закрытая» (полученная при ударе).

Если симптомы не исчезают, то без промедлений обратитесь в скорую помощь. При травмах из-за химикатов всегда берите с собой к врачу вызвавшее травму вещество, или же сообщите его название.

### Важные указания для детей и родителей

Обращение к родителям	С. 5
Основные правила для безопасного проведения экспериментов	С. 6
Информация об опасных веществах	С. 7
Первая помощь при травмах	выше
Организация рабочего места	С. 11
Обращение со стеклянными трубками	С. 27
Использование спиртовой горелки	С. 41
Сбор и утилизация отходов	С. 90
Ответы на вопросы	С. 94

Впишите заранее номер телефона экстренной службы в вашем регионе:



Руководство по проведению опытов

KOSMOS  
**Большая  
химическая  
лаборатория  
С 1000 и С 2000**

От магических трюков  
до испытаний моющих средств

**Курт Васеловский**

Эта книга экспериментов состоит из двух частей:  
Эксперименты 1-75 могут быть проведены детьми  
уровня С 1000 (10 лет)

Для экспериментов 76-251 необходим уровень С 2000 (11 лет).

**Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart**

## Почему химикаты хранятся в двухкамерных бутылочках

КОСМОС-ящики для экспериментов имеются в продаже во многих странах. Вследствие стандартизации повсеместно используются одинаковые емкости для хранения химикатов. Чтобы иметь возможность размещать наименование вещества, стандартизированные в Европе условные обозначения опасности и указания безопасности в легко читаемом формате, нам потребовалась определенная величина этикетки и данный вид упаковки был наиболее подходящим. КОСМОС-бутылочки с безопасной системой закрытия имеют две камеры: большую и маленькую. Установление количества заполняющего вещества происходило при учете новых европейских инструкций по технике безопасности для ящиков, где хранятся вещества для химических экспериментов.

## Что делать с отходами?

Несмотря на то, что многие из используемых химикатов не представляют серьезной опасности для загрязнения сточных вод или мусорных баков вблизи дома, ты все-таки должен с самого начала привыкнуть к тому, что химические остатки нужно ликвидировать, не нанося вреда окружающей среде.

Соответствующая информация об утилизации отходов дана в главе 26 (стр. 90).

## То, что не может быть доставлено

Раствор перекиси водорода (используется в 2 части уровня С 2000) является транспортабельным лишь в определенных границах и поэтому может не включаться в ящик с веществами. Просмотрите пластиковые бутылочки с приложенными на них этикетками и наполните их в аптеке трехпроцентным раствором перекиси водорода.



**День открытий — сегодня!**

LabZZ! — это серия домашних лабораторий и познавательных игр, завоевавших любовь детей и родителей в Германии, США и других странах мира.

Звоните нам: в Москве: (495) 926-56-81, в Санкт-Петербурге: (812) 309-06-18.  
Заходите на сайт [www.labzz.ru](http://www.labzz.ru) — вы найдете там множество интереснейших обучающих наборов по физике и астрономии, химии и биологии, и просто по волшебству. Мы доставляем по всей России.  
Посмотреть наборы живьем можно в наших магазинах в Москве и Петербурге, информация на сайте и по телефону.

Издание 15  
Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart / 2004

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Wir übernehmen keine Garantie, dass alle Angaben in diesem Werk frei von Schutzrechten sind.

© 1989, 1998, 2003, 2004 Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart

**kosmos**® eingetragenes Warenzeichen der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.

Technische Gestaltung und Konstruktion: KOSMOS Entwicklungslabor  
Gestaltung und Illustrationen: WERTHDESIGN, Horb

Fotos: W. Lieber, Heidelberg. K.-H. Diffené, Neustadt/Weinstraße. dpa, Frankfurt. BASF, Ludwigshafen. Lurgi, Frankfurt/M. MCS, Freudenstadt. Stahlwerke Peine-Salzgitter. Dyckerhoff, Lengerich. Benckiser GmbH, Ladenburg. WERTHDESIGN, Horb. KOSMOS Entwicklungslabor.

Перевод на русский язык: Олеся Жулева. Редактор: Рубен Якунчев. Печать: 000 «Современная печать», 109544, г. Москва, ул. Рогожский вал, д. 2/50 по заказу 000 «LabZZ», 190005, г. Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 22, лит. А. Тираж \_\_\_\_\_ экз., заказ № \_\_\_\_\_. Подписано в печать / 2010г.



## Содержание

<b>Чтобы ничего не случилось. Обращение к родителям .....</b>	<b>5</b>
<b>Основные правила для безопасного проведения экспериментов. Важные указания для юных химиков и их родителей .....</b>	<b>6</b>
<b>Информация об опасных веществах. Как они обозначаются и как с ними обращаться .....</b>	<b>7</b>

### Часть 1

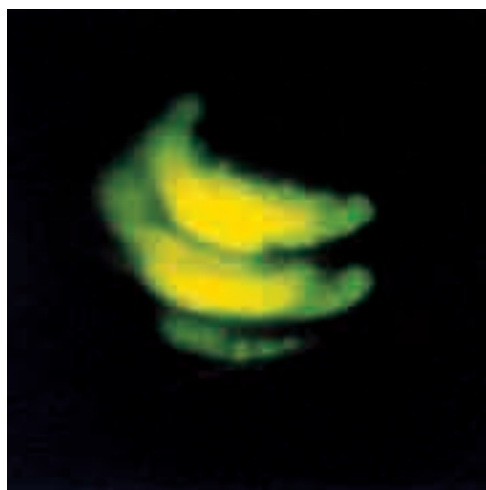
#### Эксперименты 1-75 с «Химией С 1000»

Профессор Пробениус знакомится с тобой .....	13
Твое рабочее место .....	13
Набор инструментов .....	14
Симпатические чернила (для тайнописи) .....	19
Кровавый палец или двойное изображение .....	21
Состязание цветов .....	24
Магические силы в действии .....	28
Огонь и его окраска .....	33
Электричество на службе волшебников .....	37

### Часть 2

#### Эксперименты 76-251 с «Химией С 2000»

Общая химия .....	43
Новые приборы в «Химии С 2000» .....	43
Разделяем материалы .....	45
Кислоты и их противники .....	49
Двуокись углерода — наш старый «знакомый» .....	53
Топливо и продукты сгорания .....	58
Вода и ее элементы .....	62
От нашатыря к нашатырному спирту .....	65
Изготовим сами соляную кислоту .....	66
Известь и гипс .....	71
Медь — полублагородный металл .....	74
Железо — металл номер 1 в промышленности .....	78
Небольшое путешествие в мир химии пищевых продуктов .....	81
Вода, жир и мыло .....	86
По следам светляка .....	90
Что делать с остатками, отходами после проведенных опытов? .....	92
Важные химические элементы .....	95



# Большая школьная лаборатория науки и техники

рекомендуем еще один набор для юных исследователей



Сколько воздуха ты вдыхаешь? Как поместить целое яйцо в бутылку с узким горлышком? Как заставить канцелярскую скрепку плавать на поверхности воды? Как сделать исчезающие чернила?

Ответы на эти и множество других интересных вопросов вы найдете в этом наборе. Развивающий набор «LabZZ! Большая школьная лаборатория науки и техники» содержит более 120 захватывающих экспериментов по биологии, физики и химии. Воспользовавшись материалами, предоставленными производителем, Ваш ребенок опытным путем узнает и поймет многие процессы и явления, которые существуют в природе и технике. В доступной игровой форме ребенок научится общаться со специальными инструментами, познакомится с законами естественных и технических наук.

В руководстве с цветными иллюстрациями подробно описаны все эксперименты. Развивающий набор «LabZZ! Большая школьная лаборатория науки и техники» будет интересен не только ребёнку — мы уверены, что, работая вместе с ним, Вы получите огромное удовольствие!

Для детей 5-7 классов.



**День открытий — сегодня!**

LabZZ! — это серия домашних лабораторий и познавательных игр, завоевавших любовь детей и родителей в Германии, США и других странах мира.

Звоните нам: в Москве: (495) 926-56-81, в Санкт-Петербурге: (812) 309-06-18.

Заходите на сайт [www.labzz.ru](http://www.labzz.ru) — вы найдете там множество интереснейших обучающих наборов по физике и астрономии, химии и биологии, и просто по волшебству. Мы доставляем по всей России.

Посмотреть наборы живьем можно в наших магазинах в Москве и Петербурге, информация на сайте и по телефону.

## Чтобы ничего не случилось

### Обращение к родителям

То, что Вы должны знать о химических экспериментах и использовании предоставленных в ящике веществ.

С продукцией КОСМОС С 1000 или С 2000 ваш ребенок имеет возможность познакомиться с очаровывающим миром науки. При чередовании экспериментов и пояснений приобретаются основные знания химии, на которых в дальнейшем может базироваться проведение дальнейших экспериментов с большим количеством химикатов: например, «КОСМОС С 3000» — уроки химии в школе.

КОСМОС С 1000 для детей от 10 лет и С 2000 для детей от 11 лет делает возможным интересное вхождение в мир химии согласно девизу «Через игру — к знаниям».

Конечно, вы спросите о безопасности данного набора. Неправильное использование химикатов может привести к определенным травмам или риску для здоровья. Данное оборудование для экспериментов базируется на **европейском стандарте безопасности EN 71-4**, в требованиях техники безопасности к химическим опытам. Этот стандарт содержит требования для производителя — например, разрешает изменять только не очень опасные вещества. Однако вы должны понимать, что любые опыты с настоящими химическими веществами нужно проводить под присмотром родителей, и мы обращаемся к Вам и просим Вас контролировать деятельность детей.

Полистайте данное пособие до конца и особо примите во внимание основные **правила безопасного проведения экспериментов** (стр. 6), **информацию об опасных веществах** (стр. 7/8) и **оказание первой помощи** при травмах (внутренняя сторона обложки). Просмотрите, пожалуйста, выделенные красным цветом указания для безопасности в экспериментальной части. После этого отберите эксперименты, которые кажутся Вам подходящими для вашего ребенка. Подробно обсудите все эти указания с ребенком. Поясните правила обращения с денатурированным спиртом и **правила использования спиртовки** (стр. 41). Советы при организации рабочего места вы можете найти на странице 11. **О соответствующем сборе и утилизации отходов** Вас проинформирует глава 26 (стр. 90).

**Четко и ясно поясните ребенку, что нужно читать все указания, следовать им и быть готовыми к последствиям, и что лишь согласно данным инструкциям разрешено проводить описанные эксперименты.**

Проинформируйте ребенка, но не пугайте его. Для этого нет оснований, не говоря уже о том, что страх не ведет к безопасности, а скорее ведет к неуверенности и соответственно небезопасности.

Мы желаем Вашим юным химикам получить много удовольствия и успехов в их экспериментах.



## Основные правила для безопасного проведения экспериментов

Важные указания для юных химиков и их родителей.

Все эксперименты, которые описаны в этом пособии, проводятся безопасно, если эти указания и предписания ты будешь добросовестно соблюдать. Мы обозначили ниже основные правила, которые должны тобой запомниться и соблюдаться:

1. Читай инструктаж перед началом эксперимента, следуй ему и будь наготове. Особенно обрати внимание на указание количества веществ и последовательность проведения опытов. Проводи только описанные в этом пособии эксперименты.
2. Отстрани от места проведения эксперимента маленьких детей, животных и людей, у которых нет защиты глаз.
3. Всегда носи защиту глаз сам. Если ты носишь очки, то оставь их. Во время работы носи защитную одежду.
4. Держи пробирки при нагревании так, чтобы отверстие не было направлено на тебя или другого человека.
5. Храни коробку с химикатами вне досягаемости маленьких детей.
6. Чисти все емкости после использования. Тщательно закрывай бутылочки с химикатами после использования и клади обратно на место в коробку для химикатов.
7. Мой руки после завершения эксперимента.
8. Не используй никаких других устройств, которых нет в коробке с химикатами.
9. Запрещено есть, пить и курить на рабочем месте. Не используй в ходе эксперимента никакую кухонную утварь, посуду, из которой ты ешь и пьешь.
10. Когда ты исследуешь продукты питания и изделия пищевой промышленности (например, сахар, муку, поваренную соль, уксус), наполняй нужным количеством мерный стакан (не применяй шпатель). Не возвращай обратно в свои емкости продукты питания. Утилизируй их безотлагательно (в мусорное ведро или мусорный сток).
11. Не прикасайся химикатами к глазам и рту.
12. Заранее подготовь для тушения ведро или коробку с песком. Ты должен тушить огонь не сию минуту, а в первую очередь срочно известить пожарную часть (телефон 01).

Обратите особое внимание на выделенные красным цветом указания. Они уделяют особое внимание опасным ситуациям и информируют о том, как можно их избежать. Оранжевым значком выделена информацию о опасных веществах (стр. 7/8).

Предостережение в тексте:



**Гидроксид кальция** — едкое  
Примечания на стр. 7

Информация о безопасности стр. 7/8:

**Гидроксид кальция**, Са. — **R 34:** вызывает ожоги. **S 22:** пары не вдыхать. — **S 26:** При попадании в глаза тотчас основательно промыть водой и проконсультироваться с врачом. — **S 36/37/39:** При работе одеть подходящую защитную одежду (старый рабочий халат), защитные перчатки (или напальчники) и защитные очки. — **S 45:** При несчастном случае или недомогании тотчас вызвать врача (если возможно, предъявить этикетку на бутылке с химикатом).

## Информация об опасных веществах

Как они обозначаются и как с ними обращаться

При химических исследованиях не обходятся без веществ, которые при неправильном обращении таят в себе неминуемые риски. Мы приводим ниже следующий список, содержащийся в «С 1000/2000», дополнительно приобретаемых химикатов, которые входят в **категорию опасных**. Список содержит для каждого вещества официальный символ, обозначающий опасность. Этот символ ты также найдешь на этикетках с бутылками от химикатов, а также указание на опасность и советы по соблюдению безопасности, которые названы R- и S-серии (от англ. risk — риск и соответственно safety — безопасность).

**Хлорид аммония, Хп.** — **R 22:** опасен для здоровья при проглатывании.  
— **R 36:** раздражает глаза.  
**S 22:** пары не вдыхать.

**Денатурированный спирт** (основные составляющие: этанол, этиловый спирт), **F.** — **R 11:** легко воспламеняющийся. **S 7:** емкость должна быть плотно закрыта. — **S 16:** держать вдали от источников огня.  
Не курить.

**Гидроксид кальция, С.** — **R 34:** вызывает ожоги. **S 22:** пары не вдыхать.  
— **S 26:** при попадании на глаза тотчас основательно промыть водой и проконсультироваться с врачом. — **S 36/37/39:** При работе одеть подходящую защитную одежду (старый рабочий халат), защитные перчатки (или пальчики) и защитные очки. — **S 45:** При несчастном случае или недомогании тотчас вызвать врача (если возможно, предъявить этикетку на бутылке с химикатом).

**Уротропин (сухой спирт), F, Хп.** — **R 11:** легко воспламеняющийся. — **R 42/43:** сенсибилизация возможна через вдыхание и контакт с кожей (например, аллергическая реакция).  
**S 16:** держать вдали от источников зажигания — Не курить. — **S 22:** пары не вдыхать. — **S 24:** Избегать контакта с кожей. — **S 37:** Носить соответствующую защитную одежду.

**Перманганат калия, O, Хп, N.** — **R 8:** огнеопасен при контакте с воспламеняющимися веществами. — **R 22:** вреден для здоровья при вдыхании — **R 50/53:** очень ядовит для водных организмов, может долгое время оказывать воздействие в водах.  
**S 60:** Это вещество и емкость ликвидировать как опасные отходы. — **S 61:** избегать выделения в свободном виде в окружающую среду. Особенно внимательно отнестись к инструкции по ликвидации отходов (A7, A8, S. 92).

**Сульфат меди: Хп, N.** — **R 22:** вредно для здоровья при вдыхании.  
**R 36/38:** раздражает глаза и кожу. — **R 50/53:** очень ядовит для водных организмов, может долгое время оказывать воздействие в водах.  
**S 22:** пары не вдыхать. — **S 60:** Это вещество и емкости ликвидировать как опасные отходы. — **S 61:** избегать выделения в свободном виде в окружающую среду. Особенно внимательно отнестись к инструкции по ликвидации отходов (A4, A5, S. 91).





**Магний (магниева лента), F.** – R 11: легко воспламеняющийся.  
S 23: Пары сжигаемого магния не вдыхать.



**Углекислый натрий, Xi.** – R 36: раздражает глаза. S 22: пары не вдыхать. – S 26: при попадании на глаза тотчас основательно промыть водой и проконсультироваться с врачом.



**Гидросульфат натрия, C.** – R 34: вызывает ожоги. S 37: Носить соответствующую защитную одежду. S 26: при попадании на глаза тотчас основательно промыть водой и проконсультироваться с врачом.  
– S 36/37/39: При работе одеть подходящую защитную одежду (старый рабочий халат), защитные перчатки (или напальчники) и защитные очки. – S 45: При несчастном случае или недомогании тотчас вызвать врача (если возможно, предъявить этикетку на бутылке с химикатом).



**Раствор фенолфталеина (содержит этанол, этиловый спирт), F.**  
R 11: легко воспламеняющийся. – S 7: сосуд крепко закрывать.  
– S 16: держать вдали от источников зажигания. Не курить.



**Винная кислота, Xi.** – R 36/38: раздражает глаза и кожу. – S 24/25: Избегать контакта с кожей и глазами.

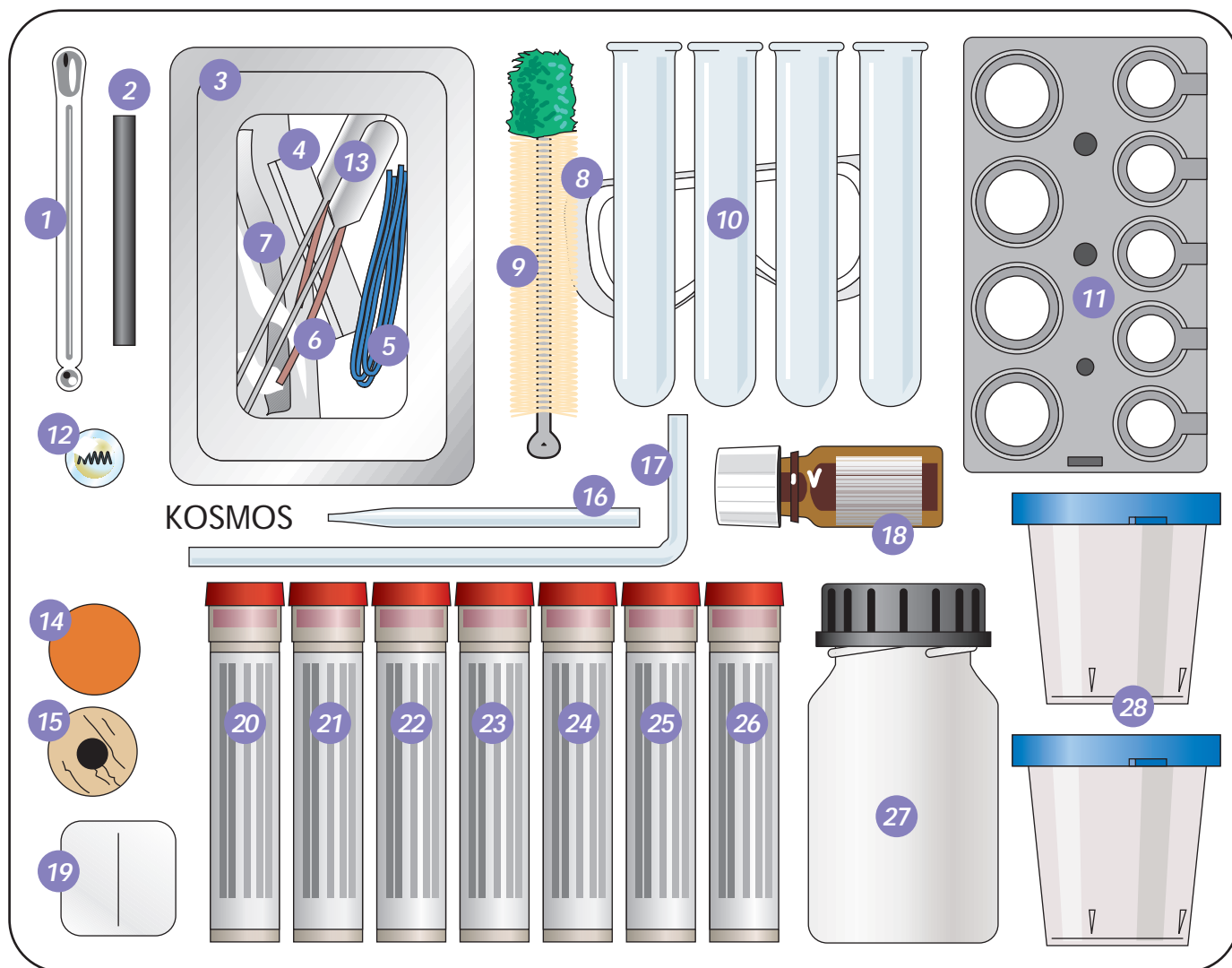


**Внимание!** Для всех химикатов имеет вес следующий совет по обеспечению безопасности **S**: хранить под замком и в недоступном для маленьких детей месте.

# Часть 1

Эксперименты 1-75  
С 1000





№	Наименование	Артикул
1	Двусторонняя ложка	035017
2	Угольный электрод	026217
3	Ванна	070167
4	Крышка-ручка	070177
5	4 проволоочки	000343
6	Медная проволока	000063
7	Мешок с магниевой лентой	026212
8	Защитные очки	052347
9	Ершик для пробирки	000036
10	4 пробирки	062118
11	4 штатива для пробирок	070187
12	Лампочка 3,8 V, 70 mA	009028
13	2 пипетки	232134
14	Пробка без отверстия	071078
15	Пробка с отверстием	071118
16	Остроконечная стеклянная трубка	065308
17	Угловая трубка	065378
18	Раствор фенолфталеина	033156
19	Сухой спирт (уротропин)	032952
20	Гидросульфат натрия	033402
21	Хлорат натрия	033412
22	Железистосинеродистый калий (II)	033422
23	Гидроксид кальция	033432
24	Двойная щавелевокислая соль железа (III) и аммония	033442
25	Хлорид аммония	033452
26	Сульфат меди	033462
27	Стакан с резьбовой крышкой	061127
28	2 мерные чаши с крышкой	087907
	Фильтровальная бумага	080062

Пожалуйста, проконтролируйте, чтобы все обозначенные в списке предметы и химикаты были в ящике.

## 1. Профессор Пробениус знакомится с тобой

Добрый день! Ты интересуешься химией? Великолепно! Есть немало людей, которые не любят химию, так как не понимают ее. Однако еще больше людей интересуются ею и хотят ее изучить.

Ах, я же еще не представился! Я Пробениус, профессор в области химии. Я хочу сопровождать тебя на пути изучения этой науки, ввести тебя в мир экспериментального искусства и, насколько это возможно, вкратце пояснить взаимосвязи.

Чем я еще занимаюсь? Ох, немалым количеством вещей. В настоящий момент развитием синтетических материалов, которые являются водостойкими и несмотря на это разрушающимися со временем или – как говорится на профессиональном языке – «биологически расщепляемыми». Химия и защита окружающей среды — не противоположные науки. Химики имеют дело с некоторыми областями защиты окружающей среды и немало делают для ее защиты. Они измеряют содержание токсичных веществ, имеют дело с устранением возникающего ущерба и ломают себе голову над новыми методами и опытами, которые помогут меньше перегружать окружающую среду с самого начала.

К решению таких сложных вопросов ты пока еще подступиться не можешь. Когда ты будешь проводить эксперименты из первой части книги С 1000, ты сможешь предпринять небольшие научные экспедиции в волшебную страну химии. Многие эксперименты покажутся тебе удивительными и таинственными, как волшебство. Да, ты сможешь выступать в роли волшебника и твои зрители будут ошеломлены твоими фокусами. Если ты решишься на изучение второй части «С 2000», то благодаря чернилам для тайнописи сможешь увидеть двойное изображение в обычных явлениях твоей будничной жизни и мира в целом. Ты увидишь, что многие колдовские трюки основываются на простых реакциях как подтверждение скрытых возможностей веществ. В любом случае ты познакомишься с некоторыми основными понятиями химии. Ты видишь, у нас много дел. Вперед! Я желаю тебе получить много положительных эмоций!



## 2. Твое рабочее место

Итак, сейчас нам нужно оглядеть, подходящее ли у тебя для проведения экспериментов рабочее место. С «КОСМОС химией С 1000» (и тем более с «С 2000») ты можешь натворить немало дел и на твоём рабочем столе могут появиться пятна, чему явно не обрадуется мама.

Устойчивый старый стол или же забракованная нижняя часть кухонного шкафа подойдут для твоих опытов лучше всего. Рабочая поверхность должна быть отмываемой и жароупорной. Однако тебе ни в коем случае не разрешено проводить эксперименты на кухне или в столовой, т. е. вблизи продуктов питания.

Рабочее место должно быть светлым и открытым, хорошо проветриваться, если возникнет неприятный запах. Наиважнейшим «химикатом» в твоей лаборатории является вода. Химик использует ее не только с целью очистки, но и проводит с ней эксперименты.

Заранее подготовь в бутылке запас воды (например, в тщательно очищенной от моющего средства бутылке). Мусор нужно ликвидировать, как это описано в части 26 (стр. 90). Какие из методов А1 – А8 будут применяться, указаны в конце описания эксперимента.

Приготовь также заранее тряпку, с помощью которой можно будет тотчас вытереть пролитую жидкость (тряпку после этого нужно основательно прополоскать). Наконец, на рабочем месте всегда должны находиться под рукой защитные очки, точно также насчет старого халата и пары перчаток с гладкой поверхностью.



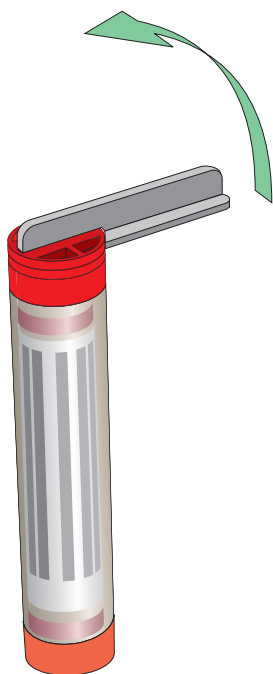
### 3. Набор инструментов



Самым важным инструментом химика является пробирка (часть номер 10). В ней ты сможешь смешивать и нагревать разные вещества. Для очищения пробирки используют ершик для пробирок (часть номер 9). Не надавливай слишком сильно, иначе дно пробирки может расколоться. Пробирки состоят из довольно тонкого стекла, так как толстое стекло лопнуло бы при нагревании. Чистить пробирку лучше всего под проточной водой.

Намного больше функций выполняет штатив для пробирок (часть номер 11). В маленькие дырочки ставят наполненные пробирки, а в большие – только что вымытые, при этом отверстие пробирки опущено вниз, чтобы из пробирки вытекла вся вода. Кроме того, рядом может быть установлен маленький ламповый патрон, для наших электрохимических опытов в главе 10.

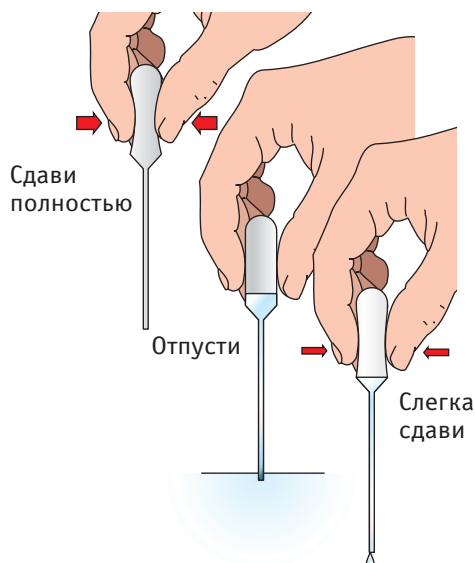
Для некоторых опытов тебе понадобятся сосуды покрупней: стакан с закручивающейся крышкой (часть номер 27) и измерительный стаканчик с крышкой (часть номер 28). Также пластмассовая ванночка (часть номер 3) сослужит тебе хорошую службу. Эти приборы из пластмассы, нельзя нагревать! Как можно открыть замок безопасности с помощью данной отвертки (часть номер 4), показано на рисунке. Иногда при открытии прилипшее к крышке вещество может упасть на твои руки или рабочую поверхность. Ты можешь избежать этого, если перед открытием несколько раз легонько стукнешь бутылочку о ладонь. Открытые бутылочки надо ставить в большие отверстия на штативе. После окончания работы бутылочки нужно сразу же снова закрыть!



С помощью двусторонней ложки (часть номер 1), которую также называют шпателем или лопаткой, ты можешь брать химикалии и отмерять нужное количество. Под указанием количества «1 шпатель» или «1 большой шпатель» мы понимаем наполнение большого углубления, под «малый шпатель» маленького, до краев. «Кончик шпателя» соответствует половине маленького углубления. Каждый раз после использования шпатель нужно чистить (мыть и сушить), так как иначе ты запачкаешь другие химикалии оставшимися на шпателе веществами.

Если ты хочешь добавить жидкость по каплям, тебе следует использовать пипетки (часть номер 13). Нижеприведенный рисунок показывает, как нужно пользоваться пипеткой. Сожми верхнюю часть пипетки большим и указательным пальцем и окуни в жидкость. Как только ты сбавишь давление, жидкость поднимется в пипетку. С помощью осторожного нажатия ты можешь добавлять капли одну за другой. После использования пипетку следует наполнить водой, взболтать и выпустить воду.

Не хочу докучать тебе описанием остальных приборов; я расскажу тебе о них по мере необходимости, когда они понадобятся тебе в опытах. Дополнительные приборы Химии С 2000 представлены на странице 41. Но пара советов по уборке также обязательно необходимы.



## Очистка посуды

Если однажды опыт не увенчался успехом, причиной этого может быть использование недостаточно чистой пробирки. В стакане с закручивающейся крышкой и в измерительных стаканах также могут оставаться остатки веществ, которые вызывают нежелательные побочные реакции. Поэтому с самого начала возьми себе в привычку тщательно очищать используемый сосуд сразу же после использования.

В большинстве случаев пробирку достаточно сполоснуть под холодной водой и почистить ершиком. Если это не дало результатов, попробуй промыть горячей водой и с моющим средством, таким образом ты устранишь содержащие жир загрязнения. Во всех случаях в завершении очистки ты должен основательно сполоснуть сосуд.

При проведении некоторых опытов остаются осадки, которые ты легко можешь удалить, используя следующие рецепты.

Остатки **фенолфталеина**, которые прилипают к пробирке из-за плохой растворимости вещества в воде, могут привести к тому, что при наполнении пробирки щелочным раствором возникает нежелательный красный оттенок. Ты можешь почистить пробирку например денатурированным спиртом или реагирующим со щелочью чистящим средством, в котором фенолфталеин растворится вместе со своим красным цветом. Используй ершик для чистки пробирок и основательно сполосни пробирку водой.

Остатки **извести**. Белый налет, который образуется при работе с известковой водой, исчезает при добавлении уксуса. Оставь уксус на некоторое время, потом взболтай и основательно прополощи пробирку водой.

**Берлинская лазурь**. При воздействии железа с гексацианоферратом (II) калия оставшуюся голубую окраску можно легко удалить раствором соды.

Остатки **двуокиси марганца** сохраняются при экспериментах с **перманганатом калия**. Ты можешь устранить их с помощью раствора перекиси водорода, который ты заранее подкислил гидросульфатом натрия.

**Оксид меди (I)**. При участии глюкозы часто возникает красноватый осадок оксида меди (I), который исчезает в растворе гидросульфата натрия.

Налет **сажи**, который возникает на внешней стороне пробирки при нагревании ее над спиртовкой, можно удалить очень легко: вотри немного порошка в загрязненное место и промой водой.



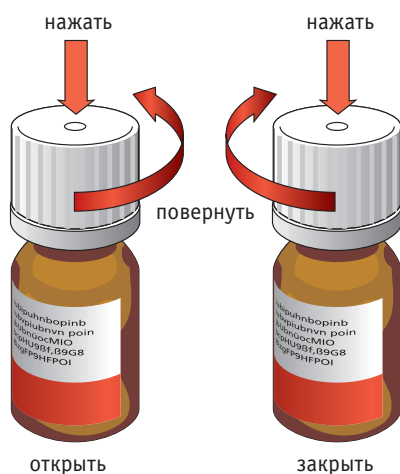


## 4. Химики как мастера перевоплощения

Начнем! Я раскрою тебе тайну некоторых волшебных фокусов, с помощью которых ты сможешь произвести впечатление на друзей, подруг, родителей, братьев и сестер. Химики являются мастерами перевоплощений. Они превращают — если так должно быть — «воду» в «вино» или «молоко».

### Профессор Пробениус предупреждает:

Конечно же речь идет о ненастоящих вине или молоке, зачастую и не о настоящей воде (для этого и использованы кавычки). Жидкости только выглядят настоящими. Но не пей свои волшебные продукты, чью тайну изготовления я тебе сейчас открою. И не давай их пить своим зрителям.



**Фенолфталеин** — легковоспламеняющееся.  
**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Заметки стр. 8

### Превращаем «воду» в «вино»

Твое оборудование состоит из бутылочки с раствором фенолфталеина. Фенолфталеин (произносим: фе-нол-фта-ле-ин) — это белый порошок, который плохо растворяется в воде. Однако он хорошо растворяется в этиловом спирте, в обычной жизни называемый просто «спирт». Поэтому мы прибавили спиртовой раствор фенолфталеина. Бутылочка имеет так называемый замок безопасности. Как его можно открыть и закрыть, показывает рядом изображенная картинка.

**1** Наполовину наполни пробирку водой и добавь туда малый шпатель карбоната натрия, который также известен в повседневной жизни как сода. Заткни пробирку резиновой крышечкой и потряси, пока карбонат натрия не растворится в воде. Плотной прижми крышечку большим пальцем, чтобы она не вылетела и жидкость не пролилась. Открой пробирку и добавь каплю фенолфталеинового раствора. Чудесный цвет, не так ли? **A1**  
Теперь для тебя определенно не составит сложности превратить эту «воду» в «вино».

**2** Добавь несколько капель фенолфталеинового раствора в измерительный стаканчик; издали их там будет почти не видно. Стакан кажется пустым. Во втором стакане подготовь раствор карбоната натрия: маленькую ложечку карбоната натрия (не больше!) растворить в стакане, на три четверти наполненном водой. После этих приготовлений ты появляешься перед своими зрителями и выливаешь — абракадабра симсалабим! — «воду» в «пустой» стакан. «Красное вино» готово. Кстати говоря, эту жидкость пить нельзя, придержи ее для следующего опыта.

**3** Перелей половину «красного вина» из прошлого опыта в другой измерительный стаканчик. В первый стакан добавь минеральной воды. Одно мгновение — и «красное вино» исчезает. Оно снова стало «водой». Ты уже почти стал волшебником. **A1**

**4** В другой измерительный стакан добавь немного уксуса. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет

Есть целый ряд веществ (к которым также относится карбонат натрия), которые окрашивают фенолфталеин в красный. Эти вещества называют *щелочи* и говорят о *щелочных реакциях*. С помощью фенолфталеина можно отыскать щелочи. Таких «ищеек» в химии называют индикаторами (от латинского *indicare* — указывать, уведомлять).

Существуют другие вещества, которые ведут себя совсем наоборот, не как щелочи, они и устраняют вызванный щелочью красный цвет фенолфталеина. Эти вещества называются *кислоты*.

#### Вопрос 1

Какие сложные составные слова ты знаешь, где одна из составных частей — «вещество»?

Тот факт, что уксус кислый, ты знаешь из опыта. Уксус содержит примерно 5% уксусной кислоты. Кисловатый вкус минеральной воды тебе также знаком, он вызван содержащейся в минеральной воде угольной кислотой. А угольная кислота возникает тогда, когда двуокись углерода, невидимый газ, растворяется в воде. Видимым он становится тогда, когда ты открываешь бутылку минеральной воды или откупориваешь бутылку шампанского. Этот газ проявляется в форме множества пузырьков, рвущихся наверх.



#### По следам углекислого газа

Двуокись углерода ты можешь обнаружить с помощью щелочного (то есть красного) раствора фенолфталеина, как в третьем опыте. Но это обесцвечивание не является характерным, или как говорят профессионалы — специфичным, так как уксус и другие кислоты показывают такой же эффект. Поэтому сейчас мы изготовим специфическое средство распознавания, но для этого нужно запастись терпением.

5

В одной из бутылочек с химикалиями находится белый порошок, который называется гидроксид кальция.

Добавь маленькую ложечку гидроксида кальция в наполовину заполненный водой измерительный стакан, закрой крышкой и тщательно потряси. Появится белая жидкость, которая из-за своего внешнего вида называется также «известковое молоко». Как и другие полученные тобой волшебные продукты, пить ее нельзя.

Вот теперь настает испытание терпения. Белый порошок медленно оседает на стенки стакана и жидкость в стакане становится прозрачной. Это может длиться целую ночь. Если ты экспериментируешь с «Химией 2000», то ты придешь к цели быстрее при фильтровании «известкового молока», как показано в опыте 80.

Ты уже полностью отделил гидроксид кальция от воды, так как белый порошок в воде не растворяется? Ответ на этот вопрос даст наш следующий опыт.



Гидроксид кальция — едкое  
Примечания на стр. 7

6

Осторожно отлей большую часть прозрачной жидкости от осадка, если ты ее не профильтровал, в другой измерительный стакан. Наполни жидкостью половину пробирки и добавь несколько капель раствора фенолфталеина. **A1**

#### Вопрос 2:

Что ты видишь? Что из этого следует?

#### Профессор Пробениус объясняет:

Если взболтать гидроксид кальция с водой, то небольшая часть растворится, а большая часть медленно осядет на дно (или может быть отфильтрована). Прозрачный щелочной раствор называют *известковой водой*.

С помощью известковой воды мы найдем двуокись углерода.

7

Наполни пробирку водой до половины и медленно, маленькими порциями добавь минеральной воды. **A1**



### Профессор Пробениус объясняет:

Белое помутнение, на языке профессионалов называемое *конденсат* (осадок), состоит из плохо растворимого карбоната кальция. Карбонат кальция образуется при воздействии двуокси углерода на известковую воду. С помощью этой реакции ты можешь обнаружить растворенную в минеральной воде двуокись углерода. Если ты хочешь провести представление перед зрителями, то скажи им, что ты можешь превратить «воду» в «молоко».

### Дыхание волшебства делает это возможным

8

Наполни пробирку наполовину известковой водой и дуй, как это показано на картинке, в трубочку одну-две минуты.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Я надеюсь, что во всех опытах ты надевал защитные очки! При проведении этого опыта они особенно важны, так как из-за содержания гидроксида кальция известковая вода может оказывать раздражающе и едкое воздействие. Не дуй слишком сильно, чтобы известковая вода не выплеснулась из пробирки!

Ты должен дуть некоторое время, только тогда реакция проявится четко. Также твоё «дыхание волшебства» может превратить известковую воду в карбонат кальция — на языке волшебников «воду» в «молоко». [A1](#)

### Вопрос 3

К какому выводу приближает нас результат эксперимента?

### Профессор Пробениус объясняет:

Хм, кто же это вообще придумал? Если б ты мог заставить подуть в известковую воду корову или собаку, ты бы установил то же самое: практически все живые существа выдыхают углекислый газ, тот же газ, который придает минеральной воде освежающее ротовое щекотание. Как связан углекислый газ, известный сегодня практически каждому под формулой  $\text{CO}_2$ , с углем, углеродом и распространенным сегодня парниковым эффектом, ты узнаешь в главе 16.

9

В следующем опыте задумайся сперва о том, что вообще будет происходить. Только тогда проводи опыт и сравни результат с твоим прогнозом.

Добавь в пробирку известковой воды 4-5 см и несколько капель раствора фенолфталеина. Перемешай красный раствор с маленькой порцией минеральной воды. [A1](#)

### Вопрос 4:

Что ты будешь делать, если под рукой не оказалось минеральной воды?

Итак ты уже провел свои первые волшебные фокусы. Важный трюк в химических магических представлениях заключается в том, что в них используются жидкости и вещества, которые другим трудно отличить друг от друга, однако все они обладают различными свойствами. Фокус всегда основывается на обмане, на подмене одного другим. Химик, как естествоиспытатель, не позволит ввести себя в заблуждение. Он вникает в суть вещей, например, проводя контрольные опыты. Но своих зрителей ты спокойно можешь разыгрывать. Самые хитрые и так узнают твой секрет, остальным после окончания выступления ты можешь «объяснить» фокус.

## 5. Симпатические чернила (для тайнописи)

Алхимики, предшественники современных химиков, искали философский камень, который помог бы им превратить неблагородные металлы в драгоценное золото. Если они хотели передать результаты своих исследований коллегам так, чтобы никто другой не узнал их тайны, то в таком случае они использовали симпатические чернила, в изготовлении которых они знали толк. Может быть ты тоже хочешь послать тайное послание своему другу? Тогда попробуй сделать это с помощью описанных ниже симпатических чернил. Для начала однако ты должен изучить прекрасный синий цвет.

### Берлинская лазурь

**10** Взболтай пол-ложечки сульфата железа аммония (III) с половиной пробирки воды. Бледно-фиолетовые кристаллы растворяются, и ты получаешь слабый желтовато-коричневый раствор. Во второй пробирке раствори 1 шпатель гексацианоферрата (II) калия в пробирке, наполовину заполненной водой. Добавь немного раствора сульфата железа аммония (III) в измерительный стаканчик, наполовину заполненный водой. Если ты сейчас добавишь немного раствора гексацианоферрата (II) калия, то получишь чудесный голубой цвет, берлинскую лазурь. **A1**

**11** Отрежь от листа фильтровальной бумаги небольшой кусочек. Для начала капни на бумагу с помощью пипетки каплю раствора сульфата железа аммония (III), тщательно промой пипетку (или возьми другую пипетку) и капни на это же место. На бумаге также возникнет берлинская лазурь. **Раствор A1, бумага A3**



### Кое-что про химические наименования

Ты уже выучил некоторые химические названия: гидроксид кальция, углекислый газ, также сульфат железа аммония (III) и гексацианоферрат калия (II).

Некоторые так обозначаемые вещества имеют другие названия в быту. Так, например, гексацианоферрат калия (II) известен как «желтая кровяная соль». Хотя я придерживаюсь того мнения, что тебе для начала следует выучить научные обозначения, если они не слишком сложные. По сути дела «желтая кровяная соль» для тебя такое же непонятное понятие, что и «гексацианоферрат калия (II)». Для начала ты можешь только взять на заметку эти названия, а потом, в школе, или занимаясь с учебными пособиями по химии, ты поймешь, что они значат. Ты также узнаешь, как связаны арабские и латинские цифры с химическими обозначениями.

Не думай, что за химическими названиями скрывается стремление делать из всего тайну или хвастовство, что никто непосвященный ничего не поймет. Из научного названия химик может определить точный состав данного вещества. Бытовые наименования, как, например желтая кровяная соль, передают больше сведения о месторождении и способе получения вещества. Так желтую кровяную соль раньше добывали с помощью накаливания высохшей крови животных с определенными примесями.



Научное наименование Люминола, вещества, которое светится в темноте (глава 25).

---

Если сульфат железа аммония (III) растаял и застыл, раствори часть кристалла из бутылочки с запасами веществ, высуши эту часть бумагой и размельчи ее между листами бумаги каким-либо тяжелым предметом (например молотком. Но не бей, только надавливай). Затем верни вещество в высушенную бутылочку с запасами.



## Голубые симпатические чернила

12

Для следующего опыта тебе понадобятся стальное перо и ручка, как их обычно используют для рисунка от руки, или кисть. Раствор сульфата железа аммония (III) — это чернила, которыми ты будешь писать свое тайное письмо на бумаге (лучше всего на слегка желтоватой). После того, как бумага высохнет, ничего не будет видно. Получатель твоего письма должен всего лишь приложить к твоему тексту промокашку, пропитанную раствором гексацианоферрата калия (II), и через мгновение появятся твои строчки, сияющие берлинской лазурью.

13

Тайное послание берлинской лазурью ты можешь снова сделать невидимым. Смочи написанное ватным шариком, перед этим окунув вату в раствор карбоната натрия.

Растворы: A1, бумага: A3

### Профессор Пробениус объясняет:

Берлинская лазурь неустойчива против щелочей, то есть она распадается, из-за чего пропадает и синий цвет. Больше информации об этом ты получишь в опытах 211 и 212.

## Красные симпатические чернила

14

После волшебных напитков с фенолфталеином тебе не составит труда самому получить красные чернила для тайнописи. Ты пишешь раствором фенолфталеина на белой бумаге.

A1, A3

### Вопрос 5

Как получатель сможет прочитать твоё тайное послание?

## Еще одни синие симпатические чернила

15

Разбавленный раствор сульфата меди тоже может послужить как чернила для тайнописи. В пробирке, на 2-3 см наполненной водой, раствори 1 шпатель прекрасных голубых кристаллов (пробирку закрыть и сильно потрясти!). Писать этим раствором лучше всего на светло-голубой бумаге. На этот раз для закрепления тайных чернил ты используешь газ аммиак, который ты получаешь из хлорида аммония и гидроксида кальция.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Экспериментируй всегда в на свежем воздухе или перед широко раскрытым окном! Аммиак раздражает глаза, органы дыхания и кожу. При недомогании вызывать первую медицинскую помощь (телефон 03) или поехать к врачу.

Смешай в насуху вытертой пробирке 2 шпателя хлорида аммония и 2 шпателя гидроксида кальция. Закрой пробирку и потряси ее, чтобы оба вещества хорошо перемешались. Потом высыпь эту смесь в жестяную крышку. Ты заметишь специфический запах газа аммиака, который возможно знаком тебе по нашатырному спирту (нашатырный спирт — это раствор аммиака в воде). Вернемся к нашим тайным чернилам. Положи лист с невидимым текстом, написанным сульфатом меди, на жестяную крышку. Начнут проступать темно-синие надписи. Аммиак соединяется с сульфатом меди, образуя темно-синее вещество. Раствор сульфата меди: A1, сложный порошок: A2

Промокашка



**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Хлористый аммоний** — опасно для здоровья.

**Гидроксид кальция** — едкое.

Примечания на стр. 7



Жестяная крышка со смесью из гидроксида кальция и хлорида аммония

## Чернила для тайнописи прямо из кухни

Кстати говоря, для изготовления симпатических чернил тебе не обязательно нужны только используемые до этого химикалии. Все можно сделать с лимоном, луком и уксусом.

**16** Выжми пол-лимона и используй сок как чернила (перо не должно быть слишком тонким). После высыхания этих чернил также не видно. Чтобы сделать их снова видимыми, тебе нужно нагреть бумагу, не допуская однако, чтоб она загорелась. Лучше всего это делать над электрической плитой. Ну и как, что ты видишь?

**17** Повтори предыдущий опыт, но теперь уже с уксусом.

**18** Изготовление лукового сока наверняка связано со слезами. Для выжимания лучше всего подойдет соковыжималка или пресс для овощей. Попробуй сделать тайные чернила и из лукового сока.

### Профессор Пробениус объясняет:

При изготовлении симпатических чернил из кухонных продуктов надпись становится видимой потому, что вещества, из которых изготовлены чернила для тайнописи, при нагревании легко превращаются в уголь и принимают коричневую окраску.



## 6. Кровавый палец или двойное изображение

С помощью реакции окрашивания, которую ты уже изучил в предыдущей части, ты можешь провести и некоторые другие интересные эксперименты.

### Кровавый палец

**19** Название эксперимента звучит ужаснее, нежели есть на самом деле. Помести в мерную чашу с крышкой 1 шпатель карбоната натрия, наполни чашу водой и перемешай двусторонней ложкой. Далее смажь указательный палец веществом хлорат натрия. Тотчас произойдет реакция и покажется, что палец и также чаша кроваво-красные. **A1**

**20** Во вторую чашу с водой добавь уксуса. Окуни палец в «кровоостанавливающую волшебную воду»! Кровавый палец очистится в одно мгновение. Не забудь помыть руки после проведенного эксперимента. **A1**

### Вопрос 6:

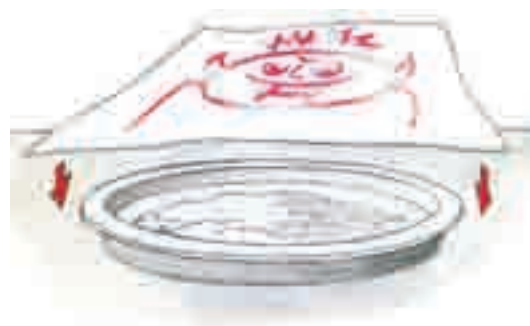
Окрашивание пальца в красный цвет — это для тебя уже не является секретом. Теперь и «кровоостанавливающее воздействие» уксуса стало для тебя понятным. С помощью каких других средств, найденных на кухне, можно добиться такого же эффекта?



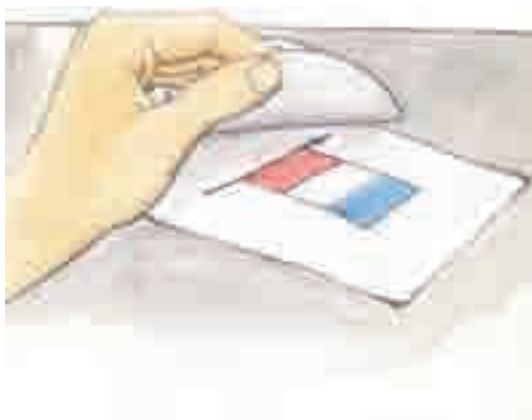
### Кровавый призрак

Разумеется, ты можешь наколдовать не только невидимые надписи, но и также целые картины. Особенно таинственно для твоих зрителей будет выглядеть следующий эксперимент.

**21** Налей в пробирку раствор фенолфталеина, и нарисуй раствором смешную рожицу или смайлик на бумаге. Используй для этого, как и в «тайном письме» перо для рисования или тонкую кисть. Сохрани листок с изображением для эксперимента **22**. Получи в жестяной крышке как в опыте 15 аммиак при смешении гидроксид кальция и хлорид аммония. Помести в крышку свой рисунок.



Жестяная крышка со смесью гидроксида кальция и хлорида аммония



**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Фенолфталеин** — легковоспламеняющийся.  
Примечания на стр. 7 / 8

### Профессор Пробениус предупреждает:

Опыт должен проходить при открытом окне! Указание на это есть в опыте 15!

Картинка станет ярко-красной. Подними ее вверх, рисунок потускнеет и вскоре исчезнет. **Сложный порошок A2.**

### Профессор Пробениус объясняет:

Содержащиеся в воде пары аммиака реагируют как щелочь и поэтому окрашивают в красный картину, нарисованную фенолфталеином. Аммиак однако летуч, это значит, что он легко испаряется. Поэтому происходит обесцвечивание, как только ты поднимаешь рисунок из раствора в крышке, в этом случае аммиак больше не «подпитывает» рисунок.

### Французский флаг

**22**

Вырежи из белой бумаги часть 4x6 см и наметь 3 одинаковые полоски. Одну из них, которая снаружи слева, подкрась раствором сульфат меди, с другого края — раствором фенолфталеина; полосу посередине оставь не покрашенной. Промочи лист промокательной бумаги в воде и положи на жестяную крышку, в которой ты заранее при смешении гидроксид кальция и хлорид аммония получил аммиак.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Опыт должен проходить при открытом окне! Указание на это есть в опыте 15!

Положи на 1-2 минуты фильтр или промокательную бумагу на лист, который ты делил на 3 части. Ты получишь голубой, белый и красный: цвета французского флага. **Раствор фенолфталеина: A1; Раствор сульфат меди: A4; сложный порошок: A2.**

Ты скомбинировал здесь 2 предыдущих эксперимента.  
**Вопрос 7: Какие?**

### Профессор Пробениус объясняет:

Аммиак соединяется с промоченным в воде фильтром или промокательной бумагой, который вызывает реакцию окрашивания. Опыт проходит успешнее, когда ты опускаешь промокательную бумагу в сильно разведенный раствор аммиака, чье изготовление будет описано в опыте 163.

### Красный и синий разворот на картине

Твоя фантазия не знает границ и возможно, ты однажды попробуешь создать следующую картину.

**23**

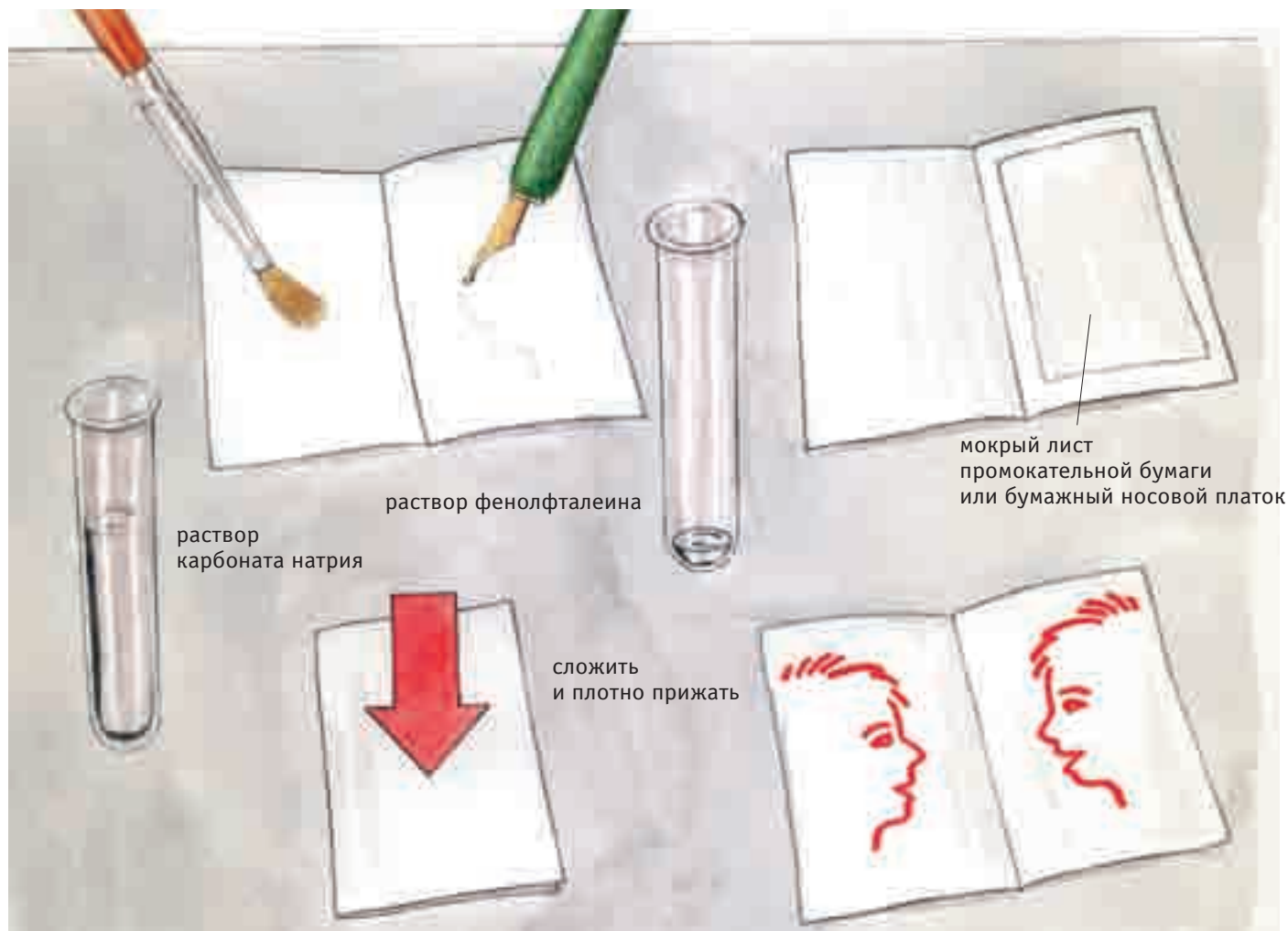
Сложи лист белой бумаги, как показано на рисунке справа, и подкрась одну страницу раствором карбоната натрия. На другую сторону страницы нанеси изображение фигуры с помощью раствора фенолфталеина, например нарисуй профиль человека или животного. Смочите промокательную бумагу водой и недолго подержите поверх рисунка. Уберите ее и прижмите обе страницы друг к другу. Когда ты откроешь разворот, то на бумаге выступят две зеркально отраженные картины. **Растворы: A1.**



Повторим опыт. Подкрась одну страницу раствором сульфата аммония. Для картинki используй раствор гексоцианоферрат (II) калия.

Естественно, ты можешь написать и тайное послание. Получатель не будет нуждаться в таком случае в использовании химикатов, ему понадобится лишь фильтр (промокашка) и вода, ведь иногда тайные послания могут быть легко читаемыми. Посылка пустых страниц должна вызвать подозрения и тогда прибегнут к помощи «химиков».

Растворы А1





## 7. Состязание цветов



Различают пигменты (нерастворимые, устойчивые цвета, на рисунке выше) и красители, с которыми мы будем иметь дело в этой части.



Ты раньше уже замечал, что цвета в химии играют важную роль. Причем не только в фокусах юных химиков, но и в профессиональных лабораториях. Окрашивание красным, благодаря фенолфталеину, служит доказательством щелочной реакции веществ. Окрашивание в синий или голубой — с помощью гексаноферрата (II) калия — сигнализирует о железе.

Однако мы должны быть благодарны химии и за многие другие яркие цвета в нашей жизни: от одежды до лака для автомобилей. В следующих опытах мы сделаем шаг к миру цветов в химии и организуем некое состязание. В качестве беговой дорожки выступит бумага, но не простая, а особенная: способная впитывать влагу. Например приложенный к набору лист фильтровальной бумаги. **Бумага А3.**

### Приготовления перед стартом

**25** Возьми стакан с закручивающейся крышкой, который сможет показывать изображение. На внутренней стороне крышки наклеи (после удаления прокладки из синтетического материала) находится пробковый слой, в который ты вкрутишь крючок с проволокой (им может послужить выпрямленная канцелярская скрепка). Вырежи из бумаги для письма в 1-2 см шириной полоски подходящей длины, и надень на крючок. Наполни банку стольким количеством воды, чтобы бумажные полоски оказались под водой на несколько миллиметров.

**Вопрос 8:**  
Что ты наблюдаешь?

**26** Повтори опыт с большими полосками фильтровальной бумаги.

**Вопрос 9:**  
Что ты наблюдаешь?

### Профессор Пробениус объясняет:

Фильтровальная бумага, которую ты используешь, имеет особую структуру. В отличие от бумаги для письма она не смазана глиной, а состоит из многих тысяч трубок, которые называют также капиллярами или капиллярными трубками. Эти капилляры всасывают жидкость. Эффект всасывания настолько силен, что жидкость, вопреки своей тяжеловесности, поднимается на вертикально подвешенную полоску бумаги и ни одна капля не стекает с нее вниз.

Ты хотел бы знать, как мы будем проводить состязание цветов? Подожди. Следующий опыт покажет тебе это.

### Насколько черны чернила?

**27** Для начала вырежи несколько полосок из фильтровальной бумаги, которые были бы таких размеров, как и в предыдущем опыте. Полностью опусти булавку в черные (обязательно черные!) чернила и смочи чернильными каплями с кончика булавки полоски из фильтровальной бумаги, на 1 см удаленные друг от друга. Подвесь на крючок в стакан с водой. Наблюдай, как вода поднимается по бумаге. Она достигает чернильного пятна, захватывает его и... о, что это? Чернильное пятно увеличивается в длину и на это указывают различные друг в друга переходящие красочные пятна. Лучшее всего опыт пройдет, если ты нальешь в банку смесь воды и спирта (смешай в пробирке 4 см в высоту воды и 3 см в высоту денатурированного спирта).





На картинке на 22 странице ты можешь различить красные, оранжевые и фиолетовые цветовые зоны. Сохрани смесь воды и спирта для опытов 29 и 31.

### Профессор Пробениус объясняет:

Черные чернила содержат в себе в целом не один, а много цветов. Ты сможешь их различить, так как они «бегут» с разной скоростью. В вышеобозначенном примере фиолетовый впереди, в то время как желтый отстал на половине пути. Красный же совсем позади.

### Мир разноцветных фломастеров

Объектами исследования являются и фломастеры. Используемые детьми фломастеры являются водорастворимыми; они практически не пахнут, некоторые из них пахнут слабее уксуса. Другие виды, «водостойкие», особые фломастеры содержат в себе легко улетучивающиеся, пьяняще пахнущие растворители, тогда на них пишется «после использования закрывать».

**28**

На этот раз состязание должно проходить по нескольким дорожкам, как на стадионе. Нарезь полоски из фильтровальной бумаги 4 см в ширину и длиной как ранее использовавшиеся полоски. Слегка дотронься на расстоянии около сантиметра фломастерами различных цветов, не водостойкими, линии старта. Повесь эти полоски на крючок в банку с водой.

### Профессор Пробениус объясняет:

Возможно, ты наблюдаешь картину как на рисунке. Красный цвет выглядит проще, он не сложносоставной, не комбинированный из нескольких цветов. А вот фиолетовый состоит из красного и синего, чему ты скорее всего удивлен. При рисовании акварелью ты получал фиолетовый, смешивая красный и синий. Также синий и зеленый являются смесью красителей. В составе зеленого особенно ясно опознается желтый.

И, как и при любом состязании, всегда выявляются быстрые и медленные бегуны. Желтый и синий — наиболее быстрые. Красный идет за ними на втором месте. Особенно уставшие — компоненты из фиолетового фломастера. Возможно, им не нравится беговая дорожка?

**29**

Повторим опыт со смесью воды и денатурированного спирта, с которым мы имели дело при эксперименте 27. С моими 4 цветами я могу пронаблюдать интересные вещи: компоненты фиолетового сократят дистанцию, в такой же степени как темная часть синего. Напротив, желтый компонент в зеленом фломастере отстанет и список лидеров возглавит синий. Из рисования ты уже точно знаешь, что зеленый состоит из смешения синего и желтого.

**30**

Если у тебя есть под рукой водостойкие фломастеры, ты можешь их исследовать точно таким же образом. При использовании воды точка старта изменится мало или же совсем не изменится.

**31**

Повторим опыт смесью воды и денатурированного спирта. Сейчас пятно «захватит с собой» и поднимающийся спирт. При смешении цветов мы также придем к более или менее ясному разделению на различные цветовые зоны. **A1**

**Спирт** — легковоспламеняющееся.  
Примечания на стр. 7



Состязание красящих веществ:  
слева с водой, справа с смесью воды  
и денатурированного спирта



### Профессор Пробениус объясняет:

Состязание красящих веществ зависит от беговой дорожки. Это значит, что на них оказывают влияние используемые фильтровальная бумага и «растворитель» (в твоих опытах это вода или смесь воды и денатурированного спирта). Красящие вещества, которые легко растворяются в воде, путешествуют также быстро как вода. Красящие вещества, которые не так хорошо растворяются в воде (например красный) — отстают. Водостойкие красящие вещества, которые практически не растворяются в воде, остаются на стартовой линии. С подходящими растворителями, например, смеси воды и денатурированного спирта, можно этих «уставших» поднять на ноги.

В проведенных тобой экспериментах нет речи о только лишь игре. Подобным образом химики разлагают сложные красящие вещества на составные части. Они при этом используют специальную фильтровальную бумагу или же покрытую синтетической пленкой субстанцию, способную впитывать влагу. Также они имеют в своем распоряжении множество специальных растворителей. Такую технику работы называют хроматография. В этом понятии объединяются два греческих слова *chromos* — цвет и *grapheln* — писать. Дальнейшие опыты и новую информацию о хроматографии ты найдешь в «КОСМОС химии С 3000».

### Образец господина Рунге

**32**

О состязании красящих веществ речь пойдет также и в следующих экспериментах, при которых будут возникать иного рода картинки.

Положи круглую фильтровальную бумагу 7-8 см в диаметре на перевернутую крышку стакана. С помощью пипетки нанеси несколько капель черных чернил на середину бумаги. Капли расплывутся и возникнет округлое чернильное пятно. Если ты поместишь туда еще несколько капель, то оно растечется дальше. Продолжим с чернильной добавкой, пока пятно не достигнет в диаметре 2 см. Однако всякий раз нужно подождать, чтобы пятно растеклось по бумаге.

Накапай с помощью другой пипетки в центр чернильного пятна воды. Также и сейчас необходимо некоторое время подождать, пока пятно не покажется уже сильно мокрым.

Будет ли теперь удивительным для тебя, что при простом добавлении воды из чернильного пятна возник цветок? Здесь все не так уж и просто.

**33**

Повторим опыт, но вместо воды используем раствор поваренной соли, который ты изготовил при растворении 1-2 шпателей поваренной соли в пробирке, наполовину наполненной водой. Сравни возникшие картины.

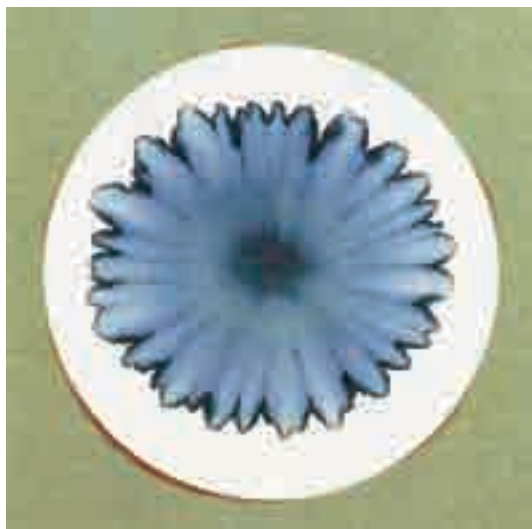
**34**

То же самое получается и с фломастерами, их красящие вещества создают похожие картины. Нарисуй с помощью фломастера цветное пятно диаметром 2 см по центру фильтровальной бумаги. «Развей» картинку далее, добавив воды или раствора поваренной соли.

### Профессор Пробениус объясняет:

Открыл эту «технику рисования» химик Ф. Ф. Рунге (1794 – 1867). Он выпустил в 1855 году целую книгу о «самостоятельно возникающих картинах».

На картинах Рунге красящие вещества путешествовали по наносимым каплям жидкости лучевидно в разные стороны. Иногда сам процесс перехода из одной стадии в другую был интереснее, нежели окончательный результат.



## Реакция на фильтровальной бумаге

До этого момента ты заставлял путешествовать красящие вещества, теперь мы хотим отправить в путешествие и вещества, которые раскрывают свои цвета лишь на фильтровальной бумаге.

**35** Помести на прямоугольные полоски фильтровальной бумаги 1 каплю раствора фенолфталеина и на расстоянии 3-4 см от нее нанеси с помощью пипетки 1 каплю раствора карбоната натрия. Естественно, тебе не разрешается пересекать эти два пятна друг с другом. Оставь бумагу сохнуть; сейчас нет ничего интересного, чтобы можно было бы понаблюдать. Ты должен однако запомнить, где находится капля карбоната натрия. Добавляй по каплям в эту каплю воду. Внезапно на бумаге возникнет маленькое красное пятно.  
**Раствор: A1.**

### Вопрос 10:

Можешь ли ты объяснить, как возникло красное пятно?

Опыт используется в качестве великолепного фокуса. Скажи своим зрителям, чтобы они прополоскали пипетку и дали тебе простой воды. Если они захотят дать тебе также и фильтровальной бумаги, то теперь уже нельзя будет терять времени.

**36** И, наконец, еще один замечательный эксперимент. Положи также изготовленный, как и в опыте с получением картин Рунге, фильтровальный лист округлой формы 7-8 см в диаметре на резьбовую крышку. Добавь 2 капли раствора сульфата аммония в центр листа. Теперь увеличивай пятно до 4-5 см, добавляя по капле раствор поваренной соли. Когда раствор поваренной соли полностью впитается, добавь в середину пятна каплю раствора карбоната натрия и в заключение каплю раствора гексаноферрата калия (II). Подожди немного, пока не впитаются растворы. Далее начни прибавлять по капле раствор поваренной соли. После второй или третьей капли внезапно возникнет голубое кольцо с зубцами, примерно как на рядом стоящей картине. **Раствор: A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

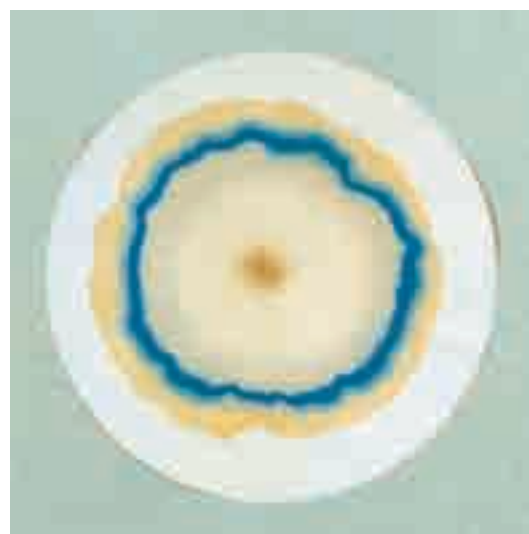
Картина берлинской лазури из сульфата аммония (III) и гексаноферрата калия (II) тебе уже известна. Ты также знаешь, что берлинская лазурь разлагается раствором карбоната натрия (опыт 13). Хотя большая часть сульфата аммония переносится на края раствором поваренной соли, оставшийся в центре остаток с помощью гексаноферрата калия дает четкое голубое окрашивание. С помощью возобновленного добавления раствора поваренной соли гексаноферрат калия также отправляется в путешествие на окраины, хотя и дальше чем карбонат натрия. Здесь, где уже больше нет необходимого количества карбоната натрия, беспрепятственно возникает картина берлинской лазури.

### Вопрос 11:

Опыт требует немного терпения и тонкого чутья. Иногда части голубого кольца бледнеют. Можешь ли ты ответить почему?



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
**Фенолфталеин** — легковоспламеняющееся.  
Примечания на стр. 8





## 8. Магические силы в действии

Опыты, которым ты научишься в этой главе, скорее относятся к области физики. Но физика и химия тесно взаимосвязаны: на каждом шагу химик сталкивается с физическими явлениями. Например, атмосферное давление, которое играет определенную роль при проведении многих работ в лаборатории, или поверхностное напряжение воды, которое оказывает сопротивление при промывании и может быть устранено с помощью мыла и моющего средства — продуктов химии. Начнем, пожалуй, с атмосферного давления.

### Атмосферное давление удерживает стаканы



- 37** Наполни пробирку до краев водой (лучше всего над раковиной) и закрой отверстие гладким кусочком картона или плотной бумаги. Надавливая на «крышку» у отверстия, поверни стакан. А сейчас отпусти крышку! Ты можешь повторить этот опыт с одним из других измерительных стаканов.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Здесь и речи нет о магической силе, которая удерживает стакан, все дело в атмосферном давлении. Оно сжимает крышку под наполненным водой сосудом, так что вода не может вылиться. Атмосферное давление может удерживать около 10 метров высокого водяного столба.

- 38** Наполни пластмассовую ванночку водой на 3 см и положи туда пробирку. Если ты слегка приподнимешь пробирку с ее закрытого конца, то она полостью наполнится водой. Подними пробирку, как показано на рисунке. И сейчас вода не выливается.

- 39** Протолкни конец трубочки под отверстие пробирки и осторожно подуй в другой конец трубочки. В пробирке начнут подниматься вверх водяные пузырьки, которые оттесняют воду к пробирке.



#### Профессор Пробениус объясняет:

Здесь также атмосферное давление позаботилось о том, чтобы вода не выливалась из пробирки. В этом случае оно прямо не влияет на отверстие пробирки, а идет окольной дорогой через воду в ванночке! В последнем опыте ты изучил метод, как химик может руководить газом «под водой».

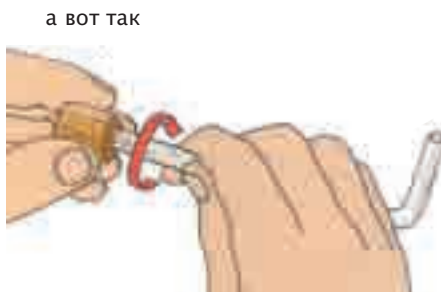


## Мини-огнетушитель

Для следующего опыта ты должен приготовить просверленную пробку с трубкой так, как это показано на рисунке.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Будь осторожен при обращении со стеклянной трубкой! Нельзя засовывать стеклянную трубку в пробку, ее нужно вкручивать. Держи ее так, как показано на рисунке, или попроси своих родителей помочь. Разбитые стеклянные трубки являются причиной неприятных резаных ран. При ранении обратись за первой помощью. Вкручивание пойдет намного легче, если натереть стеклянную трубку глицерином или растительным маслом. Жесткие пробки станут мягче, если подержать их в воде.



**40**

Положи в сухую пробирку 5-6 шпателей карбоната натрия и такое же количество гидросульфата натрия.

Следующие приемы должны быть выполнены с максимальной скоростью: наполни пробирку (лучше всего над раковиной) до верха водой и надень пробку со стеклянной крышкой. Жидкость с шипением движется из стеклянной трубки. Давление настолько сильное, что пробка может вылететь из пробирки. Поэтому одной рукой придерживай пробирку, а другой пробку. Не брызгай этой жидкостью никому в лицо, лучше всего слей ее в раковину. **A1**



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
**Гидросульфат натрия** —  
очень едкое.  
Инструкции на стр. 8

### Профессор Пробениус объясняет:

Здесь также имеет место давление газа. Из карбоната натрия и гидросульфата натрия после добавления воды появляется углекислый газ, уже знакомый тебе по минеральной воде. Очень быстро возникающее большое количество газа заставляет жидкость выплескиваться из стакана. По аналогичному принципу работали ранее употребляемые водные огнетушители.

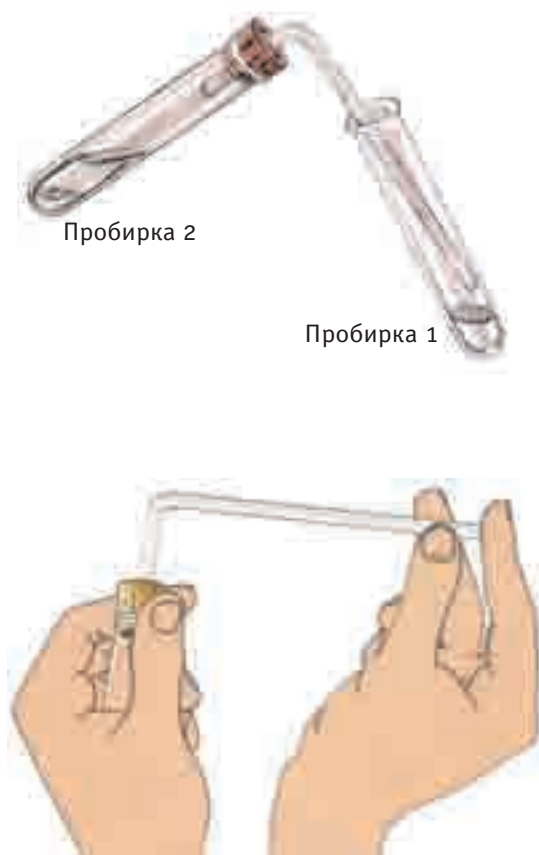


## Вода, что течет в гору

**41**

Положи в «пробирку 1» два шпателя карбоната натрия и добавь около двух см воды. Закрой пробирку резиновой пробкой и потряси (при этом надавливай большим пальцем на пробку). Сними пробку и поставь пробирку в штатив. Наполни ванночку водой на 2 см.

Вставь в просверленную пробку стеклянную трубку, как это показано на картинке. Смешай в сухой «пробирке 2» по два шпателя карбоната натрия и гидросульфата натрия. Добавь воды на уровне 2-3 см и как можно быстрее надень подготовленную пробку на пробирку. Длинную часть стеклянной трубки опусти в отложенную «пробирку 1», но трубка не должна погружаться в раствор карбоната натрия. Когда давление газа будет слабее, сними со второй пробирки пробку со стеклянной трубкой надень ее на «пробирку 1». Держи пробирку одной рукой, большим и указательным пальцами придерживай пробку, а указательным пальцем другой руки закрой отверстие стеклянной трубки. Потряси ее 10 – 15 секунд и не отрывая пальца от отверстия опусти в ванночку с водой. Только теперь убери палец от отверстия трубки.



### Профессор Пробениус объясняет:

В этом опыте раствор карбоната натрия в «пробирке 1» снова и снова «поглощает» углекислый газ, в результате чего в закрытой пробирке возникает давление ниже атмосферного. После открытия отверстия стеклянной трубки внешнее атмосферное давление вытесняет воду из ванны в пробирку. Но это выглядит так, как будто бы вода под воздействием волшебной силы течет в гору.

## Тепло расширяет тело

**42**

Это тебе определенно известно по термометру. Нагревание вызывает повышение уровня жидкости в термометре. Следующий инструмент также представляет собой определенный вид термометра.

Как и в предыдущих опытах, тебе понадобится пробирка с пробкой и стеклянная трубка. Наполни пробирку водой, чтобы нижний конец стеклянной трубки погрузился в нее на 1 см. Ты также можешь окрасить воду в красный с помощью растворов карбоната натрия и фенолфталеина. Обрати внимание, как высоко поднялась в трубку вода. Теперь обхвати рукой верхнюю часть пробирки. Вода поднимается вверх по трубке. На своем магическом представлении ты, конечно, можешь приписать это своей волшебной силе.



43

После того, как ты отпустишь пробирку, помести ее под точную холодную воду. Столб воды понизится, вплоть до исходного положения. Если стеклянная трубка опущена не очень глубоко, то при сильном охлаждении некоторые воздушные пузырьки искрятся сквозь воду.

#### Профессор Пробениус объясняет:

И опять магические силы здесь ни при чем. Это тепло твоей руки, которое заставляет подниматься воду в стеклянной трубке. Не только твердые и жидкие вещества расширяются при нагревании, но также и газы. Расширяющийся в верхней части пробирки воздух выдавливает, как углекислый газ в опыте 40, жидкость к пробирке, только не так бурно.

#### Вопрос 12:

Как ты объяснишь поведение термометра при охлаждении? (опыт 43)

#### Сухая опущенная монетка

44

Для этого опыта тебе понадобится крепко стоящая свеча высотой 3-4 см, конторская скрепка, маленькая пластмассовая ванночка и банка с крышкой и, конечно же, монетка. Положи монетку в ванну и налей столько воды, чтобы она полностью скрыла монетку. Скажи своим зрителям, что монетка будет принадлежать тому, кто сможет достать ее из ванночки, не намочив пальцы. Переливать воду в другой сосуд или наклонять ванночку нельзя.

Когда воцарится всеобщая растерянность, поставь в ванну свечку и на расстоянии 2 см от нее положи скрепку в воду. Зажги свечку и накрой ее банкой. Обрати внимание на то, что банка одним концом должна стоять на скрепке. Разве не чудесно? Вода всасывается в банку, свечка гаснет и монетка лежит на сухой поверхности. Ты счастливый победитель.



#### Профессор Пробениус объясняет:

В этом замечательном эксперименте играют роль и химические и физические процессы. Как ты узнаешь в дальнейшем, воздух представляет собой смесь, которая большей частью состоит из газа кислорода и азота. При горении свечи расходуется много кислорода, то есть часть воздуха «исчезает». Как в опыте 41, внешнее атмосферное давление перевешивает и выдавливает воду из ванны в банку. Охлаждение нагретого «остаточного воздуха» после погашения свечи тоже участвует в эффекте впитывания воды.

#### Внезапное окончание водяной горки

45

Поставь банку в ванну и наполни ее водой до краев. Медленно доливай воду из другой пробирки. Ты удивишься, как много воды может вместить себя банка, не позволяя воде вытекать. Теперь посмотри на банку со стороны. Водная поверхность поднялась куполом вверх. Это выглядит так, как будто вода обтянула сверху кожей, которая ее удерживает и не дает вылиться.

46

В то время пока ты наблюдаешь за банкой со стороны, добавь в водную поверхность каплю моющего средства. Водяная горка обрушится, и вода потечет через край.

#### Профессор Пробениус объясняет:

На поверхности воды царит напряжение, которое в действительности выполняет роль тонкой кожи, которая удерживает воду. Речь идет о поверхностном натяжении. Поверхностное натяжение влияет также на то, что малое количество воды принимает форму капли. Мыло и моющее средство снижают поверхностное натяжение, что очень важно для мытья (глава 24). Почему это так, я пока не могу тебе объяснить. Более подробная информация содержится в пособии «КОСМОС Химия С 3000».



## Гибель швейной иглы

**47**

Наполни тщательно вымытую ванночку водой и осторожно положи на поверхность воды швейную иглу. Не сдавайся, если у тебя не получится с первого раза. Швейная игла плавает на воде, хотя сталь, из которой она состоит, намного тяжелее воды. Если ты внимательно приглядишься, то заметишь, что игла немного тонет в воде. В действительности это выглядит так, как будто вода обладает кожей, которая не дает иголке утонуть.

**48**

Добавь в воду несколько капель мыльного раствора. В течение нескольких секунд иголка пойдет ко дну. Еще быстрее она утонет при добавлении капли используемых в хозяйстве моющих средств.

**49**

Лезвие для безопасной бритвы также плавает на воде и даже может выдержать определенный груз, например канцелярскую скрепку. Если ты добавишь в воду моющего средства или мыльный раствор, то можешь наблюдать, как снижается давление и натяжение поверхности воды все больше исчезает. В некоторых местах вода на поверхности стягивает лезвие, пока оно не утонет.

### Профессор Пробениус объясняет:

«Кожа» воды под весом иглы или лезвия для бритвы расширяется, но сохраняется. Из-за мыла и моющего средства в коже, так сказать, «образуются дыры» и она больше не может выдерживать наши «кораблики». Следующие 2 опыта также основываются на снятии поверхностного натяжения.

**50**

Положи в ванну, наполненную водой, маленькую ванночку с плавающими спичками. Если ты окунешь в середину ванночки намоченную в моющем средстве трубку, то спички-кораблики разбегутся от нее в разные стороны.

**51**

Сделай на коробке спичек прорез и засунь туда маленький кусочек мыла. Помести свой корабль в большую ванночку. В течение некоторого времени «мыльный мотор» будет двигать корабль вперед.



*Также и водомерка держится на воде с помощью поверхностного натяжения*

## 9. Огонь и его окраска

Я уже рассказывал тебе про алхимиков, прародителей современных химиков, которые в своих лабораториях пытались получить золото. Если ты согласишься на изображения таких «ведьминских кухонь», то поймешь, что огонь играет в них немаловажную роль. Там есть особые печи, на которых нагреваются странные пузатые колбы. Рядом всегда присутствует помощник, чтобы воздуходувными мехами раздувать огонь.

В современных химических лабораториях для нагревания чаще всего используются электроприборы. Но изредка мы все же работаем с открытым огнем, если речь идет, например, об изучении процесса горения или о распознавании определенных веществ по окраске огня.

### Опыты со свечой

Знаменитый английский химик и физик Майкл Фарадей написал целую книгу «Естественная история свечи». С помощью свечей ты можешь проводить интересные опыты. Свечи состоят из парафина, стеарина или пчелиного воска, так называемого «горючего». Парафин горит? Не сразу.



**52** Достань из небольшого кусочка свечки фитиль и попробуй теперь свечу зажечь. У тебя ничего не выйдет.

**53** Зажги свечу и посмотри на пламя! Оно всегда одинаково высоко?

**54** Задувай свечу. Еще несколько секунд в воздухе будут витать тонкие клубы дыма. Подержи горящую спичку на высоте около 1-2 см от фитиля в клубах дыма. Пламя перепрыгнет на фитиль, и свеча снова загорится, хоть ты и не задевал фитиль спичкой. Разве это не волшебство?

### Профессор Пробениус объясняет:

Твердая свечная масса не горит. Если ты дотронешься до нее горячей спичкой, она начнет плавиться, но не больше. Чтобы свеча горела, свечная масса должна не только плавиться, но и быть превращенной в газ. Это обеспечивает фитиль. В большинстве своем он состоит из хлопкового волокна, которое обладает впитывающим свойством. По такому фитилю свечная масса поднимается вверх, где потом в жару огня становится газом. Горит только свечной газ. По сути, свеча представляет собой маленькую газовую фабрику, на которой твердое вещество на ходу превращается в горючий газ.

Если ты зажжешь свечу, то находящаяся в фитиле свечная масса начнет плавиться под жаром спички и превратится в газ. В итоге свеча загорится. Однако содержащийся в фитиле запас горючего вещества быстро подходит к концу, поэтому через короткое время пламя будет уменьшаться. Тем временем, под воздействием жара огня, свечная масса вокруг фитиля расплавилась, накачивает повторная вспышка горючего вещества, и пламя снова увеличивается.

Волшебный трюк в последнем опыте ты сможешь объяснить таким же образом.

**Вопрос 13:** Почему тебе не обязательно касаться горячей спичкой фитиля свечи?

Тебе бы еще хотелось знать, что происходит при задувании свечи? Итак, задувание так сильно охлаждает область огня, что дальнейшее горение становится невозможным. Раз уж мы подошли к задуванию свечи, я научу тебя еще одному маленькому фокусу.





**55**

Поставь на стол круглую бутылку, а примерно в 10 см от нее горящую свечу. Скажи своим зрителям, что можешь задуть свечу сквозь бутылку. Набери больше воздуха в грудь, подуй на бутылку — свеча погаснет.

**56**

То, что все происходящее на этот раз также не имеет никакого отношения к волшебству, покажет следующий «контрольный» опыт. Заменяй бутылку на такого же размера широкую досочку или кусок картона. Теперь тебе не удастся так легко потушить свечу.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Конечно же ты не дуешь сквозь бутылку, твое дыхание проходит вокруг нее. Картинка показывает ход воздушного потока, вызванного твоим дыханием. При использовании доски или картона течение воздуха затрудняется, свеча стоит с так называемой подветренной стороны.

Я уже говорил тебе, что для горения свече необходим кислород. Как и любой другой огонь, свечу можно погасить, лишив ее доступа к кислороду. В следующем чудесном фокусе содержащийся в воздухе кислород будет вытеснен уже известным тебе углекислым газом, который не может поддерживать горение.



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
**Гидросульфат натрия** — очень едкое.  
Инструкции на стр. 8

**57**

Этот предварительный опыт ты проведешь без зрителей. Положи в сухую пробирку 4 шпателя карбоната натрия и 4 шпателя гидросульфата натрия. Подготовь банку с крышкой и вкрути ножку трубки в пробку, как показано на рисунке. Сейчас нужно снова действовать очень быстро. Добавь в пробирку воды до 4-5 см. Все пенится и шипит. Теперь быстро надень пробку и помести длинную часть трубки в банку. Если газ теперь выделяется не так активно, отложи пробирку в сторону и закрой наполненную газом банку крышкой. **Раствор: A1**

**58**

Перейдем собственно к «фокусу». Поставь в один из измерительных стаканов свечку высотой 1-2 см или еще лучше маленькую чайную свечку, и зажги ее скрученной бумажкой, или спичкой.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Обрати внимание, чтобы пламя не приближалось к стенкам стакана! Пластмасса этого не выдержит.

Покажи своим зрителям «пустую» банку с углекислым газом и объясни, что сейчас ты потушишь пламя свечи «волшебным воздухом». Произнеси заклинание и вылей углекислый газ в сосуд со свечей, как будто бы ты выливаешь жидкость. Свеча погаснет.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Фокус основывается на том, что углекислый газ тяжелее воздуха и поэтому его действительно можно вылить как жидкость. Так же, как вода, которую ты выливаешь в кастрюлю, вытесняет воздух из кастрюли, так и углекислый газ вытесняет воздух из сосуда со свечой. Как известно, без кислорода горение невозможно и ты сейчас понимаешь, почему углекислый газ использован для тушения огня. Углекислый газ уже известен тебе как элемент минеральной воды и выдыхаемого воздуха. В этот раз, как и в опыте 40, ты высвободил углекислый газ из карбоната натрия. В главе 15 мы более подробно займемся этим газом.



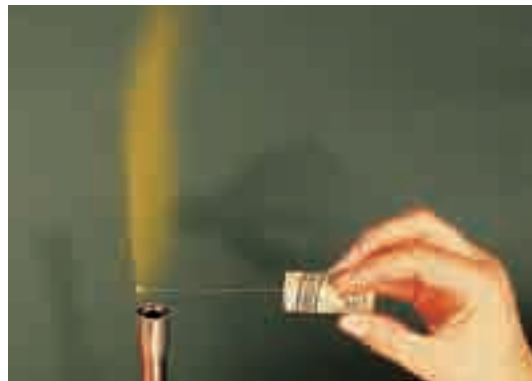
Карбонат натрия  
+ гидросульфат натрия



## Разноцветные огни

Роскошный фейерверк — это всегда увлекательное событие. Красные, голубые, зеленые и оранжевые светящиеся вспышки — вещества, которые при очень высокой температуре излучают разноцветный свет. Химик в лаборатории пользуется свойствами этих веществ в своих целях. Небольшое количество исследуемого вещества он помещает под газовое пламя и по окраске огня распознает, какие вещества может содержать исследуемый материал.

Если ты экспериментируешь с «Химией 2000», то следующие опыты ты можешь провести с помощью спиртовой горелки (обрати внимание на указания по использованию на странице 41). В ином случае тебе придется использовать прилагающуюся сухую спиртовку, которую ты зажжешь на жестяной крышке. Огни спиртовки имеют свою собственную четкую окраску, профессионалы же работают с одним из неярких газовым пламенем. Воткни несколько разогнутых скрепок в пробки, как показано на рисунке. Используй серебристо-серые, а не медные (красноватые) скрепки.



Окраска пламени соединениями натрия, кальция и меди

**59** На жестяной крышке смочи шпатель поваренной соли двумя каплями воды. Поднеси одну из разогнутых скрепок к огню, а потом в соляную кашу. Если ты теперь поднесешь скрепку с частичками соли к огню, то он окрасится в желто-оранжевый цвет.

**60** Повтори опыт с новой скрепкой, но вместо поваренной соли используй гидросульфат натрия или карбонат натрия. И снова ты получишь специфическую оранжевую окраску.

### Вопрос 14:

Какой вывод ты сделал из этого опыта?

### Профессор Пробениус объясняет:

Поваренная соль на языке химиков называется хлоридом натрия. Общий элемент всех трех исследуемых веществ, как видно из названия — это натрий. Натрий является внешне агрессивным легким металлом, однако в названных веществах он не проявляет эти свойства.

Это вообще очень типично для химии: если два или более веществ реагируют друг с другом, то возникают новые вещества, которые обладают совсем иными свойствами, чем исходные. Так как исходные вещества соединяются друг с другом, то возникающие вещества называют соединениями.

Заметим: Натриевые соединения всегда окрашивают пламя в желтый цвет. Так как многие другие химикалии содержат соединения натрия, то они соответственно также окрашивают пламя в характерный для натриевых соединений желтый цвет.

**61** Смешай шпатель гидроксида кальция со шпателем хлорида аммония и добавь 2 капли воды. Получившаяся каша пахнет аммиаком (опыт 15). Окунь новую скрепку в эту кашу и поддержи скрепку в огне спиртовки. Кирпичного цвета окраска огня указывает на кальций. **A2**

**62** Раствори в малом количестве воды на кончике шпателя сульфат меди и хлорид аммония. Окунь в эту смесь кончик скрепки и сделай пробу огня. Зеленая окраска свидетельствует о наличии меди. **A4**

**63** Нагрей в огне спиртовки медную проволоку, которая прилагается к нашему ящику с химическим оборудованием (Воткни проволоку в пробку, чтоб не обжечь пальцы). Окунь горячую проволоку в хлорид аммония и снова поддержи в огне спиртовки. Зеленая окраска говорит о содержании меди.

**64** Повтори предыдущий опыт с предметом из латуни, например болтом. Возьми испытуемый предмет лучше всего щипцами. Зеленая окраска скажет о наличии меди.



**Сухой спирт** — легковоспламеняющееся и опасно для здоровья

**Гидроксид кальция** — очень едкое.

**Хлорид аммония** — опасно для здоровья

**Сульфат меди** — опасно для здоровья и окружающей среды.

Указания на страницах 7-8



#### Профессор Пробениус объясняет:

В трех последних опытах из сульфата меди, то есть из меди, и хлорида аммония мы получали хлорид меди, который легко испаряется и окрашивает пламя в зеленый цвет. Латунь представляет собой смесь, про металлы специалисты говорят сплав, меди и цинка. Медь можно узнать по характерной зеленой окраске пламени, а цинк не оказывает никакого влияния на цвет огня.

#### При свете натрия все кошки серы

**65**

Вернемся еще раз к пламени натрия. Нарисуй на листе белой бумаги цветными фломастерами красные, голубые, светло-зеленые, желтые и оранжевые полосы шириной около 1 см. Зажги сухую спиртовку и полностью выключи свет в комнате, чтобы стало темно. Держи бумагу с цветными полосами за огнем. При бледном освещении цвета все равно хорошо различимы. Теперь поднеси скрепку с кашицей из поваренной соли в огонь. В желтом натриевом свете все полосы кажутся серыми или черными.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Солнечный свет, а также свет нормальной лампы накаливания содержит целую палитру цветов: от фиолетового, голубого, зеленого, желтого до красного.

#### Вопрос 15:

При каком природном явлении можно наблюдать разложение солнечного света на его цветные составные части?

Можно послать «белый» луч света сквозь треугольный отшлифованный стеклянный блок, так называемую призму, и получить такую же цветовую палитру. Физики говорят о цветовом спектре. Белое тело устроено так, что оно отражает все цвета. Черное тело, напротив, поглощает все цвета. Натриевое пламя излучает практически только желто-оранжевый свет, который поглощается всеми предметами других цветов, отчего они кажутся серыми или черными. При натриевом свете все кошки серы, вплоть до рыжих. Подобные наблюдения ты также можешь сделать в ночное время на улице, а именно там, где уличное освещение происходит от натриевых ламп. Если не вмешивается посторонний свет, тебе будет совсем не просто различить цвета припаркованных машин.



*Уличное освещение натриевой лампой*

## 10. Электричество на службе волшебников

Для многих молодых людей и девушек электротехника и электроника также захватывающе увлекательны как и химия. Возможно, ты уже проводил эксперименты с электро- и электроник-наборами. Современная химия почти немыслима без электротехники и электроники. Химики имеют дело не только со сложными электронными аппаратами и компьютерами, все химические эксперименты основываются, в сущности, на опытах с электричеством в структурных компонентах материи, атомов.

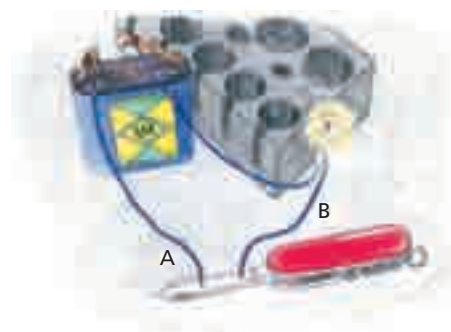
Далее речь пойдет о том, что я хотел тебе сообщить еще при первом знакомстве с химией. Я покажу тебе еще несколько интересных, отчасти ошеломляющих, экспериментов.

### «Хорошие» и «плохие» проводники

Для начала запасись устанавливающимися внутрь штативов для пробирок ламповыми патронами и винты лампочки, как это показано на картинке.



**66** Сконструируй из батареи от карманного фонаря, лампочек и соединительных проводов электрическую цепь (смотри иллюстрацию). Пока между А и Б нет связи, электрическая цепь разорвана, и лампочки не загораются. Прижми окончания проводков А и Б к куску металла, например, лезвию ножа: лампочка загорится. Сталь лезвия ножа — впрочем как и любой металл — проводит электрический ток. Другие материалы не проводят ток или же проводят в незначительных объемах, например, дерево, синтетический материал, стекло. Проведи в соответствии с полученной информацией опыты, заменив лезвие ножа деревом, стеклом и т.д.



**67** Закрепи на соединенных проволокой А и Б две полосы из алюминиевой фольги по сантиметру в ширину и опусти в мерный стакан, наполненный наполовину водой. Лампочка при этом не горит.

**68** Насыпь в воду 1-2 чайные ложки сахара. Лампочка до сих пор не горит: вода с сахаром также не проводит ток.

**69** Сполосни стакан из-под воды с сахаром, наполни его вновь и опусти соединенные проволокой с прикрепленной фольгой провода А и Б. Теперь насыпь 1-2 шпателя поваренной соли в воду и перемешай. Лампочка тлеет, это значит, что в цепи течет слабый ток.

**70** Однако проводником может быть не только поваренная соль. Повтори опыт с карбонатом натрия (внимание, действует как раздражитель. Указание на стр. 8!) или гидрокарбонатом натрия (пищевой содой). Также проводят электрический ток и растворы этих веществ. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

Хлорид натрия, карбонат натрия, гидрокарбонат натрия, а также хлорид аммония (нашатырь), сульфат меди и многие другие вещества состоят из ничтожно малых частичек, заряженных положительно и отрицательно. Такие вещества называются солями. Раствори одну из солей в воде, она распадется на положительно и отрицательно заряженные частицы. Теперь пропусти ток через раствор, положительно заряженные частички начали двигаться к отрицательному полюсу, а отрицательно заряженные наоборот; ведь ты знаешь, что противоположности притягиваются. Из-за этой «способности к путешествиям» электрически заряженные частички называют ионами (от греч. слова *ion* — «идти», «перемещаться»). Благодаря перемещающимся ионам электрическая цепь замыкается; они являются причиной проводимости электрического тока растворами солей.





## Соли разлагаются

Теперь рассмотрим более подробно, что же все-таки происходит, когда мы пропускаем электрический ток через соляные растворы.



**71** Сконструируй устройство для осуществления опыта как на рисунке слева. К положительному полюсу батареи присоедини угольный стержень. Как только электрическая цепь замкнется, вблизи обоих полюсов начали подниматься пузырьки газа. Уже некоторое время спустя ты сможешь почувствовать своеобразный запах, который возможно наведет тебя на мысль о бассейне: запах хлорки. Пропитай полоску фильтровальной бумаги красным растительным пигментом, например, соком краснокочанной капусты, соком черной смородины или бузины. Держи полоску напротив угольного стержня. Красящее вещество обесцветится. Хлор, который выделяется вблизи положительного полюса, это сильное отбеливающее средство. **A1**

### Профессор Пробениус предупреждает:

Хлор ядовит при вдыхании и раздражает глаза, кожу и органы дыхания. Неукоснительно соблюдайте количество, указанное в эксперименте! Проводи опыты на открытом воздухе или при открытых окнах! В случае недомоганий обратись к врачу (смотри пункт 3 об оказании первой помощи).

**72** Очисти мерный стаканчик и вновь заполни раствором поваренной соли, куда добавь несколько капель раствора фенолфталеина. Как только будет подан ток, раствор вблизи отрицательного полюса, провода с медной проволокой окрасятся в красный. **A1**

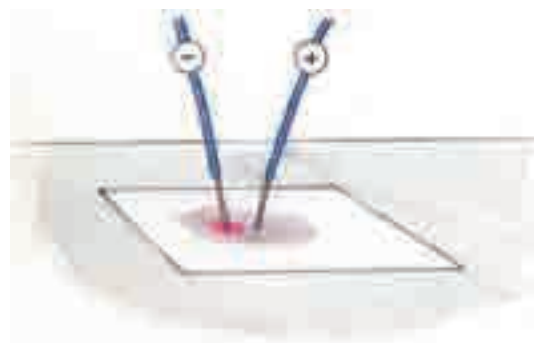
**Вопрос 16:**  
Что отсюда следует?

**73** В случае постоянного тока, и когда ты не знаешь, какой полюс отрицательный, а какой положительный, ты можешь установить это благодаря ранее проведенному опыту. Опустить промокательную бумагу в смесь растворов поваренной соли и фенолфталеина и оставить сохнуть. Тем самым ты получил индикаторную бумагу определения полюсов. Давай проведем ее испытание, возьми тестовую полоску, лишь слегка увлажненную, и поднеси к ней проводки различными полюсами (как на картинке слева) на расстоянии нескольких миллиметров. Под отрицательно заряженным полюсом бумага покраснеет. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

Поваренная соль (хлорид натрия) состоит из положительно заряженных ионов натрия и отрицательно заряженных ионов хлора. При включении тока ионы натрия перемещаются к отрицательному полюсу и образуют тут раствор едкого натра, который ведет себя как щелочь (окрашивание в красный фенолфталеина). Кроме того высвобождается водород, газ, с которым ты ранее познакомился (в главе 17). Отрицательно заряженные ионы хлора перемещаются к положительному полюсу, где образуют острый, едкий для обоняния хлорный газ. Поваренная соль разлагается. Такую реакцию разложения при действии тока называют электролизом. В химической промышленности электролиз поваренной соли играет немаловажную роль при изготовлении раствора едкого натра, хлора, соляной кислоты и многих других веществ.

**74** Добавь раствор сульфат меди в мерный стаканчик и соедини отрицательный полюс с угольным стержнем. Спустя некоторое время после подачи тока угольный стержень покроется темным, местами четко красно-коричневым слоем — медью! Вблизи положительного полюса начнут подниматься маленькие газовые пузырьки. **A4**



**Сульфат меди** — опасно для здоровья и окружающей среды.  
Указания на стр. 7





Электролиз раствора хлористого натрия в химической промышленности

### Профессор Пробениус объясняет:

Сульфат меди содержит положительно заряженные ионы меди, которые перемещаются к отрицательному полюсу и там происходит их преобразование в металлическую медь. Отрицательно заряженные ионы сульфата меди являются составляющими серной кислоты. Вблизи положительного полюса происходят более сложные процессы, при которых высвобождается кислород.

### Электрический ток из пробирки

В ходе твоих опытов с электролизом электрический ток привел к некоторым химическим изменениям (разложение поваренной соли или сульфата меди). Но ты можешь и наоборот получить электрический ток вследствие химических реакций. Уверен, твои зрители очень удивятся, когда ты скажешь им, что можешь вызвать электрический ток из пробирки.

**75**

Наполни пробирку водой на три четвертых и добавь 4 шпателя поваренной соли и 1 шпатель гидросульфат натрия. Своим зрителям можешь сказать, что речь идет лишь о воде. Соедини контакт от лампы с магниевой лентой, а другой контакт с медной проволокой. Опустим магниевую ленту и медную проволоку, чтобы они не соприкасались, в пробирку с солевым раствором. Вблизи магниевой ленты начинает образовываться газ. В то же время начинает загораться лампочка, но еще очень слабо. Вытащи магниевую ленту из раствора, она будет выглядеть сильно изъеденной. Если ты будешь проводить эксперимент очень долго, ленту разъест. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

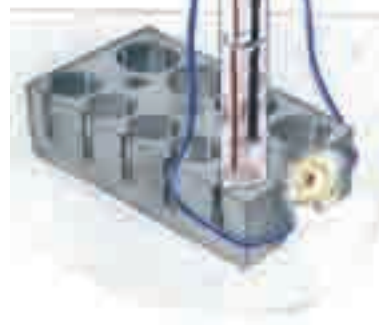
Опыт ошеломляюще прост, но процессы, которые в ходе него происходят, могут быть тебе еще не совсем понятны. Сейчас я расскажу тебе тайну: здесь речь идет о тех же реакциях, которые ты наблюдал с батареей от фонарика и миниатюрным аккумулятором. Прототипом этих аппаратов генерирования тока является названный итальянским физиком Алессандро Граф Вольта (1745 – 1825) элемент Вольта. Он состоит из цинковой и медной пластин, которые опускаются в разбавленную (разведенную) серную кислоту. В сравнении с медью немногие благородные металлы — в твоём опыте магний — распадаются при генерировании тока. При разделении неблагородных металлов высвобождается химическая энергия, преобразуемая в электрическую энергию.

Итак, это было лишь короткое путешествие в волшебную страну химии. Я надеюсь, что все получили массу впечатлений. С теми, кто проводил эксперименты с «Химией С 1000», я хочу попрощаться. Я благодарю за проявленный интерес и желаю успехов в следующих колдовских представлениях. Для тех, у кого есть продолжение книги «Химия С 2000», наше путешествие продолжается, но лишь после небольшой передышки. Пожалуйста, подумайте над тем, что мы говорили в начале, нам непременно понадобится денатурированный спирт для проведения дальнейших экспериментов!



Гидросульфат натрия — очень едкое.  
Инструкции на стр. 8

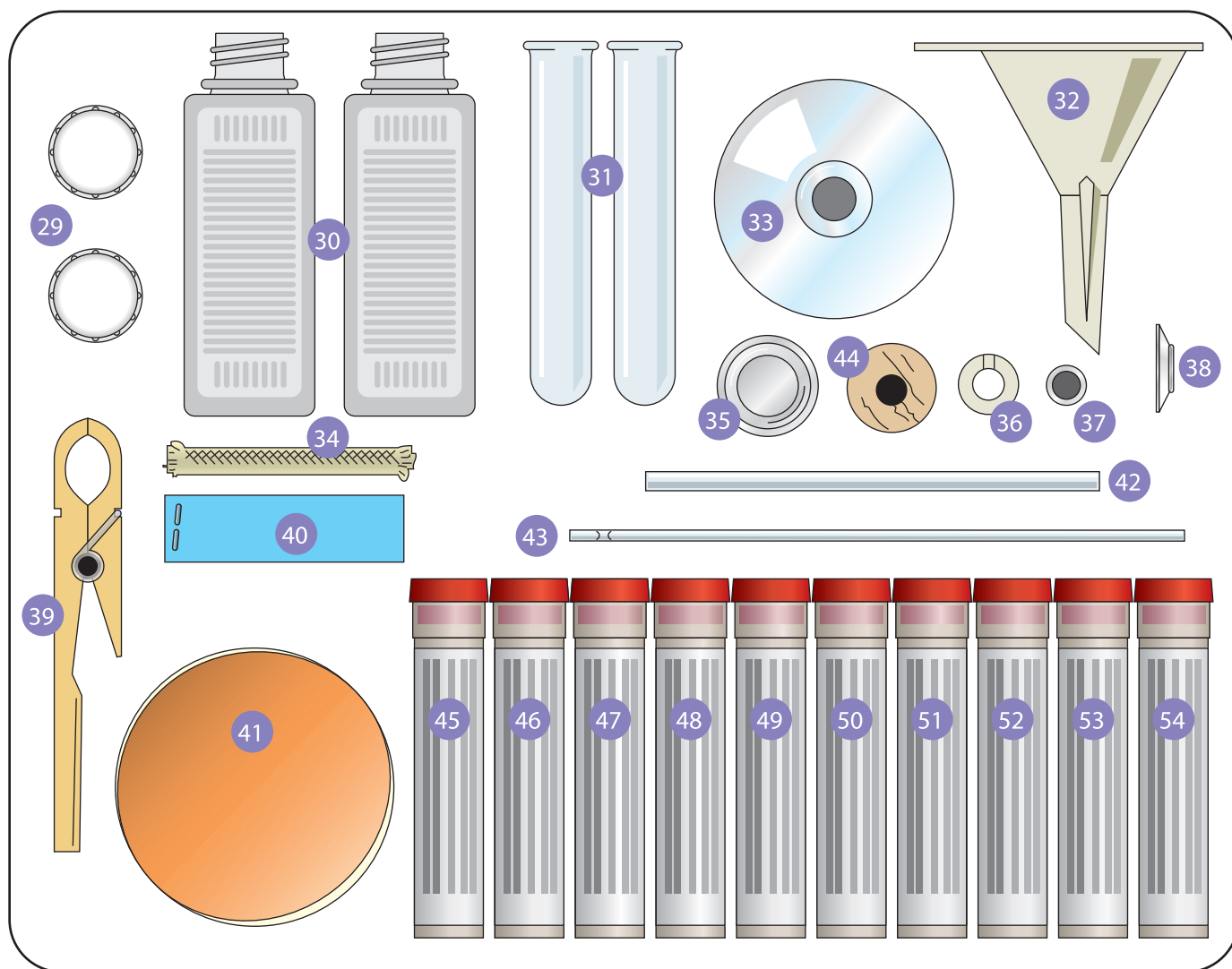
Медная проволока      Магниевая лента





# Часть 2

Эксперименты 76-251  
С 2000



№	Наименование	Артикул
29	Две резьбовые крышки .....	075088
30	Две пластиковые бутылки <sup>1</sup> .....	086298
31	Две пробирки .....	062118
32	Пластиковая воронка .....	086228
33	Спиртовка, нижняя часть .....	061117
34	Фитиль .....	051056
35	Колпак горелки .....	021797
36	Изолятор .....	048067
37	Подставка для фитиля .....	021777
38	Алюминиевый диск .....	021787
39	Держатель для пробирки .....	000026
40	Лакмусовая бумага, синяя .....	056026
41	Фильтровальная бумага .....	080156
42	Прямая стеклянная трубка .....	065188
43	Стержень для отвода пара .....	065458
44	Пробка с отверстием .....	071118
45	Гидроксид кальция .....	033432
46	Гидрокарбонат натрия (пищевая сода) .....	033532
47	Винная кислота .....	033472
48	Люмино-препарат (смесь люминола и сульфата натрия, 5%) .....	033482
49	Гексаноферрат калия (III) .....	033492
50	Сульфат кальция .....	033502
51	Хлорид аммония .....	033452
52	Сульфат меди (II) .....	033462
53	Железные опилки .....	033512
54	Смесь перманганата калия (перманганат калия и сульфат натрия, 1:2) .....	033522
	Без иллюстрации: лист с этикетками .....	440537

Пожалуйста, проконтролируйте, чтобы все обозначенные приборы и химикаты были в коробке

1) Одна бутылка для раствора перексид водорода (3%), другая – для хранения самостоятельно полученных растворов

## 11. Общая химия

Добро пожаловать во вторую часть нашей экскурсии в богатый разнообразиями мир химии! В первой части ты уже познакомился с серией замечательных фокусов. Однако ты также знаешь и то, что в химии нет никаких фокусов и что многие открытия объясняются естественным образом.

Для многих людей нет никакого различия между колдовством юных химиков с помощью нашего экспериментального набора и деятельностью профессиональных химиков в лабораториях. Для них химия — это тайна за семью печатями, поэтому она им чужда и непонятна и является чем-то, что никак не соотносится и не пересекается с простыми буднями.

Нет худшего заблуждения чем это, так как мы имеем дело с химией на каждом шагу. И не только с продуктами химической индустрии: клеящими, красящими веществами, синтетическими материалами, лекарствами и многим другим. Химические процессы окружают нас повсюду: начиная от ржавчины на твоём велосипеде и кончая брожением вина; от взрывов газа в моторе машины и до сложных процессов обмена веществ в нашем организме.

Ниже я покажу тебе простые опыты, которые происходят вокруг нас ежедневно. Ты увидишь, что многие реакции, которые ты считал волшебством, имеют вполне серьезные причины и объяснения. Ты сможешь узнать множество приемов и техник работы с химикатами; поэтому я хочу для начала представить твоему вниманию несколько новых приборов.



## 12. Новые приборы в «С 2000»

Я тебе уже сообщал ранее, что зачастую химики используют в своих лабораториях нагревание растворов. При нагревании проходят многие реакции. Например, энергия тепла важна, когда выпаривают соль из соляного раствора. В химических лабораториях используют электронагревательные приборы, а также горелку Бунзена, газовую горелку, названную в честь химика Роберта Вильгельма Бунзена (1811 – 1899).

### Спиртовка

Для проведения наших опытов будет достаточно спиртовки. Она состоит из нижней части (номер 33 в коробке), подставки для фитиля (номер 37/38), изолятора (номер 36), фитиля (номер 34) и крышки горелки (номер 35). На картине справа ты можешь увидеть, как соединяются друг с другом фитиль, подставка и изолятор. При заполнении горелки используй воронку (номер 32). Помни об уровне наполнения! Отныне используй приготовленную трубку для фитиля и сам фитиль для зажигания. Когда спирт поднялся по фитилю, ты можешь зажечь спиртовку с помощью спички или зажигалки.

Если хочешь затушить пламя, то используй крышку горелки. Внимание, следи за тем, чтобы спирт не заканчивался, иначе изолятор будет поврежден.



### Профессор Пробениус предупреждает:

Денатурированный спирт легко воспламеняется. Читай указания на стр. 7! Не заполняй спиртовку, пока она горячая, или же фитиль еще горит, или вблизи находятся другие источники огня. Не оставляй открытой бутылку с денатурированным спиртом. Храни ее на расстоянии от рабочего места. Пролитый спирт нужно тотчас же вытереть (используй тряпку, до этого не использовавшуюся).





## Кипячение воды по правилам

Ты считаешь, что кипячение не является искусством? Однако при кипячении воды необходимо соблюдать некоторые правила, держать пробирку под наклоном и так, чтобы она не была направлена на глаза.



**76** Наполни пробирку водой на 3 см в высоту. Чтобы при нагревании не обжечь пальцы, используй держатель для пробирки (номер 39). **Внимание, снаружи пробирка должна быть полностью сухой.** Держи пробирку как это показано на рисунке слева – под наклоном к огню и двигая туда-сюда. Почему отверстие пробирки не должно быть направлено на людей? Потому что часто на дне пробирки образуются пузырьки пара, которые могут быть извержены кипящей водой.

**77** Ты можешь легко избежать разбрызгивания, если будешь использовать стержень для отвода пара при кипячении (номер 43). Вставь его в пробирку с нагреваемой жидкостью. Вскоре вода начнет пениться с появлением пузырей, которые устремятся вверх.

Пробирку, в которой нагревалась жидкость, ты можешь охладить под струей воды. Пробирку, в которой находились твердые субстанции, можно нагревать до большей температуры; после охлаждения под струей воды они растрескаются. Оставь горячую пробирку остывать в подставке или же примени метод, описанный далее.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Ни в коем случае нельзя нагревать пробирку с резьбовой крышкой, состоящую из тонкого стекла. Существует опасность появления трещин.

## Стойка для пробирки

Стойка для пробирки состоит из больших и маленьких углублений, высверленных перпендикулярно и под наклоном, которые пригодны и для держателя пробирок. Ты можешь в этом случае во время охлаждения ставить пробирку или держатель с пробиркой вертикально или под наклоном, а также во время проведения опытов.

**Внимание!** Горизонтально закрепленные пробирки, в которых что-то нагревается, должны всегда иметь хотя бы небольшой наклон, иначе вода может вытечь. Дополнительные указания будут даны в инструкции к каждому опыту.

О других частях, которые будут использоваться со спиртовкой, мы расскажем позднее, по мере необходимости. Так, например, об использовании воронки и фильтра вы узнаете позднее, при проведении опыта 80.



## 13. Разделяем материалы

Ты уже знаешь, что под понятием «материал» химики понимают не только платяную ткань, но и все то, из чего состоят вещи. Материалы, которые встречаются тебе в повседневной жизни — вода, железо, сахар, поваренная соль, медь, поливинилхлорид, алюминий, этиловый спирт. Среди материалов, находящихся в твоём экспериментальном ящике, можно найти перманганат калия, карбонат натрия, винную кислоту, сульфат меди. Намного чаще этих однородных веществ встречаются их смеси. Так например молоко является смесью, в которой содержатся помимо прочего вода, жир, белок и сахар. То, что обозначают как «жир» и «белок», тоже являются смесью бесчисленных отдельных веществ. Или возьмем, к примеру, морскую воду, которая в основном состоит из воды и хлорида натрия (поваренной соли). Но в химии речь чаще всего заходит о том, чтобы отделить смеси веществ, то есть вывести, или как говорят специалисты — выделить из смеси отдельные вещества. В этой главе ты научишься тем методам, как выделять из смесей отдельные вещества.

### Сито из бумаги



Предметы из различных материалов

**78** Положи в пробирку 3-4 шпателя песка (не земли) и залей до половины водой. Хорошо потряси и поставь пробирку в штатив. Что ты видишь?

Правильный ответ: песок оседает на дно пробирки, над ним прозрачная жидкость. Если бы мы могли ее основательно исследовать, то мы бы установили, что это вода.

**79** В дальнейшем мы можем отделить воду и песок друг от друга, если осторожно перельем воду в другой сосуд. Под конец, если мы слегка наклоним пробирку вниз, то с водой перельется и немного песка. Несмотря на это, отделить воду от песка нам удалось.

**80** Более эффективное отделение ты можешь осуществить с помощью фильтрации. Для этого ты можешь использовать находящуюся в твоём экспериментальном ящике фильтровальную бумагу. Согни круглый фильтр (часть номер 41) так, как показано на рисунке. Ты получишь «колпачок», который состоит с одной стороны из одного слоя, а с другой стороны из трех слоев фильтровальной бумаги. Помести фильтровальный колпачок в воронку, и смочи водой так, чтобы фильтровальная бумага хорошо прилипла к стенкам воронки. Надень воронку на пробирку и вылей через фильтр смесь воды и песка. Капающая в пробирку прозрачная жидкость — это несомненно вода — называется фильтратом. Весь песок останется на фильтре.

**81** Положи в пробирку 3 шпателя поваренной соли, наполни пробирку до половины водой, закрой ее пробкой и хорошо потряси. Соль исчезла. Она полностью растворилась в воде. Попробуй капельку получившегося раствора. Он определенно соленый на вкус.

**82** Профильтруй раствор, как в опыте 80. На фильтре не останется видимого осадка. Капля фильтрата будет такой же соленой на вкус, как и не профильтрованный раствор.



### Вопрос 17:

Какой вывод ты можешь сделать из этих опытов?

### Профессор Пробениус объясняет:

Песок состоит из кристаллов кварца. Они не растворяются в воде и намного тяжелее ее, поэтому опускаются на дно. Они также слишком большие, чтобы просочиться через поры фильтровальной бумаги — фильтровальная бумага играет роль первоклассного сита.

По-другому происходит с поваренной солью и другими растворимыми веществами. Как ты уже знаешь из главы 10, соль распадается в воде на крошечные частицы — ионы. Ионы настолько малы, что фильтровальная бумага с ее первоклассными порами не пред-



На промышленных предприятиях получение осадка твердой соли происходит в больших кристаллизаторах

ставляет для них препятствия. Жидкости, в которых разделяются твердые вещества, называют растворами. Воду и соль нельзя разделить с помощью фильтрации.

### Маленькая неприятность на пляже

Предположим, во время пикника ты просыпал соль на песок. Теперь нечем посолить вареных яиц, а смешанная с песком соль неприятно скрипит на зубах. После пошлого опыта тебе не должно составить труда, отделить растворимую соль от нерастворимого песка. Однако для простоты проведем этот опыт в лабораторных условиях.

**83** Положи в пробирку 3 шпателя песка и 3 шпателя поваренной соли, залей пробирку до половины водой, хорошо потряси и профильтруй. Фильтрат — раствор поваренной соли — ты, конечно, не можешь посыпать на вареное яйцо для завтрака. Нам нужно провести еще одну операцию, чтобы выделить поваренную соль из раствора.

**84** Налей в пробирку соленой воды примерно на 1 см и поставь в нее кипятильник. Теперь закрепи пробирку в зажиме и осторожно проведи ей несколько раз над пламенем спиртовки. Постепенно вода начнет закипать. Достань из пробирки кипятильник и продолжай его нагревать. На нем останется тонкая белая корочка. Попробуй несколько крупинок — это поваренная соль. Проведенную операцию называют выпариванием. Во время пикника ты, конечно же, можешь выпарить соленый раствор в любом другом огнеустойчивом сосуде, нагрев его на костре.

### Искусство кофеварения

**85** Снова приготовь воронку со сложенной в форме кулечка фильтровальной бумагой и надень ее на пустую пробирку. Наполни фильтр молотым зерновым кофе и заливай в мелко смолотый кофе горячую воду маленькими порциями. В пробирку будет капать ароматная, коричневая жидкость: фильтрованный кофе. Сейчас ты наблюдаешь уменьшенную копию процесса приготовления кофе. Горячая вода содержит красящие и ароматические вещества, которые отделяют из молотого кофе бодрящий кофеин и другие ценные элементы. В фильтре останется кофейная гуща.

**86** Повтори предыдущий опыт, но вместо молотого зернового кофе возьми растворимый Nescafe или подобный. В этот раз в фильтре не останется кофейной гущи. Кофе подобного рода содержат только растворимые элементы и поэтому может сразу быть заварен в чашке.

### Кристаллы в пробирке

В опыте 84 ты отделил воду от соленого раствора с помощью выпаривания. Осталась только мелкозернистая соль. Каждое зернышко соли — это маленький кристалл. Более крупные кристаллы ты можешь получить, если запасешься терпением и подождешь, пока вода испарится.

**87** Наполни половину пробирки водой и добавляй в нее поваренную соль до тех пор, пока в пробирке ничего уже не будет растворяться. От этого раствора перелей немного в другую пробирку, около 2-х см, и нагревай несколько минут. Перелей раствор в плоскую чашку (подставку для цветочного горшка) и подожди 1-2 дня. После этого внимательно присмотри к чашке. Жидкость испарилась, осталось много маленьких кубических кристаллов поваренной соли. Посмотри на них через лупу!



Сульфат меди образует кристаллы, напоминающие по форме параллелограмм





**Сульфат меди** — опасно для здоровья и окружающей среды.  
**Хлорид аммония** — опасно для здоровья.  
 Указания на стр. 7

**88** Раствори в наполненной водой пробирке немного голубого сульфата меди. Далее действуй так же, как и в предыдущем опыте. Сульфат меди также кристаллизуется после длительного стояния. Если посмотреть на кристаллы сверху, то по своей форме они напоминают маленькие параллелограммы. По крайней мере четырехугольники с параллельными сторонами математики так называют именно так. Ты можешь использовать их и для других опытов. **Раствор А4**

**89** Соль, которая особенно легко растворяется в воде — это хлорид аммония. В пробирку, наполненную на 1-2 см водой, добавь 2 шпателя соли и потряси. Соль исчезла. Добавь такое же количество хлорида аммония и снова потряси. Возможно, эта порция соли тоже растворится. Продолжай добавлять хлорид аммония, пока он не перестанет растворяться после основательной встряски. Нагрей раствор на спиртовке. Сейчас растворится даже нерастворенный остаток соли.

**90** Остуди пробирку под проточной холодной водой. Неожиданно появятся белые кристаллы! Хлорид аммония снова здесь!

**91** Если у тебя есть микроскоп, пусть даже самой простой модели, то ты сможешь пристальнее понаблюдать за кристаллами хлорида аммония. Снова нагрей пробирку с кристаллами хлорида аммония, пока в ней все не растворится. Помести немного теплого раствора на предметное стекло и сразу же посмотри на него через микроскоп. Ты узнаешь кристаллы, похожие на ледяные узоры зимой на окнах, и даже сможешь понаблюдать их рост. **А1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Если провести выпаривание соленого раствора из воды, то маленькие частички соли — ионы — соединятся вместе. При этом форма кристалла зависит от соответствующих ионов: ионы натрия и хлора в поваренной соли расположены в кристалле именно так, как показано на рисунке. Можно хорошо себе представить, что такое расположение выявляет шестигранные кристаллы. Сульфат меди не так прост. Однако характерная форма кристаллов сульфата меди также зависит от расположения ионов.

Множество солей, например хлорид аммония, легче растворимы при высокой температуре, чем при комнатной. Потому с помощью нагревания ты можешь растворить еще не растворенные вещества (опыт 89). Если ты охладишь горячий раствор, отделится также много хлорида аммония, сколько растворилось при нагревании, и снова в форме кристалла (опыт 90).



*Кристаллы поваренной соли (хлорида натрия). Схема показывает расположение ионов: ионы натрия серые, хлорида — зеленые.*

#### Химически чистая вода

Из опытов 84 и 87 ты получил соль из соленой воды, при этом вода испарилась. А если нам нужна вовсе не соль, а вода? Как можно отделить воду от соли? С помощью фильтрования это не получится, ты уже знаешь. Поэтому нужно действовать иначе.

**92** Расположи необходимое для опыта оборудование так, как показано на рисунке. Будь осторожен при вкручивании стеклянной трубки в пробку! Обрати внимание на указания в опыте 40! Длинную часть стеклянной трубки опусти в пустую высушенную пробирку, которая для охлаждения стоит в банке с холодной водой. Зажим для пробирки воткнут в косое отверстие штатива. Медленно поводи зажженной спиртовкой под пробиркой с соленой водой. Так ты можешь избежать того, что соленая вода слишком сильно закипит и польется в стеклянную трубку. Через некоторое время из трубки пойдет пар. В это же время во вторую пробирку начнет капать прозрачная жидкость. Попробуй ее. На вкус она пресная, то есть не имеет вообще никакого вкуса. Во всяком случае — не соленая.



### Профессор Пробениус предупреждает:

Прежде чем ты потушишь огонь, обязательно вынь длинную часть трубки из пробирки.

### Вопрос 18: Ты знаешь, зачем нужно так сделать?

#### Профессор Пробениус объясняет:

При нагревании раствора соли часть воды испарилась. Водяной пар по стеклянной трубке устремляется в охлажденную пробирку и там вновь превращается в воду. Соль, наоборот, остается в пробирке. Такой процесс называют дистилляцией, а полученную воду — дистиллированной. В каждой кастрюле с супом происходят такие дистилляционные процессы. Попробуй как-нибудь капли с крышки кастрюли: они безвкусны, даже если суп уже посолили. Вода на крышке кастрюли — это дистиллированная вода.

Xi



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Инструкции на стр. 8

**93**

Таким способом ты можешь освободить воду и от других примесей. Повтори дистилляцию с раствором карбоната натрия (самый кончик шпателя на 5 см воды), который ты предварительно окрасил в красный с помощью нескольких капель раствора фенолфталеина. Капающая в охлажденную пробирку жидкость, называемая дистиллятом, абсолютно бесцветна. **A1**

**94**

Еще впечатляющей является дистилляция так называемого «грязевого соуса», который ты изобразишь из воды, чернил, земли и угольного порошка. И в этом случае ты получишь бесцветный дистиллят — дистиллированную воду. **A1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Как ты думаешь: вода из-под крана абсолютно чиста? Нет, и питьевая вода не полностью свободна от примесей минеральных солей, которые вода усваивает во время своего путешествия по разным слоям земли. Если содержание минеральных веществ в воде невелико, то воду называют «мягкой», если наоборот — «жесткой». Жесткая вода мешает при стрике и приводит к накоплению вредных отложений в отопительных приборах, стиральных машинах, аккумуляторах и паровых утюгах. Поэтому для некоторых целей нужна дистиллированная вода, или же воду нужно смягчить (глава 24).

Сегодня для опреснения воды существуют методы, которые требуют меньше энергетических затрат, чем дистилляция. Ты, возможно, спросишь себя: почему минеральные соли не удаляют из питьевой воды. Это было бы нецелесообразно, так как эти соли являются для нас жизненно важными. Все имеет две стороны, это правило действует и для минеральных солей в воде.



## 14. Кислоты и их противники

Кислоты встречаются нам в повседневной жизни на каждом шагу. Домохозяйки для того, чтобы придать какому-либо блюду кисловатый вкус, используют уксус и лимонный сок. Основные элементы этих средств придания кислоты — это уксусная кислота и лимонная кислота. Если ты откусишь от неспелого яблока, то поймешь, что и фрукты содержат кислоты. Составной частью многих лимонадов является средство подкисления Е 338, в котором спрятана фосфорная кислота. Соляную кислоту, одну из важнейших химикалий в лаборатории, производит также наш желудок. Аккумулятор в автомобиле не будет работать без серной кислоты. Ты также знаешь, что кислоты являются причиной серьезных проблем в окружающей среде, например кислотного дождя, который является одной из главных причин вымирания леса.

«Противники» кислот — щелочи — вызывают не так много разговоров, однако это не делает их менее важными, так как они могут сделать кислоты безвредными.

### Лакмус — растительный краситель

Название «кислоты» происходит от слова «кислый». То, что уксус и лимонный сок кислые на вкус, тебе определенно известно. Однако не всегда целесообразно пробовать вещества на вкус, поэтому для опознания кислот химики используют подходящие средства, которые бы распознали кислоты. Одно такое средство ты уже знаешь: это раствор фенолфталеина.

В дальнейшем для выслеживания кислот мы будем использовать голубую лакмусовую бумагу. Полоски бумаги пропитаны красителем, который добывают из определенных растений. Разорви одну полоску и положи ее на крышку.

**95**

С помощью пипетки нанеси дну каплю уксуса на лакмусовую полоску. Появится красное пятно.

**96**

Повтори опыт с каплей лимонного сока.

**97**

Тот факт, что незрелое кислое яблоко содержит кислоты, уже не удивителен. А как же обстоит дело со спелым яблоком? Выжми небольшой кусок яблока на лакмусовую полоску!

### Важные кислоты в лаборатории

#### Профессор Пробениус объясняет:

Лакмус является средством распознавания кислот. Кислоты окисляют лакмусовый краситель в красный. Лакмусовая бумага указывает на кислоты и в том случае, когда мы не всегда можем положиться на наш вкус. Яблоко и другие фрукты содержат кислоты, однако вкус этих фруктов, когда они спелые, перекрывается сладким вкусом сахара. То, что сахар не оказывает влияния на кислотные реакции, покажет следующий опыт.

**98**

Наполни 2 пробирки водой, каждую до 5 см, и добавь 5 капель уксуса. Кроме того, в одной из пробирок раствори чайную ложку сахара и потряси. Сделай пробу лакмусовыми бумажками в обеих пробирках.

**99**

Летом, особенно при очень жаркой погоде, может произойти так, что молоко вдруг станет кислым (в том случае, если речь не идет о гомогенизированном молоке). С помощью лакмусовой бумаги ты можешь проверить, что молоко действительно скисло. Бумага окрасится в красный прежде, чем ты попробуешь молоко на вкус. Если ты вовремя проведешь лакмусовое тестирование, то еще успеешь спасти молоко. Ты должен будешь быстрее его вскипятить.



Слева направо: уксусная кислота, соляная кислота, азотная кислота



### Профессор Пробениус объясняет:

Тот факт, что молоко скисает, основывается на превращении лактозы (молочного сахара) в молочную кислоту. В этом химическом процессе участвуют лактобациллы. Во время варки бактерии гибнут. При низких температурах процесс скисания замедляется, поэтому в холодильнике молоко остается свежим несколько дней.

### Кислоты в форме кристаллов

Среди твоих химикатов находится состоящая из бесцветных кристаллов винная кислота. В следующем опыте ты проведешь безопасную пробу на вкус, соблюдая все мо инструкции



**Винная кислота** — раздражающее.  
**Гидросульфат натрия** — едкое.  
Указания на странице 8



**100** Раствори в пробирке, наполненной водой до 4-5 см, винную кислоту (на кончике шпателя) и капни одну (всего одну!) каплю на язык. Раствор определенно кислый на вкус. **A1**

**101** Помести 1 шпатель винной кислот на чистый лист бумаги и подержи лакмусовую полоску на кристаллы. От красного цвета не останется и следа! Капни немного воды на кристаллы винной кислоты и снова протестируй лакмусовой бумагой. На этот раз она окрасится в красный. **A1**

**102** Повтори предыдущий опыт с гидросульфатом натрия. И здесь красная окраска появится только после добавления воды. **A2**

### Профессор Пробениус объясняет:

Есть целый ряд «крепких» кислот: кроме винной кислоты это уже известная тебе лимонная кислота, содержащаяся в лимонном соке. Как показали два последних опыта, в красный лакмусовые полоски окрашивают только водные растворы. Раствор гидросульфата натрия реагирует так же.

### Щелочи в лаборатории и домашнем хозяйстве

Сейчас мы переходим к противникам кислот. К ним помимо всего прочего относятся гидроксид кальция и карбонат натрия, 2 вещества, которые тебе уже знакомы из главы 4. Там мы обозначили их как щелочи, которые вступают в щелочные реакции. Раз щелочи являются противниками кислот, то и кислоты, соответственно, тоже противники щелочей. Ты можешь проследить это особенно хорошо по их реакции на раствор фенолфталеина. Щелочи окрашивают фенолфталеин в красный, а кислоты этот цвет ликвидируют. Как же ведут себя щелочи по отношению к лакмусовой бумаге?

**103** Приготовь немного известковой воды. В опыте 6 ты отлил прозрачный раствор от нерастворимого гидроксида кальция. Так как ты уже немного разбираешься в фильтрации, изготовление известковой воды пойдет намного быстрее. **A1**

**104** Окрась голубую лакмусовую полоску с помощью уксуса в красный и смой водой излишние кислоты. С помощью круглого конца кипятыльника или с помощью пипетки добавь 1 каплю известковой воды на лакмусовую бумагу. Она сильно окрасится в голубой. **A1**

**105** Раствори на кончике шпателя карбонат натрия в небольшом количестве воды и проведи пробу на лакмусовой полоске. **A1**



**Гидроксид кальция** — едкое.  
**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Примечания на стр. 7/8

### Профессор Пробениус объясняет:

Щелочи окрашивают красную лакмусовую бумагу в голубой цвет. Собственный цвет лакмусового раствора — фиолетовый. При изготовлении голубой лакмусовой бумаги к красителю добавляют немного щелочи. Есть также красная лакмусовая бумага, при изготовлении которой добавляют кислоты. Однако ты сам можешь изготовить красную лакмусовую бумагу, как в опыте 104, или использовать лакмусовые полоски, получившиеся после проверки на наличие кислоты.

Из-за своих щелочных свойств известковую воду также называют калийной щелочью. Щелочное воздействие раствора карбоната натрия можно объяснить так, что при растворении карбоната натрия возникает раствор едкого натра. Раствор едкого натра является важнейшей щелочью в лаборатории. В следующем опыте ты сможешь изготовить немного разбавленный раствор едкого натра.

**106** Смешай в пробирке 1 шпатель карбонат натрия с 2 шпателями гидроксида кальция. Добавь воды до 3-4 см, закрой пробирку пробкой и потряси. Потом профильтруй. Фильтрат состоит из разбавленного раствора едкого натра.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Даже разбавленный, самостоятельно изготовленный раствор едкого натра может вызвать раздражение. При попадании в глаза немедленно промой их водой и проконсультируйся с врачом. При работе надевай защитные перчатки и очки. При травме или недомогании сразу же обратись к врачу!

**107** Протестируй самостоятельно изготовленный раствор едкого натра красной лакмусовой бумагой. **A2**

**108** Разбавь свой раствор едкого натра примерно в 5 раз водой и добавь 1 каплю раствора фенолфталеина. **A1**

**109** Разотри одну каплю раствора едкого натра между большим и указательным пальцем. Ощущение мыльного, слизистого типично для щелочей. Раствор карбоната натрия также показывает такое явление, только слабее. Сразу же после теста вымой руки!

**110** При слове «щелочь» не химики скорее всего в первую очередь думают о мыльной пене. Протестируй мыльную воду красной лакмусовой бумагой или раствором фенолфталеина. Проведи также тест на «скользкость».

### Профессор Пробениус объясняет:

При растворении мыла в воде, также как и при растворении карбоната натрия, возникает раствор едкого натра, отчего мыльная вода имеет щелочную реакцию.

### Соревнование между кислотами и щелочами

Если смешать кислоту и щелочь, их воздействие полностью или частично ликвидируется. Это как при перетягивании каната: команда «Кислоты» тянет в одну сторону, команда «Щелочи» в другую. Если перевес на стороне одной из команд, то она более или менее перетягивает на свою территории другую команду. Если команды равны по силе, то канат не движется.

То же самое с кислотами и щелочами. При определенном смешении щелочные и кислотные влияния полностью ликвидируются. Раствор в таком случае ни щелочной и ни кислотный, он «нейтральный», то есть не содержит ни кислот, ни щелочей. В точности достичь «нейтральной точки» не получается. Перевес кислот или щелочей можно удержать недолго, если рядом есть средство, которое может доказать этот перевес. Лучше всего для этого подойдет наш раствор фенолфта-



леина. Уже от одной капли щелочи он окрасится в красный. И также необходимо внешне малое количество кислоты, чтобы устранить красный щелочной оттенок.

**111** Наполни половину пробирки известковой водой и окрась ее в красный двумя каплями раствора фенолфталеина. Теперь пипеткой добавь уксуса. После каждого добавления уксуса слегка потряси пробирку. Красный окрас исчезнет сперва в нескольких местах, прежде всего на месте попадания уксуса. Если перемешать более тщательно, то раствор снова станет полностью красным.

#### Вопрос 19:

Как ты объяснишь эти явления?

Незадолго до достижения цели красный цвет посветлеет до розового. В конце концов, достаточно одной единственной капли уксуса, чтобы полностью убрать окраску раствора. Сейчас щелочной известковый раствор полностью «нейтрализован» с помощью уксусной кислоты. **A1**

**112** Теперь перевернем ситуацию и нейтрализуем щелочи и кислоты. Для этого тебе нужно изготовить раствор едкого натра, как написано в опыте 106. Выдави пол-лимона и профильтруй сок. Наполни лимонным соком 1 см банки, залей банку до половины водой и добавь 2 капли раствора фенолфталеина. С помощью пипетки добавь самостоятельно изготовленный раствор едкого натра. Теперь при каждом добавлении щелочи возникают красные облака, которые исчезают при перемешивании.

#### Вопрос 20:

У тебя есть объяснение этой игре цветов?

Чтобы цвет исчез, нужно подождать некоторое время. Теперь внимательно слушай: в конце концов, капли щелочи достаточно, чтобы вызвать прочную красную или розовую окраску.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Только что проведенные опыты по нейтрализации не являются лишь милой игрой. Если есть щелочь (или кислота) определенного содержания, то из расхода щелочи (или кислоты) можно вычислить ее количество, содержащееся в исследуемом растворе. Такое определение содержания день за днем проводится в промышленных лабораториях и исследовательских учреждениях.



## 15. Двуокись углерода — наш «старый знакомый»

Ты познакомился с этим веществом еще при проведении своих первых экспериментов, это была движущая сила построенного тобой химического фонтана и магический воздух, с помощью которого ты смог затушить пламя свечи. Ты также уже знаешь, что двуокись углерода содержится в минеральной воде. Для проведения следующих опытов тебе как раз и понадобится свежая минеральная вода. В том случае, если у вас дома есть вот такой же аппарат, как на картинке справа, то можно самим получить минеральную воду, необходимую для проведения экспериментов. Большой патрон в задней части аппарата содержит двуокись углерода, причем в жидкой форме. Газ можно спрессовать под большим давлением, так что он перейдет в жидкообразную форму, и будет занимать очень маленькое пространство. При открывании вентили двуокись углерода вновь перейдет в газообразную форму и «забьет ключом» через воду в бутылку. Таким образом, часть двуокиси углерода отделится, и мы получим смесь газа и воды — минеральную воду. Можно и другим способом. Следующий эксперимент покажет, что барботирующий газ (из минеральной воды) также «не боится тяжелой работы».



Используемый в домашнем хозяйстве прибор для производства минеральной воды

### Газ, в котором растворяется мрамор

В опытах 7 и 8 ты уже превращал воду с помощью минерального источника или соответственно воздух в «волшебное молоко». Трюк состоял в том, что речь шла не о простой воде, а об известковой и что никакого молока, конечно, не возникает. Вместо него мы видим лишь осадок: содержащийся в воде порошок состоит из схожих с молоком частиц. Известковая вода это способ определения двуокиси углерода. Необходимо ввести в известковую воду газ и тогда появится белый осадок, который можно с большой вероятностью принять за содержащий двуокись углерода.

**113** Теперь произведем опыт как в профессиональной лаборатории над осадком двуокиси углерода. Наполни пробирку на две трети минеральной водой (свежей, не «выдохшейся») и закрой пробкой с вкрученной через нее угловой трубкой. Опусти другой конец трубки во вторую пробирку, наполненную известковой водой на 3-4 см в высоту. Легко потряси пробирку с минеральной водой взад и вперед. Вспенятся пузырьки газа при смешении с известковой водой, и образуется белый осадок карбонат кальция.

**114** Медленно вливай в пробирку, заполненную на 3-4 см в высоту известковой водой, минеральную воду. Как и в опыте 7, возникнет белый осадок, «волшебное молоко». **A1**

**115** Если ты продолжишь вливание минеральной добавки — спокойно и в одном темпе, то осадок станет «тоньше» и в конце концов совсем исчезнет. **A1**

**116** Если у тебя нет никаких проблем с дыханием, то можешь продолжить опыт 8 до тех пор, пока помутнение не исчезнет. **A1**



### Вопрос 21:

Какой ты сделал вывод из последних двух экспериментов?

### Профессор Пробениус объясняет:

Естественно, что осадок, возникающий при определении двуокиси углерода, не исчезает окончательно. В химии ничего не исчезает бесследно. Просто большая часть нерастворимого (и поэтому видимого для глаза) карбонат натрия преобразуется в растворимый раствор невидимого вещества благодаря дальнейшему добавлению двуокиси углерода: осадок преобразуется в гидрокарбонат кальция.





В сталактитовой пещере из жесткой воды отделяется (выпадает в осадок) нерастворимый карбонат кальция, который образует под землей свешивающиеся вниз сталактиты причудливых форм.



**Фенолфталеин** — легковоспламеняющийся  
Примечания на стр. 8

Гидрокарбонат кальция ответственен в первую очередь за жесткость воды, о которой я тебе рассказывал в главе 13. Возможно, ты спросишь, как этот раствор попадает в питьевую воду? Капли дождя просачиваются через грунт, и там растворяют камни, содержащие карбонат кальция. Так возникает водорастворимый гидрокарбонат кальция. Поэтому вода в богатых известью районах особенно жестка.

Впрочем, твердый мрамор также химически не отличается по своим свойствам от карбоната кальция, и поэтому растворим в воде, содержащей диоксид углерода. Конечно, диоксид углерода с мрамором тяжелее, чем с осадком карбоната кальция. Кусочки мрамора почти не растворяются в минеральной воде. Однако если хорошо измельченный мраморный порошок смешивается с водой, содержащей диоксид углерода, то может образоваться жесткая вода.

Когда минеральная вода испаряется, она выпускает пузырьки диоксида углерода и становится безвкусной. Особенно быстро минеральная вода «теряет» заветный диоксид углерода, когда ты ее нагреваешь.

**117** Налей в пробирку на 4-5 см в высоту свежей минеральной воды и брось внутрь голубую полоску лакмусовой бумаги. Полоска окрасится в красный — такова реакция на кислоту.

#### Вопрос 22:

Знаешь ли ты, о какой кислоте идет речь?

**118** Помести кипятыльник в пробирку и нагревай минеральную воду несколько минут. Красный цвет лакмусовой бумаги вновь приобретет голубой окрас.

**119** Теперь ты можешь немного поколдовать и прозрачную жидкость окрасить в красный путем нагревания. Добавь в пробирку на 4-5 см в высоту минеральной воды и немного карбоната натрия, а также 3 капли раствора фенолфталеина. Вставь кипятыльник и нагревай бесцветную жидкость. Спустя 1-2 минуты содержимое пробирки окрасится сначала в розовый, а затем в красный. **A1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Естественно, ты уже знаешь: кислая реакция минеральной воды вызывается двуокисью углерода, который образовывается из смеси диоксида углерода с водой. Однако в горячей воде содержание диоксида углерода меньше, чем в холодной. При нагревании минеральной воды диоксид углерода улетучивается и поэтому двуокиси углерода также становится меньше. В опыте 118 раствор при нагревании реагировал почти нейтрально: он окрашивал лакмусовую бумагу в фиолетово-голубой. В опыте 119 незначительное количество карбоната натрия «позаботилось» об изменении окраски воды в красный после того как частично испарился диоксид углерода.

#### Сода и питьевая сода (двууглекислый натрий)

Сода — народное обозначение карбоната натрия, с которым ты уже имел дело в предыдущих экспериментах. Раствор карбоната натрия реагирует как щелочь, и окрашивает красную лакмусовую бумагу в голубой, а бесцветный фенолфталеин в красный. Ты также уже получал ранее диоксид углерода из карбоната натрия и кислоты, например, в эксперименте с химическим фонтаном. Однако нужно убедиться, действительно ли полученный газ — диоксид углерода.

120

Добавь в пробирку 2 шпателя карбонат натрия. Другую пробирку наполни на 4 см в высоту известковой водой и приготовь просверленную пробку с вставленной в нее угловой трубкой. Сейчас налей на 4 см в высоту уксуса в пробирку с карбонатом натрия, закрой пробирку и опусти стержень, идущий от пробки, в известковую воду.

121

Добавь к белому осадку от карбоната кальция уксус. Он запустит реакцию. Не используй большее количество карбоната натрия и уксуса, чем указано. Используемая в повседневной жизни питьевая сода — это называемая в химии субстанция гидрокарбонат натрия.

122

Ты можешь высвободить диоксид углерода как из карбоната натрия, так и из гидрокарбонат натрия с кислотой. Используй опыт 120. **A1**

Если сравнивать гидрокарбонат натрия и карбонат натрия по другим параметрам, то они будут отличаться друг от друга.

123

Добавь в пробирку 2 шпателя карбоната натрия и залей воду на 4 см в высоту, закрой пробкой и подожди некоторое время. Весь карбонат натрия растворится. **A2**

124

Повтори опыт с гидрокарбонатом натрия. После взбалтывания также останется нерастворившийся остаток. Сохрани раствор до следующего опыта. Гидрокарбонат натрия растворяется в воде хуже, нежели карбонат натрия. И причины здесь прямо противоположные, чем у соответствующих соединений кальция. Гидрокарбонат кальция как раз растворяется в воде лучше, чем карбонат кальция.

125

Тоже относится и к фенолфталеину, который по-разному ведет себя с гидрокарбонатом натрия и карбонатом натрия. Добавь в раствор, оставленный в предыдущем эксперименте, 1-2 капли раствора фенолфталеина. **A1** Гидрокарбонат натрия реагирует как слабая щелочь, настолько слабо, что фенолфталеин почти не влечет за собой окрашивание в ярко красный цвет.

#### Вопрос 23:

В белом порошке, который тебе принес для исследования друг, может содержаться поваренная соль, сода или питьевая сода (двууглекислый натрий). Как ты определишь, какое из веществ тебе принесли?

Нами будет исследоваться пекарский порошок (химический разрыхлитель теста). Попроси у своей мамы один пакетик разрыхлителя теста. Ты можешь провести с ним несколько интересных экспериментов.

126

Приготовь пробирку с известковой водой. Во вторую пробирку добавь 6-7 шпателей пекарского порошка и заполни пробирку водой наполовину. Закрой пробирку пробкой с угловой трубкой и опусти другой конец трубки в известковую воду. Вскоре начнут появляться пузырьки газа из-за известковой воды и произойдет уже известное тебе помутнение. Без всяких сомнений: пекарский порошок выделяет при добавлении воды диоксид углерода. **A1**

127

Смешай в миске некоторое количество муки и пекарского порошка, добавь воды и все хорошенько перемешай. Поставь миску в теплое место и наблюдай за ее содержимым. Оно будет раздуваться, подниматься более или менее быстро. Как только пекарский порошок вступит в контакт с увлажненным тестом, возникнет — как и в предыдущем опыте — диоксид углерода.

Xi



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Инструкции на стр. 8

Раствор соды



128

Смочи повернутую пробку пробирки небольшим количеством разрыхлителя теста с несколькими каплями воды и проведи испытание с этой суспензией, добавив полоску голубой лакмусовой бумаги. Местами ты обнаружишь слабое окрашивание в красный цвет.

129

Добавь в пробирку, наполовину заполненную водой, на кончике шпателя карбонат натрия и несколько капель раствора фенолфталеина. Произойдет уже известное тебе окрашивание в красный. Добавь 2-3 шпателя разрыхлителя теста и все хорошенько взболтай. Окрашивание в красный исчезнет. Разрыхлитель теста содержит в себе кисло реагирующую субстанцию.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Разрыхлитель теста при смешивании с тестом образует диоксид углерода, который делает тесто пористым и рыхлым. Диоксид углерода возникает из пищевой соды и кисло реагирующей субстанции, как только они вступают в контакт с водой. Ты теперь понимаешь, почему разрыхлитель теста нужно хранить в сухом виде. Так как в воздухе всегда наблюдается некоторое количество влаги, то к разрыхлителю теста добавляют муку или другую субстанцию, которая «схватывает» влажность. Но диоксид углерода может высвободиться из разрыхлителя теста еще и другим путем; для этого сначала проведем следующее модельное испытание.

130

Наполни сухую пробирку 2-3 шпателями пищевой соды и выстройте устройство для осуществления опыта, как это показано на рисунке (пробирку с пищевой содой легко наклонить открытым отверстием, смотри указание на стр. 42). Длинный стержень от пробки опусти в пробирку с известковой водой. А пробкой закрой пробирку с пищевой содой. Нагревай ее! Вскоре начнется оживленное образование газа. Помутнение известковой воды говорит о диоксиде углерода. Одновременно ты можешь наблюдать, что на ближайшем отверстии пробирки конденсируются капли жидкости. Если образование газа ослабевает, то поверни нагретую пробирку, чтобы угол трубки от пробки больше не был опущен в известковую воду. Потом затуши пламя.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Ты должен неукоснительно соблюдать меры предосторожности. И ты знаешь почему, если отвечал на вопрос 18 правильно. Вновь обратиться к странице 95.

131

Когда пробирка охладится до такой степени, что ты сможешь дотронуться до нее рукой, заполни ее водой и встряхни. Добавь 2 капли раствора фенолфталеина. Ты получишь красный окрас. Пищевая сода (как ты уже установил ранее) не дает красного окрашивания, самое большее — бледно-розовый. **A2**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Что произошло? При нагревании произошло разложение пищевой соды, и образовались диоксид углерода и вода (опыт 130). В пробирке остался карбонат натрия, который, как тебе известно, окрашивает раствор фенолфталеина в красный цвет. Ранее пищевая сода не раз использовалась как разрыхлитель теста, так как при температуре выпечки происходило такое же разложение пищевой соды как и в проведенном эксперименте. Но так как возникающий при этом карбонат натрия придавал пирогу неприятный, похожий на мыло привкус, то сегодня его уже не используют в чистом виде при производстве разрыхлителя теста.

132

Итак, теперь ты можешь отважиться на эксперимент с термическим распадом разрыхлителя теста. Начни также как и в опыте 130. Всыпь разрыхлитель теста, но уже не прямо в пробирку, а в небольшую «лодочку» (посудину) из алюминиевой фольги,



которую ты наверняка найдешь дома. Медленно вставляй лодочку с разрыхлителем теста в пробирку через отверстие и начни нагрев. Ты сможешь наблюдать вновь образование диоксида углерода. Содержимое лодочки окрасится в цвет между коричневым и черным. Одновременно запахнет горелым. При нагревании разрыхлителя теста связь содержащейся в воздухе влаги и добавленной муки разрушится. Когда обуглившийся осадок почти исчез из пробирки, мы нагревали разрыхлитель теста в алюминиевой лодочке. **«Лодочка»: АЗ**

#### Шипучка в пакетике

Ты наверняка их знаешь, разноцветные пакетики с шипучим порошком, которые можно брать с собой в поход, чтобы при добавлении воды приготовить охлаждающий напиток.

**133** Проведи испытание небольшого количества сухой смеси для приготовления газированного напитка — как в опыте 129 с разрыхлителем теста — с кислой субстанцией.

**134** Добавь в пробирку часть сухой смеси для газированного напитка, наполни ее на половину водой и отведи через трубку как в опыте 126 возникающий газ в пробирку с известковой водой. Помутнение доказывает нам наличие диоксида углерода, который придает минеральной воде освежающее воздействие. **А1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

С точки зрения химии нет большой разницы между разрыхлителем теста и шипучим порошком (содовой). Оба вещества содержат питьевую соду и сильные кислоты. Насыпь шипучку в воду, и через шипение и свист улетучится диоксид углерода.

В случае, если это доставит тебе удовольствие, самому создать шипучку, то ты можешь купить в аптеке питьевую соду и лимонную кислоту. А содержащиеся в твоём наборе субстанции побереги для других экспериментов.

**135** Смешай по половине чайной ложки питьевой соды и лимонной кислоты с одной чайной ложкой сахара на чистом листе бумаги и добавь смесь в питьевой стакан с водой.

**136** Вместо сахара ты можешь также использовать в качестве сладкого компонента плодово-ягодный сироп; тогда у тебя получится лимонад с особым вкусом. Добавь в стакан на 1-2 см в высоту плодово-ягодного сиропа, разбавь водой и перемешай. В этот разбавленный сироп добавь смесь из питьевой соды и лимонной кислоты в количестве по половине чайной ложки на субстанцию.





Процесс горения служит в первую очередь для образования энергии: в печи, в центральной отопительной установке, на угольной электростанции, в двигателе внутреннего сгорания на уличном и рельсовом (железнодорожном) транспортных средствах. Топливо — это уголь, нефть, газ, дерево. Тепловую и световую энергию, однако, поставляют денатурированный спирт или свечи. Кроме топлива для процесса горения нужны еще и другие компоненты.

### Пламя и стеклянный колпак

**137** Поставь на рабочем столе небольшую свечу и зажги ее. Накрой ее банкой с резьбой под отверстие. Спустя несколько секунд пламя станет меньше, а затем вовсе потухнет.

**138** Чтобы показать, что не только пылающая свеча под банкой регулирует (вызывает) деятельность, ты можешь повторить опыт с сухим спиртом. Зажги сухой спирт на огнеупорной подставке (кирпич, листовое железо и др).

**139** Закрепи с помощью нескольких капель горячего воска от свечи небольшую свечку на колпачке для бутылки. Отправь свой «корабль» в плавание в наполненную до половины ванну и осторожно накрой корабль банкой с резьбой под отверстие. Внимание, банка должна стоять на канцелярской скрепке (смотри на рисунок слева), которую ты должен заранее положить на дно ванны. В том случае, если пламя потухнет, как в предыдущем эксперименте, фокус не удастся. Ты должен сделать следующее интересное наблюдение, если будешь внимательно следить за своим кораблем. Смотри, уровень воды внутри банки повышается и с ней поднимается и корабль со свечой на борту.



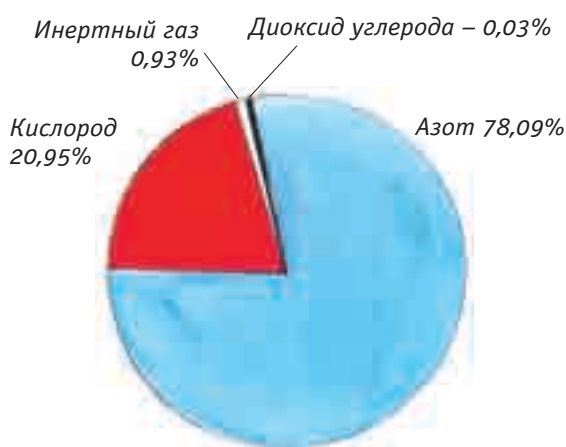
Канцелярская скрепка

### Профессор Пробениус объясняет:

Опыты 137 и 138 заставляют предположить, что при отсутствии доступа воздуха невозможен процесс горения. Опыт 139 показывает, что горящее вещество не обязательно должно иметь непосредственный контакт с воздухом, а лишь его частью для «подпитки» процесса горения. Банка, которой накрывалась свеча, не была абсолютно пуста, там присутствовал воздух.

### Вопрос 24: как ты можешь это доказать?

Итак, как уже было сказано, для горения требуется часть воздуха. В пространство банки проникает вода, атмосферное давление «вдавливает» воду в банку и заставляет ее подниматься внутри банки. Однако почему требуется лишь часть воздуха? Так как лишь одна из составляющих воздуха необходима для поддержания горения. Воздух — это смесь газов: на одну молекулу кислорода приходится 4 молекулы азота. Состав воздуха воспроизведен на картинке справа. Конечно этот состав обнаружен не благодаря опыту 139, так как здесь немалую роль играют и другие физические явления (например, охлаждение прежде нагретого воздуха). Лишь кислород поддерживает процесс горения, азот подавляет горение. Также не поддерживают этот процесс и уже известные тебе диоксид углерода и инертный газ.



Состав воздуха

### Диоксид углерода содержится не только в минеральной воде

Уделим внимание следующему: для горения необходимо топливо и кислород. Исчезают ли эти вещества при горении, или же преобразовываются в другие? Мы уже говорили ранее: в химии ничего не исчезает бесследно. Химические реакции — это превращения веществ. Итак, мы должны отправиться на поиск продуктов сгорания, чтобы ответить на эти вопросы.



140

Приготовь полоску твердого картона как это показано на рисунке справа икрепи подогнутый конец полоски под свечой. Зажги огонь и опусти полоску со свечой в банку, которую далее нужно будет закрыть крышкой. Подожди секунду! Открой банку, вытащи бумагу (не резко) и налей в банку известковой воды. Снова закрой банку крышкой и основательно потряси. Помутнение известковой воды говорит о диоксиде углерода. **A1**

141

Приготовь заранее полоску листовой стали, который имеет схожий размер, что и до этого использованная полоска картона. Подожди находящийся на согнутом конце листа сухой спирт и действуй как в предыдущем опыте. Также и на этот раз известковая вода помутнеет. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

При процессе горения горючее соединяется с кислородом. И возникает оксид (от слова «оксигениум», это латинское название кислорода). В ходе последних двух опытов ты мог обнаружить продукт горения — диоксид углерода. Название может навести нас на предположение, что «углерод» соединяется с кислородом. В таком случае «углерод» должен содержаться и в свече, и в сухом спирте.

142

Прислони чистый нож к огню свечи. Спустя несколько секунд нож покроется черным налетом, который мог появиться только от свечи. Говоря о налете, мы имеем в виду сажу, а сажа состоит из углерода, основной составляющей угля. Но можно ли предположить появление черного налета от белой или разноцветной свечи?

### Вопрос 25:

Иногда у свечи можно увидеть производственный брак, о чем свидетельствует содержание углерода. Знаешь ли ты, о чем я думаю при этом?

Также используемое в качестве топлива дерево содержит углерод; он становится видим, когда древесину обугливают. И поэтому при горении дерева, как и предыдущих видов топлива, также образуется диоксид углерода.

143

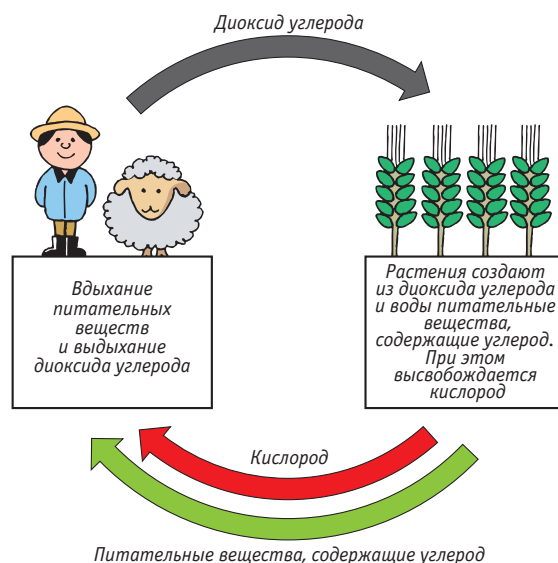
Добавь в банку немного известковой воды. Подожди деревянные опилки и кинь в банку. Через 2-3 секунды убери опилки из банки, закрой ее заранее приготовленной крышкой и сильно встряхни. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

Дерево, торф, уголь, нефть или состоящие из них продукты, например, бензин и парафин (свеча) — все они являются поставщиками диоксида углерода, который становится газетной сенсацией при заголовках «причина парникового эффекта» или «вредящий климату  $\text{CO}_2$ ».

Диоксид углерода, водяной пар и некоторые другие газы пропускают солнечные лучи на поверхность земли, однако они «проглаживают» часть солнечного излучения, которое отражается назад от поверхности земли. Благодаря этому воздушная оболочка земли нагревается. Без этой «аккумуляции тепла» у нас на планете было бы жить несколько неуютно при температуре минус 18 градусов по Цельсию. Так как указанный газ в названном случае играет схожую роль, что и стеклянная крыша парника, и отсюда выражение «парниковый эффект».

Парниковый эффект относится к разряду глобальных проблем из-за возрастающего количества диоксида углерода, которое увеличивается из-за возрастающего расхода энергии. В природе господствует тот же удивительный круговорот, равновесие между производством и потреблением диоксида углерода. Люди и животные «сжигают» содержащийся в пище углерод и при этом производят диоксид углерода, который они выдыхают (опыт 8). Этот процесс, который проходит без огня, называют «тайным сгоранием».



Круговорот углерода и кислорода

Растения впитывают диоксид углерода из воздуха и воды в почве и производят при этом с помощью солнечной энергии питательные вещества и их компоненты, а также важный для дыхания кислород для самих растений, для животных и человека. Однако если с одной стороны сжигается слишком много горючего, а с другой стороны вырубаются леса, потребители диоксида углерода, то нарушается гармония в круговороте: Содержимое диоксида углерода поднимается в верхние слои воздуха и становится жарче. По мнению многих ученых, при дальнейшем повышении температуры со временем начнут таять ледники на полюсах, что повлечет за собой наводнения.

#### Чистый продукт сгорания

Теперь мы хотим внимательно исследовать и другой продукт реакции, который возникает при сгорании свечей, денатурированного спирта, нефти, бензина и схожих горючих. Он, конечно, более незначителен, нежели первый продукт реакции.

**144**

Зажги свечу и накрой ее стеклянной банкой. В этом случае свеча будет гореть дольше.

#### Вопрос 26: Почему?

Но можешь не слишком пристально смотреть внутрь банки. Главное — увидеть образующуюся пленку.

**145**

Повтори эксперимент, в котором ты высушенной банкой накроешь спиртовку.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Пленка на банке возникает из воды, как и пленка на зеркале в ванной комнате. Названные виды топлива содержат помимо углерода еще и водород. Водород, невидимый газ, с которым ты поближе познакомишься в следующей главе, соединяется при горении с кислородом, образуя воду, которую обозначают также как оксид водорода.

Водород — чистое горючее, так как его единственный продукт сгорания — вода. Нефть и уголь при сгорании поставляют не только воду и диоксид углерода, но и, вследствие содержания в них серы, сернистый газ, который способствует возникновению кислотных дождей. И который играет отнюдь не похвальную роль в исчезновении лесов.

Вещества, которые ты до сегодняшнего дня сжигал, знакомы тебе как горючее. В случае, если у тебя остался кусочек магниевой ленты, ты можешь также благодаря тем же опытам убедиться, что и металлы горят.

**146**

Возьми магниевую ленту щипцами и нагрей над спиртовкой. Подожди немного, вскоре магний зажжется и будет при этом испускать яркий свет.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Не смотри на пламя! Большое количество света вредно для глаз. Не вдыхай пары магния!



*В топливном элементе с водородом в процессе сжигания образуется вода. При этом возникает электрическая энергия*



*Горение магниевой ленты*

На щипцах останется белая хрупкая масса: оксид магния. Магний соединяется с кислородом, образуя оксид магния. Можно даже обжигать железную проволоку (опыт 61 в «КОСМОС Химии С 3000»). **A3**

Соединение металла с кислородом может также проходить и без участия огня. Например, в случае ржавления железа. Здесь говорят также о «тайном сгорании».

### Элементы и соединения

В предыдущих главах ты уже познакомился с частью веществ. Здесь некоторые из них, которые соединяются друг с другом: углерод, водород, сера, магний, кислород. А теперь вещества, которые возникают при соединении вышеназванных: диоксид углерода, вода (оксид водорода), оксид серы, оксид магния.

Эти названные последними вещества можно с помощью особых средств преобразовать обратно в исходные материалы. Исходные вещества — углерод, водород, сера, магний, кислород — неразделимы на еще более простые составляющие. Их называют основными химическими элементами (или просто химическими элементами). А образованные из химических элементов вещества называют химическими соединениями.

Существует примерно более 100 химических элементов (основные даны в приложении на странице 93), и множество, миллионы химических соединений, и ежедневно этот список пополняется.

#### Вопрос 27:

Какие из названных в главе 13 веществ химические элементы, а какие — химические соединения? Используй подсказку в приложении.

Ты уже узнал ранее, что возникающие в ходе химических реакций вещества часто имеют совсем другие характеристики, особенности, нежели составляющие их элементы. Это особенно видно при сравнении химических элементов и образованных из них химических соединений. Так, например, вода состоит из невидимых для человека газов — водорода и кислорода, невидимый диоксид углерода — из простого углерода и кислорода. Серебристо-серый металл магний, пропускающий электрический ток, превращается в соединении с кислородом в белую, не проводящую ток субстанцию, оксид магния.

Противоположность свойств показывают составные части смесей, например, состоящих из песка и сахара, также и противоположность свойств поваренной соли в соединении с водой, растворе поваренной соли.





Двухступенчатая биологическая очистная установка

Уже с самого начала наших экспериментов я открыл тебе секрет, что вода является самым важным элементом для химиков. И в своих опытах ты постоянно используешь водные растворы. Но вода также является растворителем для всех веществ, которые регулируют жизненно важные процессы в организмах животных и растений. Без воды нет жизни! Растения и животные гибнут от жажды, когда не получают воды.

Тем более стоит задуматься, что загрязнение окружающей среды угрожает нашим запасам пресной воды. Из-за гибели лесов уменьшается уровень грунтовых вод. Следует прибегнуть к увеличению объема поверхностных вод, а именно воды в морях и озерах. Но поверхностные воды часто сильно подвержены загрязнению сточными водами. Необходимо проводить дорогостоящие мероприятия, чтобы получить безопасную для здоровья пресную воду.

Как ты узнал из прошлой главы, вода является химическим соединением из элементов водорода и кислорода. С помощью электролиза можно разделить водные растворы на элементы. Мы же хотим изготовить элементы воды по-другому, более простым для тебя способом.

### Соединения, богатые кислородом

Как я тебе уже говорил, в воздухе кислород «разбавлен» азотом. Вспомни: на одну объемную часть кислорода приходится 4 объемных части азота. Чистый азот можно получить из богатых кислородом соединений, например из перекиси водорода. Попроси родителей, чтобы они принесли тебе из аптеки трехпроцентный раствор перекиси водорода. Предназначенная для него бутылочка находится в твоём экспериментальном ящике.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Будь осторожен! Избегай попадания раствора перекиси водорода на кожу и в глаза!



**Карбонат натрия** — раздражающее.

**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Перманганат калия** — опасно для окружающей среды.

Примечания на стр. 7/8

**147**

Наполни пробирку до 5 см раствором перекиси водорода и добавь 1 шпатель карбоната натрия и на кончике шпателя сульфат меди. Содержание пробирки станет темным и начнется образование газа.

**148**

Зажги сухую лучину (спички для этого не подходят), задуй огонь и помести еще тлеющую лучину в пробирку из предыдущего опыта. Лучина загорится. Воспламенение свидетельствует о наличии кислорода. **A6**

В следующем опыте используй приготовленный перманганат калия, то есть смесь, в которой перманганат калия «разбавлен» другим веществом (сульфатом натрия).

**149**

Добавь в наполненную до 5 см раствором перекиси водорода пробирку смесь перманганата калия (на кончике шпателя) и снова проведи опыт с тлеющей лучиной. **A6**

**150**

Добавь 2-3 шпателя дрожжей в пробирку и залей водой до 4-5 см. Закрой сосуд пробкой и сильно потряси, чтобы дрожжи как можно более равномерно разделились в воде. Добавь такое же количество раствора перекиси водорода и через одну минуту протестируй тлеющей лучиной. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

В предыдущих опытах из-за распада раствора перекиси водорода возникал газ кислород. Поэтому воздух в пробирках был насыщен кислородом. Этого насыщения достаточно, чтобы вновь зажечь тлеющую лучину. Сейчас мы попробуем изготовить «концентрированный», не смешанный с азотом кислород.





**151**

Расположи все оборудования для исследования так, как показано на рисунке, и наполни стоящую под наклоном пробирку 4 шпателями смеси перманганата калия. Наклоняй пробирку так, чтобы длинная часть стеклянной трубки погрузилась в воду в ванне. Положи на дно ванны 2 пустые пробирки, чтобы они целиком заполнились водой. Если ты поднимешь пробирки, оставляя при этом их отверстия под водой, то вода не выльется. Почему так происходит, ты узнал в опыте 39.

Нагрей смесь перманганата калия, уже скоро из стеклянной трубки заблестят газовые пузырьки. Первые пузырьки пусть выходят, потом возьми одну из наполненных водой пробирок так, чтобы она была немного над концом трубки, но отверстие должно быть под водой. Сейчас газовые пузырьки поднимаются по трубке вверх и вытесняют воду. Когда пробирка будет до конца заполнена газом, закрой ее прямо под водой пробкой. Таким же образом наполни кислородом на три четверти вторую пробирку и оставь ее стоять в ванне. Прежде чем ты закончишь ее нагревать, то должен повернуть ее конец так, чтобы он больше не касался воды (посмотри еще раз ответ на вопрос 18 на странице 95). Сохрани содержание нагретой пробирки для опытов 153 и 154.

**152**

Возьми закрытую пробкой пробирку, открой ее и опусти туда лучину, на которой горит совсем маленький огонек. Таким же образом проверь содержание второй пробирки. Перед тем, как достать пробирку из воды в ванне, закрой ее пробкой.

**153**

Для этого опыта тебе придется приготовить немного раствора едкого натра, рецепт дан в опыте 106.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Раствор едкого натра очень едкий. Обрати внимание на указания на странице 49!

Положи в пробирку шпатель нагретой смеси перманганата калия из опыта 151, добавь немного едкого натра, и в три раза больше воды. Получится зеленый раствор. После добавления уксуса цвет поменяется на фиолетовый.

**154**

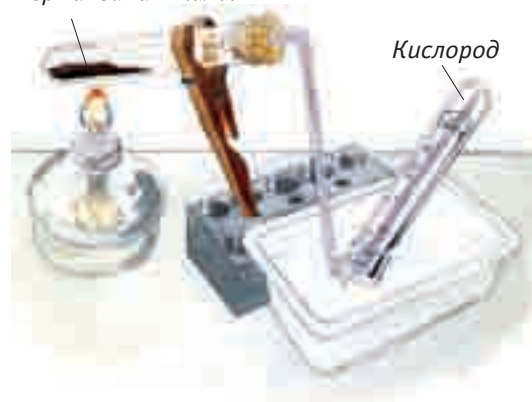
Перелей остаток осадка из опыта 151 и фиолетовый раствор из предыдущего опыта в банку. Наполни ее до половины водой и добавь 1-2 шпателя гидросульфата натрия. Из-за нерастворимого перманганата калия раствор остался фиолетовым. Медленно добавляй перекись водорода и перемешивай. Под небольшое шипение фиолетовый цвет перманганата калия исчезнет. Ты получишь прозрачный раствор. **A8**

Пробирку, в которой ты нагревал перманганат калия, ты можешь очистить также подобным образом.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Перманганат калия также является соединением, богатым кислородом. При нагревании он выделяет кислород, который ты поймал над водой. При этом перманганат калия превращается в зеленый манганат калия, который, однако, устойчив только в щелочных растворах. Поэтому в опыте 153 ты добавил едкого натра. В кислотных растворах из манганата калия снова образуется перманганат калия, от которого небольшое количество воды приобретает фиолетовый цвет. Если добавить к кислотному раствору перманганата калия перекись водорода, то при реакции этих веществ образуется кислород (шипение, вскипание), при котором возникают бесцветные соединения (опыт 154). Опыт 152 показывает, что в «неразбавленном» кислороде процессы горения протекают намного активнее.

Перманганат калия



+ уксус →



Манганат калия

перманганат калия





**Гидроксид кальция** — едкое.  
**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Примечания на стр. 7/8

## Водород — «вес перышка» под газами

Водород можно получить различными способами. Разложение водных растворов с помощью электричества я уже упоминал. Можно также получить водяной пар с помощью порошка цинка. Цинк соединяется с кислородом в воде, образуя оксид цинка, а водород испаряется (этот опыт описан в учебнике «Химия С 3000»). Наш способ получения может показаться необычным, я же при выборе ориентировался на твои возможности.

**155**

Положи в пробирку 5 шпателей гидроксида кальция и карбоната натрия, добавь воды до 2-х см и брось в смесь маленькие кусочки алюминиевой фольги. Закрой пробирку пробкой с трубкой и расположи все оборудование так, как было показано в опыте 151. Как только ты немного нагреешь смесь, сквозь воду заблестят пузырьки газа. Подожди 15 – 20 секунд и поймай газ пробиркой, наполненной водой, как показано в опыте 151. **A2**

**156**

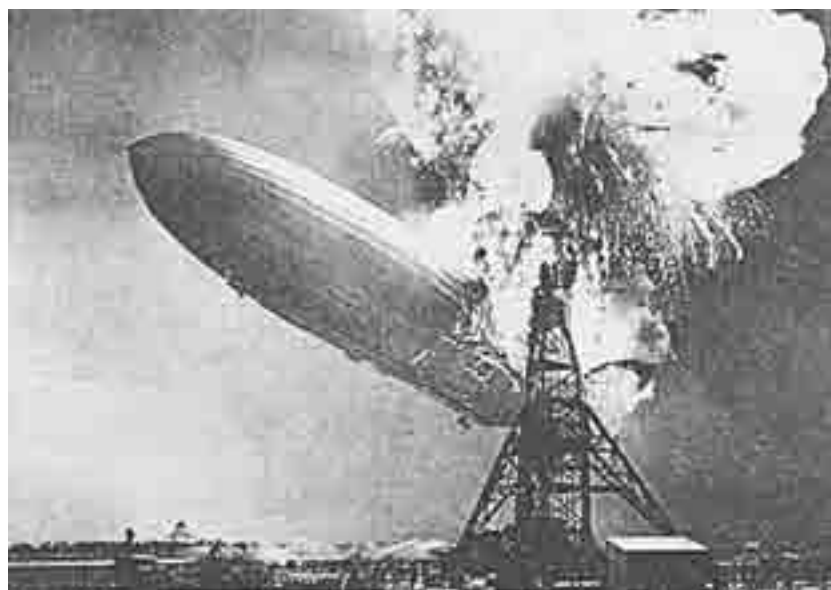
Когда пробирка наполнится газом, подними ее (отверстием всегда вниз) из воды и через 2-3 секунды приблизь к огню, как показано на картинке. Не пугайся! Раздастся свистящий шум и огонь ударит в пробирку светло-голубым пламенем.



### Профессор Пробениус объясняет:

В опыте 155 из карбоната натрия и гидроксида кальция образуется едкий натр, который реагирует с алюминием при освобождении водорода. В опыте 156 ты снова сжег водород. Продуктом горения, как ты знаешь, явилась вода, которая совсем незаметна в мокрой пробирке.

Водород — самый легкий из всех газов, он в 14 раз легче воздуха. Поэтому в отличие от углекислого газа он поднимается вверх. Ты можешь спокойно держать открытую пробирку отверстием вниз несколько секунд, при этом испарится совсем немного водорода. Из-за своей легкости водород раньше часто использовался при наполнении шариков и дирижаблей, чтобы было небезопасно из-за горючести газа. Случались ужасные несчастные случаи, когда дирижабли сгорали в огне. Сегодня, когда дирижабли снова в ходу, используют негорючий гелий.



*Пожар на наполненном водородом дирижабле «Гинденбург», в 1937 году в Лейкхерсте, США.*

## 18. От нашатыря к нашатырному спирту

Для очищения каких-либо поверхностей некоторые домохозяйки и сегодня используют нашатырный спирт, прозрачную как вода жидкость с резким запахом. Нашатырный спирт — это раствор газа аммиака в воде. Поэтому химики обозначают нашатырный спирт как водный раствор аммиака. Аммиак состоит из азота и водорода.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Экспериментируй на свежем воздухе или перед широко открытым окном! Аммиак раздражает глаза, кожу и органы дыхания. При недомогании обрати внимание на оказания первой помощи и проконсультируйся с врачом!

В опыте 163 ты приготовишь небольшое количество сильно разбавленного раствора аммиака. А пока займемся солью, которая тебе уже известна.

### Соль из лакрицы

Может быть, ты знаешь черные лакричные пастилки, которые нужно сосать при кашле. По большей части они состоят из лакрицы, и своему названию обязаны хлористому аммонiu, который является ничем другим, как представленным в твоём экспериментальном ямщике хлоридом аммония. Лакричные пастилки содержат около 10% хлорида аммония, который отделяет мокроту.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Большое количество чистого, несмешанного хлорида аммония вредно для здоровья. Обрати внимание на указания на страницах 7-8!



**157**

Положи на язык крупинку (не больше!) хлорида аммония. Появится своеобразный соленый привкус, типичный для лакричных пастилок.

**158**

Добавь в сухую пробирку 1 шпатель хлорида аммония и наклони ее, как показано на рисунке. Нагрей хлорид аммония. Белый туман, который будет испаряться из отверстия пробирки, ты можешь поймать в банку. Когда ты достаточно хорошо нагреешь пробирку, хлорид аммония полностью испарится. Он не расплавился при нагревании, и в пробирке нет продуктов разложения. В передней части пробирки и в банке местами образовался тонкий белый налет. Положи немного этого налета на язык. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

Некоторые вещества могут принимать 3 формы существования: твердую — жидкую — газообразную. Знаменитым примером является вода.

#### Вопрос 28:

Каковы 3 формы существования воды?

Есть целый ряд веществ, к которым относится и хлорид аммония, которые при нагревании из твердого состояния сразу же переходят газообразное, при этом без стадии расплавления. Такой переход обозначают как сублимация. При обратном процессе, десублимации, из нагретого газа выпадает твердый осадок. Это и произошло в твоём опыте с более холодной частью пробирки и банкой. Здесь снова образовался налет хлорида аммония, ты можешь установить это, попробовав его на вкус. Ты можешь отделить хлорид аммония от других примесей с помощью сублимации. Сублимированные вещества являются наиболее чистыми.





**Гидроксид кальция** — едкое.  
Примечания на стр. 7



Хлорид аммония  
+ гидроксид кальция



**159** Смешай в пробирке 1 шпатель хлорида аммония и 1 шпатель поваренной соли. Далее действуй как в прошлом опыте. Попробуй на вкус налет, оставшийся после десублимации. **A1**

**160** Такой метод отделения нежелателен, если хлорид аммония вступает в реакцию с добавленным веществом. Смешай в пробирке 1 шпатель хлорида аммония и 1 шпатель гидроксида кальция. Станет заметен характерный аммиачу запах, который усилится при нагревании смеси (я повторю: работай на свежем воздухе или около открытого окна). Подержи полоску красной лакмусовой бумаги в отверстии пробирки (голубую лакмусовую бумагу окуни в уксус и смой излишки). Лакмусовая бумага окрасится в голубой. **A1**

**161** Повтори опыт с сульфатом железа аммония (III) вместо хлорида аммония. Запах аммиака слабее, но голубой цвет лакмусовой бумаги четко прослеживается. **A1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Как ты уже знаешь из твоих волшебных опытов, хлорид аммония и гидроксид кальция реагируют с освобождением газа аммиака. Другие соли аммония, например сульфат железа аммония (III), реагируют точно так же. Аммиак образует с водой щелочной раствор, поэтому лакмусовая полоска окрасилась в голубой. Ты думаешь, что не было никакой воды, когда ты держал лакмусовую полоску в отверстии пробирки? Во-первых, лакмусовая бумага в большинстве случаев еще немного влажная, а во-вторых, при реакции соединений аммония с гидроксидом кальция всегда образуется немного воды.

#### Нашатырный спирт

Нашатырный спирт, водный раствор газа аммиака, как уже было сказано ранее, использовался домохозяйками в целях очистки. Иногда его смешивают с мыльной водой или другими средствами, иногда применяют в чистом виде. Сегодня готовые продукты из нашатырного спирта распространились далеко за пределы домашнего хозяйства.

**162** Смочи полоску фильтровальной бумаги в растворе фенолфталеина и подержи ее в отверстии бутылки испытуемого моющего средства. Но не опускай ее в само средство! Если полоска окрасится в красный, как например, при тестировании некоторых стеклоочистителей, значит, там присутствует аммиак.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Из нашатырного спирта и соответствующего чистящего средства всегда выделяется немного аммиака, отсюда более или менее сильный запах. Если аммиак соприкоснется с влажной, намоченной в фенолфталеине бумагой, то на полоске бумаги образуется раствор аммиака, который вызовет красный цвет. Но если сама фенолфталеиновая бумага сухая, часто возникает красная или розовая окраска (вспомни чернила для тайнописи), так как в воздухе содержится немного водяного пара.

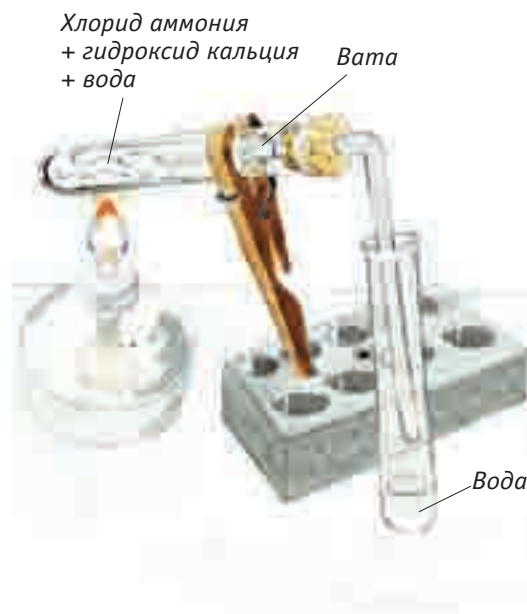
Водный раствор аммиака в лабораториях является одним из важнейших щелочных растворов, наряду с едким натром.

**163** Сейчас ты сам изобразишь раствор аммиака с помощью добавления аммиака в воду. Положи в пробирку 3 шпателя хлорида аммония, 3 шпателя гидроксида кальция и залей до 2-3 см водой. Закрой отверстие пробирки ватной пробкой, длиной около 2 см. Расположи все оборудование так, как показано на картинке. Длинная часть трубки не должна быть погруженной в воду в наклоненной пробирке. Осторожно нагревай, передвигая горелку под пробиркой и убирай ее, когда вода в пробирке начнет слишком сильно кипеть. По возможности в трубку не должно попасть ни капли приготавливаемого нами «соуса». Во время нагревания несколько раз подними пробирку с водой так высоко, чтобы сквозь воду заблестели пузырьки газа. Но обращай внимание, чтобы вода не ушла обратно в трубку. Если такое случится, еще раз проведи горелкой под пробиркой! **A1**

**164** Капни 1 каплю раствора из опыта 163 на красную лакмусовую бумагу (приготовь ее как в опыте 160).

**165** Капни 1 каплю раствора фенолфталеина в раствор аммиака.

**166** Помести в красный раствор из прошлого опыта кипятыльник и нагревай несколько минут. Красный цвет будет все бледнее и бледнее. Когда ты достаточно нагреешь, раствор станет практически бесцветным. **A1**



### Профессор Пробениус объясняет:

Приготовленный в опыте 163 слабый раствор аммиака показывает щелочную реакцию (ничего другого мы и не ожидали), как в опытах 164 и 165. Аммиак хорошо растворяется в воде, но растворимость воды зависит от температуры воды. При комнатной температуре 1 литр воды принимает около 700 (!) литров аммиака, при 40 градусах по Цельсию только половину от этого. Поэтому с помощью нагревания ты можешь «вытеснить» практически весь аммиак из раствора.

### Вопрос 29:

Как ты можешь показать, что фенолфталеин беспрепятственно перенес нагревание?

В природе аммиак возникает при процессах гниения, и является одной из причин резкого запаха в хлеву. Нашатырная соль, то есть хлорид аммония, предположительно изготавливалась уже в древности с помощью нагревания верблюжьего помета и поваренной соли. Само латинское название для нашатыря — «Salmiak» — уже указывает в этом направлении. Оно означает sal ammoniacum, что значит соль из оазиса Аммония (сегодня Сива), святилище бога Амона. Для огромного количества аммиака, которое сегодня необходимо, в том числе и как удобрение, верблюжьего помета явно недостаточно. Сегодня аммиак получают с помощью очищения азота и водорода под высоким давлением в специальных печах.

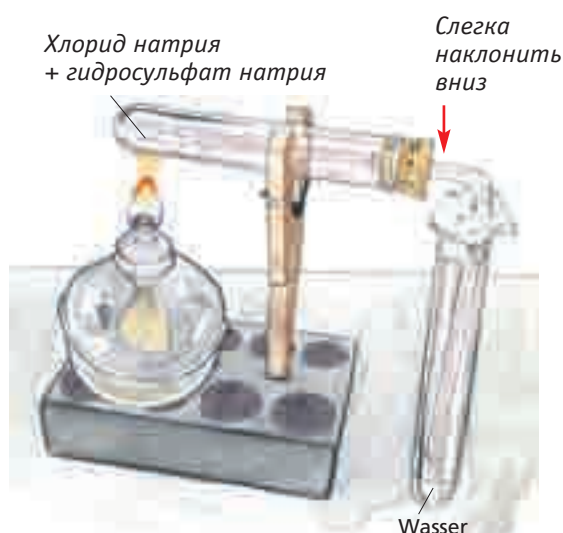




## 19. Изготовим сами соляную кислоту



**Гидросульфат натрия** — очень едкое.  
Инструкции на стр. 8



**Внимание!** Как и в опытах 168 и 170 пробирку слегка наклонить. Почему нужно так сделать, ты читаешь на странице 42.

Соляная кислота также ранее служила средством очищения в домашнем хозяйстве, особенно для удаления отложений из слива и туалетов. Современные очистители туалетов менее опасны, или безопасны совсем. Соляную кислоту также используют для удаления остатков извести после строительных работ. Для твоего эксперимента тебе не нужно покупать соляную кислоту, мы сами можем изготовить небольшое количество слабой соляной кислоты.

### Кислоты из поваренной соли

**167** Нагрей в сухой, наклоненной к отверстию пробирке 1 шпатель поваренной соли и 1 шпатель гидросульфата натрия. Ты сразу же заметишь резкий запах. Подержи голубую лакмусовую бумагу в отверстии пробирки. Как только она станет красной, прекращай нагревать. Подожди, пока пробирка остынет, и добавь немного воды. Осадок медленно растворится. **A1**

### Профессор Пробениус предупреждает:

Испарения очень едкие, не вдыхай их! Не изготовляй больше газа, чем тебе нужно для опыта! Экспериментируй на открытом воздухе или перед открытым окном! При попадании в глаза промой водой и обратись к врачу. При недомогании смотри первую помощь 3 и обратись к врачу. Как причину недомоганий указывай хлористый водород.

**168** Положи в сухую пробирку 4 шпателя поваренной соли и 4 шпателя гидросульфата натрия. Расположи оборудование так, как показано на рисунке. Следи за тем, чтобы длинная часть трубки не погружалась в воду. Закрой правую пробирку ватным тампоном. Нагрей соляную смесь. На холодном конце нагреваемой пробирки появляются капельки воды, в то же время появляется белый туман, который вскоре заполнит правую пробирку. Растворение осадка как в опыте 167. **A2**

Достань трубку из заткнутой ватой пробирки и поверти пробирку в разные стороны. Белый туман исчезнет.

**169** Проверь находящуюся в пробирке «воду» лакмусовой бумагой и щелочным раствором фенолфталеина. Реакция кислотная. **A1**  
Сохрани остаток раствора для опыта 171.

### Профессор Пробениус объясняет:

При нагревании смеси из поваренной соли и гидросульфата натрия образуется хлористый водород. Хлористый водород является газом и состоит из хлора и водорода, как уже видно из его названия. Смешай хлористый водород с водой, газ растворится в воде, в результате чего возникнет соляная кислота. Изготовленный в опыте 168, кислотно реагирующий раствор есть не что иное, как сильно разбавленная соляная кислота.

### Вопрос 30:

Как ты объяснишь покраснение лакмусовой бумаги в опыте 167?

### Фонтаны в пробирке

**170** Для этого опыта тебе нужно будет провести некоторые приготовления. Для начала вкрути конец трубки в прорезанную пробку, сделай это именно так, как показано на рисунке. Потом наполни банку водой. Опыт будет еще интересней, если ты добавишь к воде «смешанные индикаторы», чье изготовление описано в опыте 212. В том случае, если ты используешь индикатор, ты должен медленно



добавить раствор карбоната натрия, пока содержание банки не будет красным. Сейчас раствор показывает щелочную реакцию.

Итак, ты строишь такой же аппарат, как в опыте 168, но в этот раз переливаешь возникший хлористый водород в сухую пробирку, которую ты закрываешь небольшим ватным тампоном. Как только станут заметны резкие пахнущие испарения, ты перестаешь нагревать.

Осадок: A2

Сразу же закрой наполненную газом пробирку подготовленной пробкой и поставь ее в банку стеклянной трубкой вниз. Красная жидкость сперва медленно поднимется в трубку, а потом внезапно зашипит во внутреннюю часть пробирки. Возникнет действительно небольшой фонтан. При этом красная жидкость станет голубой. A1

### Профессор Пробениус объясняет:

Как и аммиак, хлористый водород имеет сильную симпатию к воде. 1 литр воды может растворить около 450 литров хлористого водорода. При этом, как ты уже знаешь из прошлого опыта, возникает соляная кислота. В опыте с фонтаном сначала растворяется немного хлористого водорода. При этом внешнее давление воздуха перевешивает и выталкивает воду в трубку. Пока воды выходит из стеклянной трубки, в небольшом количестве воды внезапно растворяется газ хлористый водород. Давление воздуха с большой силой вытесняет воду в пробирку, где уже почти нет газа. В том случае, если ты добавил индикатор, то при растворении хлористого водорода полученная соляная кислота окрасит красный индикаторный раствор в голубой.

Используемая в лабораториях концентрированная соляная кислота содержит около 38% хлористого водорода, то есть в 100 граммах концентрированной соляной кислоты содержится 38 грамм хлористого водорода.

### Вопрос 31:

Из чего состоят оставшиеся от 100 граммов 62 грамма концентрированной соляной кислоты?

### Ядовитый газ и средства дезинфекции

Не бойся ядовитого газа. Мы изготовим его в таком количестве, которое не повредит здоровью. Ядовитый газ известен тебе из электролиза раствора поваренной соли (опыт 71). Это хлор.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Хлор ядовит, если его вдохнуть, он раздражает глаза, кожу и органы дыхания. При изготовлении придерживайся указанного количества! Экспериментировать на свежем воздухе или перед открытым окном! При недомогании обрати внимание на первую помощь 3 и проконсультируйся с врачом!

**171** Отлей в пробирку 2 см изготовленной в опыте 168 соляной кислоты и добавь на кончике шпателя смесь перманганата калия. Нагрей смесь над спиртовкой. Фиолетовый цвет перманганата калия медленно переходит в красно-коричневый. Осторожно развей рукой испаряющийся из пробирки пар. Ты почувствуешь своеобразный запах, который знаком тебе по электролизу раствора поваренной соли или из бассейна. Подержи некоторое время в отверстии пробирки полоску голубой лакмусовой бумаги. Сначала полоска окрасится в красный, потом будет все бледнее и бледнее. A6.

**172** Капни на разные места выцветшей лакмусовой полоски из предыдущего опыта по 1 капли уксуса, или раствора карбоната натрия. Красная или голубая окраска больше не проявится. Лакмусовый краситель испорчен.



Перманганат калия — опасно для окружающей среды.

Карбонат натрия — раздражающее.

Примечания на стр. 7 / 8



### Профессор Пробениус объясняет:

В опыте 171 ты вывел хлор из соляной кислоты, то есть из раствора хлористого водорода. Обесцвечивание хлором растительного красителя известно тебе из опыта 71. Также при упоминании лакмуса речь идет о растительном красителе, который получают из различных лишайников, как было уже озвучено ранее.

Чистый хлор представляет собой тяжелый, желто-зеленый газ (от греческого *chloros* = желто-зеленый). При том малом количестве хлора, которое мы с тобой изготовили, цвет не распознается. Но по причинам безопасности мы не будем увеличивать количество произведенного хлора.

Из-за своей высокой эффективности хлор уже может в небольших количествах убивать вредные микробы, то есть он служит как средство дезинфекции. Его добавляют в воду в бассейнах, но в некоторых местах и в питьевую воду. Хотя вода с хлором и не содержит микробов, но и на вкус она не особо приятная.

### Хлорное отбеливание больше не в моде

Газообразным хлором и правда неудобно пользоваться. Поэтому в технике и домашнем хозяйстве намного чаще используют хлорные соединения, которые обладают теми же свойствами, что и хлор, например хлорная известь или хлорный отбеливатель.

**173**

Как в опыте 71, проведи электролиз раствора поваренной соли. Во время опыта несколько раз перемешай раствор соли кипятыльником. Опусты в пробирку лакмусовую бумагу, длиной 1 см и наполни пробирку электролизованным раствором соли на 3 см. Если ты добавишь немного раствора гидросульфата натрия, то полоска сперва окрасится в красный, а потом медленно обесцветится. **A1**

**174**

Средства для мытья посуды, предназначенные для посудомоечных машин, также часто содержат соединения, в которых ты можешь выявить хлор. Положи в пробирку 1 шпатель моющего средства и 1 шпатель гидросульфата натрия, добавь до 3 см воды и нагревай получившуюся смесь несколько минут. Ты почувствуешь запах, похожий на запах хлора. Лакмусовая бумага обесцветится. **A2**

### Профессор Пробениус объясняет:

При электролизе раствора поваренной соли возникают, как ты уже знаешь из опыта 71, хлор и едкий натр. В последнем опыте благодаря перемешиванию ты достиг того, что оба продукта реакции частично соединились. Возникает что-то наподобие хлорного отбеливателя. При добавлении кислоты (гидросульфата натрия) из хлорного отбеливателя высвобождается хлор.

Раньше домохозяйки отбеливали цветные вещи с помощью хлорного отбеливателя или раствора хлорки.

Также в используемых сегодня чистящих средствах частично содержатся вещества, подобные хлорке. Такие вещества ни в коем случае нельзя смешивать с кислотными реагирующими чистящими средствами. Как показали последние опыты, при этом может выделяться хлор в опасных для жизни количествах.

Сегодня все больше становится популярным использование хлора для отбеливания бумаги, соломы, хлопка и других материалов.

Могут возникать вредные вещества, которые через сточные воды попадают в окружающую среду. Кислородные отбеливатели с перекисью водорода по сути экологически безвредны.

## 20. Известь и гипс

Когда речь заходит о металлах, ты, наверное, в первую очередь представляешь себе железо и медь, свинец и алюминий, цинк и олово, но вряд ли вспоминаешь о легких металлах типа магния и кальция. И тому есть свои причины. Легкие металлы, например магний и кальций, натрий и калий, ты почти не видишь в повседневной жизни. Эти металлы ищут связи с другими элементами, существуют почти всегда в соединениях. Так кальций соединяется с кислородом в оксид кальция, белый порошок, который также иногда называют обожженной известью. Название связано с тем, что это соединение технически возникает при сгорании углекислой извести (карбоната кальция). Добавь к извести точно обозначенное количество воды и ты получишь гидроксид кальция. Люди, занятые в промышленности, называют это «гашением», а гидроксид кальция поэтому получил наименование «гашеной извести».

**Почему цементный (известковый) раствор становится твердым**

**175** Смешай 2-3 шпателя гидроксид кальция с несколькими каплями воды так, чтобы возникла суспензия, пригодная для нанесения (намазывания). Скатай несколько шариков из нее и оставь на воздухе на несколько дней. Они станут очень прочными.

**176** Залей несколько шариков в пробирку уксусом. Начнут возникать пузырьки газа. Ты можешь ускорить образование газа, если нагреешь пробирку. Направляй возникающий газ в пробирку с известковой водой. Помутнение говорит нам о наличии диоксида углерода. Он возникает из этих шариков.

### Профессор Пробениус объясняет:

Затвердевание цементного раствора происходит потому, что гидроксид кальция соединяется с содержащимся в воздухе кислородом и образует карбонат кальция. Цементный раствор становится при этом таким твердым, что может соединять, скреплять между собой камни или же служить штукатуркой для стен. Говорят: «цементный раствор затвердевает (схватывается)». В отличие от проведенного нами эксперимента, в реальной жизни стены покрывают гашеной известью с соответствующим количеством песка.

Известковый раствор служит сегодня в качестве цемента. Цемент — это смесь различных соединений, которая для затвердевания нуждается в диоксиде углерода, поэтому цементную смесь соединяют с водой.

При скреплении цементных шариков высвобождается — как мы это наблюдали в опыте 176 — диоксид углерода и, благодаря известковой воде, становится видимым.

При изготовлении «цементных шариков» в опыте 176 полученный диоксид углерода высвобождается благодаря уксусу и может наблюдаться нами благодаря известковой воде.

Впрочем, при обнаружении диоксида углерода с помощью известковой воды происходит схожий химический процесс, что и при получении известкового раствора: гидроксид кальция превращается в карбонат кальция благодаря присоединению диоксида углерода. Так как осадок, возникающий при обнаружении диоксида углерода — ты уже знаешь это из части 1 — представляет собой ни что иное как хорошо разделенный на части карбонат кальция.

### Раковина улитки и яичная скорлупа

Карбонат кальция является однако намного более искусным мастером перевоплощений. Это может произойти в чайнике или раковине улитки, в яичной скорлупе или мраморной колонне. Все, что нужно тебе для проведения исследования, это немного уксуса, или уксусной эссенции (25% уксусная кислота).



Доменная печь для изготовления обожженной извести



Гидроксид кальция — едкое.  
Примечания на стр. 7





### Профессор Пробениус предупреждает:

Уксусная эссенция едкая и поэтому должна быть разбавленной при использовании в пищу. Для использования на кухне ее разбавляют водой в пропорции 1:4. Если эссенция попала на кожу или в глаза, то нужно тотчас промыть водой! При контакте с глазами смотри на указания к действию в главе о первой помощи и отправляйся ко врачу!

**177**

Слегка смочи пустой дом улитки (раковину) уксусом или соответственно уксусной эссенцией. Вспенивание происходит из-за возникающего диоксида углерода, который высвобождается из карбонат кальция (содержащегося в раковине) благодаря уксусной кислоте. **A3**

**178**

Возможно, ты уже когда-то наблюдал, как в чайнике порой образовывается желтовато-серый налет: так называемая накипь. Залей некоторое количество накипи уксусом. И ты также будешь наблюдать бурное выделение газа диоксид углерода или соответственно карбонат кальций. Накипь возникает из-за «жесткой», т.е. содержащей гидрокарбонат кальция, воды (стр.52). Так как накипь поглощает много тепла, то она время от времени отделяется от чайника. **A3**

**179**

Не так легко будет добыть кусочек мрамора; также есть большое количество различий между его видами. Легче всего дело обстоит с яичной скорлупой. Далее тебе нужно налить поверх скорлупы немного уксуса или уксусной эссенции и наблюдать, как на скорлупе станут возникать пузырьки газа. Ты также можешь этот газ переместить в известковую воду (тогда нужно нагреть яичную скорлупу в пробирке). **A1**

### Вопрос 32:

Докажи, что диоксид углерода выделяется в свободном виде в проделанных тобой экспериментах, что исследуемые вещества действительно содержат карбонат кальция?

### Гипсовая нога — рассмотрим с точки зрения химии

Особо экстремальные лыжники могут однажды сломать ногу. Тогда им необходимо некоторое время ходить с гипсовой повязкой. Почему для этой цели используют именно гипс? Ответ мы поищем в следующем эксперименте.

**180**

Смешай в мерном стаканчике немного сульфата кальция — так в научной среде называют гипс — и воды, чтобы возникла густая суспензия. Спустя некоторое время гипс совсем затвердеет. **A3**

Тоже самое можно сказать и о гипсовой повязке, которая заботится о том, чтобы поврежденная нога постоянно находилась в полном спокойствии и могла бы правильно срастаться. Гипс и гашеная известь, которая также затвердевает при соединении с водой, это два различных вещества, и это мы докажем в следующем эксперименте.

**181**

Нагрей пробирку с гашеной известью, т.е. гидроксидом кальция, и уксусом. Спустя некоторое количество времени возникнет бесцветный раствор. Повтори опыт с гипсовым порошком. Здесь спустя несколько минут нагревания гипс не растворится, в отличие от извести. **A1**

**182**

Влей в пробирку с уже затвердевшими шариками гипса немного уксуса или уксусной эссенции. Ты можешь — в отличие от опыта 176 — уже не наблюдать образование газа, и тоже самое при нагревании. **A1, A3**



### Профессор Пробениус объясняет:

Когда гидроксид кальция и карбонат кальция растворяются уксусом, ему противостоит сульфат кальция — гипс. Да, гипс даже не разрушается кислотой, применяемой в химических лабораториях. Также происходят различные процессы при затвердевании известкового раствора и гипса. В первом случае гидроксид кальция превращается в карбонат кальция благодаря присоединению диоксида углерода (из карбоната кальция можно извлечь диоксид углерода с помощью кислоты). Во втором же случае сульфат кальция затвердевает при соединении с водой. Такую воду, которая включается в состав другого вещества, называют кристаллизованной водой.

### Поговорим о кристаллизованной воде

Ты можешь легко установить, что гипс присоединяет в свой состав кристаллизованную воду при затвердевании.

**183**

Нагрей затвердевший гипс в сухой, немного наклоненной вниз пробирке. Кристаллизованная вода будет конденсироваться вблизи входного отверстия пробирки в форме маленьких капель. **А3**

**184**

Добавь в сухую, горизонтально расположенную (благодаря зажиму) пробирку немного сульфата кальция и нагревай в течение 8 – 10 минут. Ты можешь наблюдать, как вода конденсируется на не нагреваемом конце пробирки. **А3**

### Вопрос 33:

Что из этого следует?

**185**

Добавь несколько капель воды к осадку, оставшемуся от опыта 184. Смесь размягчится. **А3**

### Профессор Пробениус объясняет:

В природе гипс встречается чаще всего в форме, богатой кристаллизованной водой. При умеренном нагреве (до 160 градусов по Цельсию) гипс теряет три четвертых всей содержащейся в нем кристаллизованной воды и переходит в порошкообразное обожженное состояние. Добавь к обожженному гипсу воды, и он впитает ее в себя при нагревании. При этом возникают тонковолокнистые, спутанные друг с другом кристаллы — и гипс затвердевает. Если извлечь из гипса еще оставшуюся четверть кристаллизованной воды — как в опыте 184 три четвертых, то получится гипс, не содержащий вообще кристаллизованную воду, который затвердевает при добавлении воды очень долго и отсюда не пригоден ни для гипсовых повязок, ни для использования в качестве строительного раствора в домашнем хозяйстве. Говорят, это гипс «пережженный». Возможно, что ты спросишь, почему мы столько времени говорим о кристаллизованной воде, а потому, что она окружает нас повсюду. Хотя химики говорят здесь о кристаллах, которые любитель (дилетант) вряд ли сможет распознать, но в гипсе есть действительно очень красивые кристаллы: в форме стекловидных, прозрачных листов. Так как эти гипсовые листы использовались для защиты изображений богоматери, то эту форму гипса называли также и «слюдой» (селенитом).



*Гипсовый кристалл*

### Фальшивомонетчик на предприятии

Ты никогда не «отливал» свинец? Если да, то знай, что это серебряный и блестящий металл, который можно плавить в пламени от костра и затем остужать при наливании в холодную воду, создавая произведения искусства, по которым предсказывают будущее. Обычно, речь идет не о свинце в чистом виде, а о сплаве, содержащем свинец. Сплавы — это смеси различных металлов и ты можешь изготовить из них несколько «фальшивых монет».





### Профессор Пробениус предупреждает:

Внимание! Опасность! Долгий контакт с сплавами, содержащими свинец, может иметь отрицательные последствия для здоровья. Проводи эксперименты при открытом окне и после обязательно вымой руки!

- 186** Для начала приготовь гипсовый раствор как в опыте 180 и нанеси гипсовый слой толщиной в 1 см на дощечку или картонку. Разгладь поверхность, и помести монетку или медаль, предварительно смазанную растительным маслом, чтобы верхушка немного выглядывала над слоем гипса. Подожди несколько минут и приподними монетку, но очень осторожно (если возможно, то чем-нибудь острым). Ты создал гипсовый слепок. Подожди, пока гипс не затвердеет до конца. Теперь расплавь в старой ненужно ложке свинцовую фигурку и вылей в гипсовое углубление. Спусти некоторое количество времени ты можешь извлечь оттуда свою фальшивую монетку. Твоя монета имеет изъян, так как проштампована лишь с одной стороны. Опыт не всегда может удался, так как сплавы из разных металлов имеют разную температуру плавления. Проще говоря, если ты используешь вместо сплава металлов лишь парафин (фигурка из парафина). **Аз**

## 21. Медь — полублагородный металл



Электролиз меди (сравни опыт 74)  
На этом «листе» осаждается медь

Такие металлы как кальций или магний, которые легко соединяются с кислородом или другими элементами, обозначают как «неблагородные». Также и с железом, о чем ты уже узнал в предыдущих главах, которое соединяется с атмосферным кислородом одновременно с добавлением воды. Продуктом такого соединения является ржавчина. Платина, золото, серебро, напротив, не поддаются воздействию кислорода, они сохраняют свой металлический блеск. Эти металлы называют благородными металлами. Медь занимает срединное положение между ними, и называется полублагородным металлом. При особых условиях, например, высокие температуры, медь соединяется с кислородом и другими элементами.

### Когда медная проволока становится черной...

- 187** ...это может иметь под собой различные основания. Подержи один конец медной проволоки над огнем свечи. Медь мигом — как нож в опыте 142 — покроется слоем копоти. Убедись в том, что сажа легко стирается с поверхности листком бумаги или тряпкой.

- 188** Держи очищенную медную проволоку над огнем от спиртовки. Она станет темнее. Во время нагревания ты увидишь красивую «игру цветов» на проволоке. Попытайся после охлаждения проволоки натереть ее до блеска. Тебе это вряд ли удастся.

- 189** Сделай из одного конца медной проволоки несколько завитков (намотав ее на карандаш) икрепи спираль на ложке. Налей в пробирку на 2-3 см в высоту денатурированного спирта. Нагревай спираль медной проволоки над пламенем спиртовки, пока она не станет черной, и тогда опусти ее в спирт. Она зашипит, начнут подниматься пузырьки газа и проволока станет еще более блестящей, чем прежде.



### Профессор Пробениус объясняет:

Медь нагревают на сильном огне, тогда металл может соединиться с атмосферным кислородом и покрыться черным оксидом углерода. Соедини нагретый оксид меди со спиртом, т.е. этиловым спиртом, тогда оксид меди вытеснит из себя кислород в спирт, а блестящий металл медь вновь вернется в свое первоначальное состояние. Характер металла как полублагородного обнаруживается в том, что медь легко отделяется от кислорода вновь и вновь. С окисью железа опыт вряд ли бы удался.

### Медь исчезает и вновь возникает

Сейчас мы хотим растворить медь. Естественно, не в воде. Химик использует для этого серную или азотную кислоту. Мы возьмем соль: гидросульфат натрия.

**190** Отщипни от медной проволоки кусочек 1 см в длину и помести его в сухую пробирку вместе с 2 шпателями гидросульфата натрия. Зажми в тиски пробирку вблизи отверстия (смотри указание на стр. 42) и нагревай. Гидросульфат натрия станет плавиться и из входного отверстия пробирки станет улетучиваться водяной пар. Гидросульфат натрия содержит — как и гипс и сульфат меди — кристаллизованную воду. Когда вода испарится, начнется процесс окрашивания расплавленной соли в зеленый, далее зелено-голубой. Одновременно улетучится пар диоксид серы, запах которого едок и остр.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Диоксид серы действует едко при вдыхании; раздражает глаза и органы дыхания! При проведении опытов с ним нужно открыть окна! При недомогании ведай себя согласно предписаниям в Главе о первой медицинской помощи в пункте 3 и немедленно иди к врачу!

Если ты, спустя 2-3 минуты, прекратишь нагревание, то можешь увидеть, как солевой расплав вновь станет затвердевать.

**191** Подожди, пока не охладится пробирка. Теперь добавь воды на 5-6 см в высоту. Вновь начни процесс нагревания! Затвердевший соляной раствор вновь растворится. Медная проволока или исчезнет полностью или же станет заметно тоньше. Она действительно растворится. Сохрани половину раствора для проведения опытов 196 и 198.

**192** Во вторую половину бледно-голубого раствора помести железный гвоздь. Наблюдай, как гвоздь начнет изменять свой внешний вид. **A4**

**193** Повтори опыт с раствором сульфата меди (добавь на кончике шпателя голубые кристаллы в воду). **A4**

### Профессор Пробениус объясняет:

Если нагревать медь с гидросульфатом натрия, то возникнет сульфат меди и диоксид серы. В опыте 192 с бледно-голубым раствором речь идет о растворе сульфата меди. Также это не удивительно, что в опыте 192 и 193 мы видели схожие результаты: Железный гвоздь покрывается темным красно-коричневым слоем. Красно-коричневое покрытие это ни что иное как металлическая медь. Добавь неблагородный металл в раствор с благородным металлом (в нашем случае железо в раствор сульфата меди), и неблагородный металл спустя некоторое время растворится и вытеснит благородный металл из раствора.

### Вопрос 34:

Описанные в опытах 192 и 193 реакции ты вновь используешь на практике. Где?



Гидросульфат натрия — едкое.  
Сульфат меди — опасно для здоровья и окружающей среды.  
Указание на стр. 7/8



## Горшок из меди и уксусная кислота

Тебе нужно достать немного меди, чтобы преобразовать затем в некоторые соединения: нагрей медь над спиртовкой, нагрей с гидросульфат натрия. Речь пойдет также о незначительных энергетических затратах.

**194**

Добавь в пробирку немного уксуса и кусочек светлой и гладкой медной проволоки, такой длины, чтобы выступала немного над поверхностью уксуса. Спустя 1-2 дня на выступающем над уксусом конце проволоки образуется зеленый налет. **A3**



### Профессор Пробениус объясняет:

Этот налет на быденном языке называют «ярь-медянка». Он возникает из содержащейся в уксусе уксусной кислоты и меди. Этот налет ядовит, поэтому кислые блюда нельзя хранить в посуде из меди. Также и с другими соединениями меди — например, сульфат меди — они вредны для здоровья, а для микроорганизмов (водоросли, грибы, бактерии) они губительны. Соединения меди поэтому используют в производстве ядохимикатов для защиты растений. Возможно, ты однажды уже видел на виноградниках светло-голубую медную гашеную известь. Также ты можешь сохранить свежесрезанные цветы намного дольше, если добавишь в вазу кусочек медной проволоки или медную монетку. Образуется след растворимого соединения меди.

### Обнаружим медь...

Если у тебя есть кусочек проволоки, но ты не уверен, медь ли это — определи ее по красно-коричневой окраске. Намного тяжелее, когда тебе необходимо обнаружить медь в сильно разбавленном растворе сульфата меди. Ты уже знаешь один способ: опыт с железным гвоздем. Однако ты можешь вывести из раствора для обнаружения меди не только красно-коричневый металл. Ты можешь также преобразовать медь в другие характерно окрашенные соединения. Это мы сделаем позднее.

Xn

Xi



**Хлористый аммоний** — опасно для здоровья.

**Карбонат натрия** — раздражающее.

Заметки стр. 7 / 8

**195**

Добавь на кончике шпателя сульфат меди в наполненную на половину водой пробирку. Голубой цвет сульфата меди едва виден. Во вторую пробирку добавь на 5 см в высоту воды и по 2 шпателя хлорида аммония и карбонат натрия. Добавь полученный раствор к половине сильно разбавленного сульфата меди. **A5**

**196**

Повтори опыт с половиной раствора сульфата меди, оставленного в опыте 191. **A5**

### Профессор Пробениус объясняет:

Голубой цвет происходит из-за соединения меди-аммиака, с которым ты уже познакомился в опыте 15 при выявлении симпатических чернил. Карбонат натрия также как и гидроксид кальция высвобождает в ходе реакции аммиак из хлорид аммония. Другим средством обнаружения, как ты уже узнал ранее, является гексаноферрат калия (II), желтая кровавая соль.

**197**

Добавь на кончике шпателя гексаноферрат калия (II) в пробирку с водой, на 3-4 см в высоту, далее налей несколько капель полученного раствора к остатку сильно разбавленного раствора сульфата меди из опыта 195. Возникнет коричневый осадок. Ты можешь разбавлять раствор сульфата меди и дальше и тогда получишь более четкую коричневую окраску.

**198**

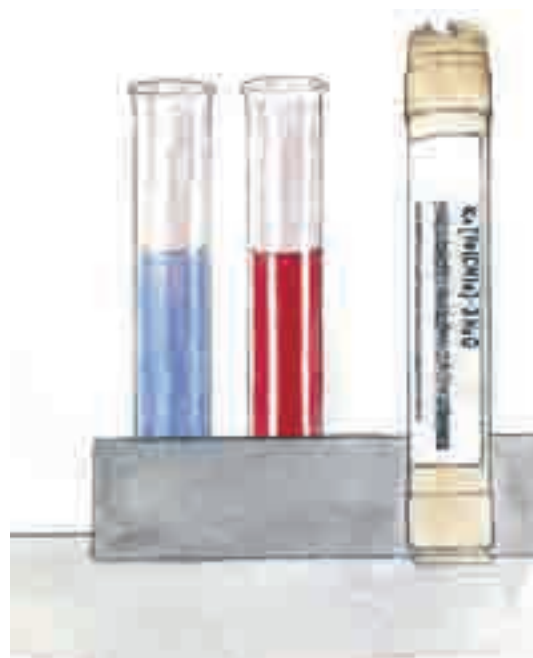
Повтори опыт с оставшимся самостоятельно полученным раствором сульфата меди из опыта 191.

Коричневый осадок из опытов 197 и 198 не так легко отделить, ты можешь в виде исключения вылить незначительную часть остатка соединения меди в сливное отверстие раковины.

### Профессор Пробениус объясняет:

Коричневый осадок, возникший при обнаружении меди с помощью гексаноферрата калия (II), соответствует берлинской лазури, с которой ты познакомился в главе о чернилах для тайнописи и с которой мы встретимся вновь в следующей главе.

Реакции по обнаружению, которые ты ранее провел, являются обычным явлением в химических лабораториях. Химики получают не только новые вещества, но и также исследуют уже имеющиеся на состав и чистоту. Чем выше мы предъявляем требования к защите окружающей среды, тем больше требований предъявляют химику, к его знаниям и возможностям, например, при сборе сведений о вредных веществах, содержащихся на Земле, в воде, воздухе и продуктах питания. Такие исследования обозначают термином Анализ. Слово пришло из греческого языка и обозначало «распутывание, разрешение».



Гексаноферрат калия (II) — средство для обнаружения железа и меди

### И сульфат меди также содержит кристаллизованную воду

**199** Добавь 1 шпатель кристаллов сульфата меди в пробирку, сухую и изнутри, и снаружи, и зажди пробирку в тиски у входного отверстия, при этом легко наклонив пробирку (сравни указание на стр. 42). Нагревай кристаллы сульфат меди. Они будут распадаться на все меньшие и меньшие частицы, порошок белого или зеленовато-белого цвета. В ненагреваемой части пробирки будут конденсироваться капли: кристаллизованной воды.

**200** Подожди, пока пробирка не остынет до конца, чтобы ты смог дотронуться до нее рукой. Далее раздели белый порошок на 2 сухие пробирки и налей в одну из них воду. Белый порошок окрасится в голубой цвет. **A4**

Для следующего опыта тебе понадобится пятновыводитель, возможно, ты найдешь его дома.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Пятновыводитель может содержать вредные для здоровья вещества; сверх того сегодня все чаще в пятновыводителе содержатся легко воспламеняемые вещества (символ F). Обратите внимание на предостерегающие указания! Позаботьтесь о хорошей проветриваемости помещения! Не проводите опыты вблизи открытого огня. Остатки вещества должны испаряться на открытом воздухе (ни в коем случае не выливать в раковину)!

**201** К пробирке с второй половиной порошка из опыта 199 добавь немного пятновыводителя. Порошок не изменит свою окраску, останется белым. **Пятновыводитель оставь испаряться на открытом воздухе. Сульфат меди после добавления воды A4**



При нагревании голубых кристаллов сульфата меди образуется сульфат меди, отделенный от кристаллизованной воды

### Профессор Пробениус объясняет:

В опыте 199 ты смог выделить из кристаллов сульфата меди кристаллизованную воду. В итоге возник белый, не содержащий кристаллизованной воды сульфат меди. При добавлении воды речь идет вновь о форме голубого цвета, содержащей кристаллизованную воду. Белый порошок и бесцветная вода дают при соприкосновении голубые кристаллы. Однако такой волшебный эффект для тебя уже не является загадкой.

Слово «пятновыводитель» обманчиво. Это средство для удаления трудновыводимых пятен вовсе не содержит воду. Пятновыводитель также не может помочь перейти сульфату меди, не содержащему кристаллизованной воды, в голубое соединение, содержащее кристаллизованную воду.

### День и ночь

К концу наших экспериментов с медью я хочу показать еще один фокус по преобразованию этого вещества.





**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Примечания на стр. 7 / 8

**202**

Добавь 1 маленький шпатель сульфата меди и 2 маленьких шпателя карбонат натрия в пробирки, наполненные каждая на 3 см в высоту водой, а затем смешай оба раствора. В пробирке образуется осадок, цвета голубого неба. Это твой «день».

**203**

Помести кипятыльник в голубой раствор и нагревай.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Следи за тем, чтобы пробирка не была направлена отверстием на тебя или другого человека!

Спустя несколько секунд ты увидишь темные полосы и надвигающиеся на твое голубое небо тучи и спустя еще некоторое время нагревания содержимое пробирки станет полностью черного цвета. Наступила «ночь».

**204**

Ты можешь вновь сделать так, чтобы из ночи возник день. Добавь к черному раствору 1 шпатель гидросульфат натрия (внимание, действует как раздражитель! Указание на стр. 8!) и начни нагревать. Помутнение исчезнет и вновь будет ясное голубое небо. Если ты добавишь к охлажденному раствору карбонат натрия, то вновь наступит ночь. **Вещества: A4; Осадок: A6**

#### Профессор Пробениус объясняет:

При соединении растворов сульфата меди и карбонат натрия образуется цвета голубого неба карбонат меди. Этот голубой осадок разлагается при нагревании и образует черный оксид меди. При нагревании с раствором гидросульфат натрия оксид меди растворяется и ты вновь получаешь раствор сульфата меди, из которого получается при добавлении раствора карбонат натрия вновь голубой осадок. Карбонат меди также возник в природе: малахит.

Малахит (шлифованный)



## 22. Железо — металл номер один в промышленности



Большая доменная печь для производства более 6000 тонн чугуна в день

Железо — с давних времен известный человечеству и используемый металл. Уже после 1400 до н.э. в малой Азии жившие там хетты использовали железо в производстве. Первая доменная печь, в которой плавил железо из исходного материала, железной руды, возникла примерно в районе 1350го. Современные доменные печи выглядят примерно так, как это показано на картинке слева.

В железной руде железо связано с кислородом или серой. Содержащие серу соединения железа сначала преобразовывают в оксид железа, далее в доменных печах происходит высвобождение металлического железа из оксида железа. Весь процесс — от руды к металлу — называется плавка (выплавка металла из руды). Железо однако играет большую роль не только в качестве металлического материала, его можно также встретить и там, где это невозможно себе представить.

#### Берлинская лазурь обнаруживает железо

В пятой главе ты уже использовал раствор железа в качестве симпатических чернил и гексаноферрат калия (II) — желтую кровяную соль — в качестве «проявителя». При следующем отслеживании железа нам понадобится раствор реактива, в который ты добавишь в наполненную наполовину водой пробирку 1 шпатель гексаноферрат калия (II). Для добавления раствора реактива используй пипетку.



**205** Добавь на кончике шпателя двойной сульфат железа (III) аммония в наполненную наполовину водой пробирку и добавь также несколько капель раствора реактива. Содержимое пробирки окрасится в голубой. Если ты присмотришься повнимательней, то увидишь, что речь идет о очень красивом голубом осадке, который через некоторое время опустится на дно пробирки. **A1**

**206** Теперь мы хотим исследовать «правильное», т.е. металлическое железо. Встряхни пробирку с добавленными заранее на кончике шпателя железными опилками и раствором реактива на 2 см в высоту. И после долгого встряхивания ничего не произойдет. **A1**

**207** Нагревай 4-5 минут пробирку с добавленными туда на кончике шпателя металлическими опилками и 2 шпателями гидросульфата натрия, а также наполненную 2 см в высоту водой. Перелей раствор в другую пробирку, разбавь водой и добавь несколько капель раствора реактива. Возникнет светло-голубой осадок, у которого цвет будет становиться еще более глубоким со временем. Добавь несколько капель раствора перекиси водорода. Содержимое пробирки окрасится в темно-синий. **A1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Металлическое железо, например, железные опилки или проволока, не вступают в реакцию с гексаноферрат калием (II); железо может существовать в растворенном виде, как в случае с двойным сульфатом железа (III) и аммония. В опыте 207 гидросульфат натрия растворил совсем немного железа. Возник сульфат железа, точнее: сульфат железа (II). Сульфат железа (III) образуется из сульфата железа (II) благодаря кислороду, содержащемуся в воздухе, но реакция может протекать быстрее благодаря перекиси водорода, богатой кислородом в своем составе. Сульфат железа (III), как и двойной сульфат железа (II) и аммония, порождает реакцию берлинской лазури.

Что же касается римских цифр в скобках в наименовании вещества, то об этом я тебе расскажу позднее, уже не в этой книге. Для этого тебе нужно знать немного об атомах, и структурных компонентах веществ.

Тебе нужно сперва всего лишь наблюдать, как происходит возникновение берлинской лазури благодаря гексаноферрат калию (II) и соединению железа (III).



**Гидросульфат натрия** — очень едкое.  
Инструкции на стр. 8



#### Железо в золе и минералах

**208** Добавь в пробирку 4-5 шпателя пепла от сигареты или сигары, воды на 3-4 см в высоту, и 1 шпатель гидросульфата натрия. Вставь кипятильник и нагревай 1 минуту. Профильтруй черным отвар и смешай чистый фильтрат с 8 – 10 каплями раствора гексаноферрата калия (II). Ты увидишь слабое окрашивание в зеленый цвет. При добавлении перекиси водорода цвет станет интенсивнее. **A1**

**209** Повтори опыт с небольшим количеством древесной золы из камина или костра. **A1**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Листья табака содержат, как и листья многих других растений, незначительное количество железа. Это железо жизненно важно не только для растений, но и для животных и человека. Так, недостаток железа может послужить причиной болезни — малокровия. При этом заболевании могут помочь продукты, содержащие железо, например, лук-сорода, какао, свиная печень.

В случае, если в вашей семье все ведут здоровый образ жизни и не курят, ты можешь использовать для проведения эксперимента листья салата или шпината, которые содержат железо. Однако в растениях содержание железа относительно ничтожно, и поэтому при обнаружении железа с помощью ранее проведенного опыта цвет окрашивания — зеленый, а не берлинская лазурь.



**Гидросульфат натрия** — очень едкое.  
Инструкции на стр. 8



Карьер охры в Ростреле в южной Африке

Уверен, что во время путешествий ты не раз видел красный песчаник или красную землю. Если у тебя нет возможности взять пробу этой земли, то ты можешь использовать для следующего опыта несколько частиц кирпича.

**210**

Измельчи кусок камня или кирпича как можно лучше, до порошкообразного состояния, с помощью молотка, когда кусочки кирпича расположены между двух листов бумаги. Смешай в пробирке 2 шпателя порошка и 1 шпатель гидросульфат натрия и также залей все это водой на 2-3 см в высоту. Нагревай несколько минут и профильтруй. Добавь к полученному фильтрату такое же количество воды и 8-10 капель твоего раствора гексаноферрат калия (II). Получится четкий окрас в голубой цвет, без всякого добавления раствора перекиси водорода. **A1**

**Вопрос 35:**

Что отсюда следует?

**Профессор Пробениус объясняет:**

Цвет красного песчаника говорит нам о том, что в нем содержится оксид железа. Также для изготовления красного кирпича используют горные породы, богатые оксидом железа. Он практически не растворяется в воде, и ты можешь преобразовать его для обнаружения самого железа в растворимом соединении. Это можно сделать при нагревании вместе с гидросульфатом натрия. Так как при оксиде железа речь идет о соединении железа (III), то и при добавлении раствора реагента также образуется берлинская лазурь. Здесь тебе не понадобится использовать перекись водорода.

**Берлинская лазурь в качестве индикатора**

**211**

Создай, как и в опыте 205, берлинскую лазурь и добавь раствор карбоната натрия. Голубизна исчезнет, содержимое пробирки станет желтоватым. При более внимательном рассмотрении ты обнаружишь, что осадок в растворе, в виде тонких хлопьев и буроватый, разделился. Если к этому раствору ты добавишь кислоты — например, уксуса или раствора гидросульфата натрия — то вновь возвратится голубой цвет. **A1**

Можно также использовать берлинскую лазурь в качестве индикатора для кислот и щелочей. Составь таблицу по свойствам лакмусовой бумаги, фенолфталеина и берлинской лазури. Когда можно комбинировать только лишь фенолфталеин и берлинскую лазурь?

**212**

Как и в предыдущем опыте, создай берлинскую лазурь и добавь несколько капель раствора фенолфталеина. Если ты сейчас добавишь к этой «смеси индикаторов» раствор карбоната натрия, то цвет сменится с голубого на красный. Логично! Так как при добавлении карбоната натрия берлинская лазурь обесцвечивается и возникает уже известное тебе окрашивание в красный благодаря фенолфталеину, а красный в свою очередь оказывается сильнее, нежели слабо-желтый окрас берлинской лазури. Добавь к красному раствору кислоты. После пенообразования цвет сменится сначала на зеленый, затем на голубой. **A1**

**Вопрос 36:**

Как ты объяснишь пенообразование раствора при смене цвета?

Смесь индикаторов становится голубой при добавлении кислоты, при добавлении щелочных растворов окрашивается в красный; она ведет себя противоположным образом, нежели лакмусовый краситель.

Индикатор	кислый	щелочной
Лакмус	красный	голубой
Фенолфталеин	бесцвет.	красный
Берлинская лазурь	голубой	бесцвет.

## 23. Небольшое путешествие в мир химии пищевых продуктов

Некоторые люди считают, что продукты питания не имеют ничего общего с химией или, по крайней мере, сами стараются не иметь с ней ничего общего. И поэтому, по их мнению, нужно отказаться от химии пищевых продуктов. Это мнение в корне неверно! Продукты питания содержат особые питательные элементы и некоторые другие жизненно необходимые субстанции: углеводы, жиры, белки, микроэлементы, витамины. Лишь когда знаешь состав различных продуктов питания, состоящих из ранее перечисленных субстанций, можно судить об их ценности для питания человека.

Химики пищевых продуктов заботятся также о том, чтобы потребитель получал только качественные продукты, например, масло, в которое не подмешивали маргарин и другие жиры. В целом, химики следят за тем, чтобы в продуктах питания не содержались запретные и вредные для здоровья добавки, которые часто добавляют недобросовестные производители для повышения урожайности и доходности продукции, например, используя добавки для кормления скота. Химики пищевых продуктов контролируют, кроме того, степень свежести продуктов, чтобы получатель не употреблял испорченных продуктов. В конце концов, они занимаются исследованием тех вредных веществ, которые неумышленно попали в состав продуктов питания, например, свинец в салате, ртуть в рыбе, удобрения в молоке. Также в задачи химика входит обнаружение возбудителей болезней (например, возбудитель губчатого энцефалита в рыбе). Как мы видим: нельзя обойтись без химиков пищевых продуктов.



*Химики пищевых продуктов исследуют качество и свежесть изделий пищевой промышленности и продуктов питания*

### Сахар и соль...

... выглядят очень схоже и поэтому смешиваются друг с другом. При этом речь идет о двух в корне различных субстанциях.

#### Профессор Пробениус предупреждает:

Остатки продуктов питания, которые ты брал для проведения экспериментов, нельзя возвращать обратно. Их следует выбросить!

**213**

Нагрей в старой, но чистой ложке, немного сахара, предварительно смочив его несколькими каплями воды. Сахар расплывется и возникнет желтая, пенистая масса. Перемести эту массу в другую ложку и разлей по порциям на влажной тарелке. После застывания можешь попробовать свои конфетки — приятного аппетита! Теперь ты можешь сам делать конфеты.

**214**

Ты можешь усовершенствовать свои конфеты, если к расплавленному сахару добавишь сгущенного молока. Нагрей свои «сливочные карамельки». Но лучше всего в этом случае нагревать смесь на сковороде, или маленьком ковшике.

**215**

Вновь добавь немного сахара в ложку, но нагревай в этот раз несколько дольше. Желтая смесь окрасится сначала в коричневый цвет, а затем совсем потемнеет. Парообразование станет сильнее и неожиданно содержимое ложки загорится. Оно будет гореть до тех пор, пока ты будешь нагревать ложку. Подожди, пока сахарная масса не обожжется полностью. В итоге получится пористый, черный остаток — углерод.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Черный углерод содержится в белом сахаре, пусть это тебя больше не удивляет. Также и с бесцветным или белым парафином, из которого изготавливают свечи, содержит углерод. Как нам показал последний опыт, сахар — в отличие от поваренной соли и многих других солей — чувствителен к нагреванию. Поваренную соль можно нагревать до 1000 градусов по Цельсию безо всяких химических изменений на химическом уровне. Другие соли, например, сульфат меди и гипс, при нагревании лишаются лишь кристаллизованной воды. Сахар напротив, распадается и при температуре намного меньшей, чем 200 градусов по Цельсию, когда возникают горючие газы и углерод отделяется. Мы, хими-



ки, можем доказать, что сахар состоит из углерода, водорода и кислорода. Также и в других продуктах питания, которые содержат питательные вещества, например, жир, белок, крахмал, происходит их разрушение при нагревании, а все эти питательные элементы содержат углерод.

### Глюкоза (виноградный сахар)

Разумеется, тебе знакомы эти круглые белые таблетки, которые вмиг заряжают энергией. Эти таблетки состоят из глюкозы. Глюкоза также поступает в продажу в виде белого порошка. Кроме того ее добавляют во многие виды конфет и леденцов.

**216** Добавь в равных пропорциях в одну пробирку порошкообразной глюкозы (в случае необходимости измельчи в порошок половину таблетки глюкозы), а в другую пробирку — обычный сахар. Наполни пробирки водой наполовину. Сильно взболтай, пока сахар не растворится, и отведай сахарного раствора. Раствор, где был добавлен обычный сахар, явно слаще на вкус. Чтобы обычный сахар отличить от глюкозы, нельзя надеяться на свой язык. Здесь профессиональный химик будет использовать более точные и изящные методы.

**217** Добавь в небольшое количество воды 1 шпатель сульфата меди и такое же количество винной кислоты и хорошенько взболтай все, до образования однородного раствора. Во второй пробирке тебе нужно приготовить раствор карбоната натрия. Медленно начни вливать карбонат натрия в первую пробирку, к смеси сульфата меди и винной кислоты. Не экономь раствор карбоната натрия, но при этом не выливай все содержимое второй пробирки.

**Вопрос 37:**  
Почему не выливать?

Содержимое пробирки будет становиться все темнее. Когда выделение газа из раствора прекратится, раствор приобретет синий цвет.

### Профессор Пробениус предупреждает:

Во время проведения следующих опытов со средством для обнаружения глюкозы тебе нужно заранее приготовить кипятильник и быть внимательным, чтобы раствор не попал на лицо или руки. Само собой разумеется, нужно надеть защитные очки на глаза.

**218** Добавь в пробирку синего раствора из предыдущего опыта на 1-2 см в высоту и также раствор глюкозы. Начни нагревание. Содержимое пробирки окрасится сначала в зеленый, а затем в желтый и, наконец, в кирпично-красный или красно-коричневый цвет. **A6**

**219** Повтори опыт, но на этот раз используй вместо глюкозы обычный сахар. Красный цвет останется без изменений. **A5**

Глюкоза и обычный сахар это два различных вещества. Красный цвет щелочного раствора сульфата меди и винной кислоты может служить помощником при обнаружении глюкозы. Немедленная отдача энергии от глюкозы свидетельствует о том, что глюкоза не переваривается, а сразу попадает в кровь.

### Сахар в кислых яблоках

То, что в сладких яблоках содержится сахар, тебе уже известно из главы 14. Почему бы сахару не содержаться и в кислых яблоках? Проведем эксперимент.



**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Винная кислота и карбонат натрия** — раздражающие.

Примечания на стр. 7 / 8





**220**

Раздави несколько кусочков яблок и добавь несколько капель от получившегося сока в пробирку, наполненную на 2 см в высоту средством для обнаружения глюкозы из предыдущего опыта. Добавь еще немного раствора карбонат натрия и начни нагревание. Красный цвет означает содержание глюкозы в кислых яблоках.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Глюкозу получают не только из винограда, как можно догадаться по происхождению слова, но и из множества других растений. В кислых яблоках содержание глюкозы ничтожно мало, сладкий вкус получается благодаря содержащейся в больших количествах кислоте. Мы не можем полагаться на наши вкусовые ощущения, но можем использовать наш химический обнаружитель, который сможет найти глюкозу, даже когда она содержится в небольших количествах. Схожим образом можно исследовать различные фрукты и овощи. И везде ты обнаружишь в составе глюкозу.



*Продукты, содержащие глюкозу*

#### Искусственный мед и пчелиный мед

**221**

Добавь в пробирку с водой немного обычного сахара и несколько кристаллов винной кислоты. Нагревай раствор до образования газа примерно в течение 3-4 минут. Давай исследуем несколько капель раствора с помощью обнаружителя глюкозы и ты наверняка удивишься! В этом случае содержимое пробирки будет красного цвета. **А6**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Обычный сахар добывается обычно из сахарной свеклы или сахарного тростника, поэтому его еще называют соответственно «свекольный сахар» и «тростниковый сахар». С точки зрения химии, речь идет о похожих веществах. Обычный сахар варят с добавлением кислоты, так смесь превращается в глюкозу и фруктозу. Впрочем, фруктоза является важным заменителем обычного сахара при диабете. Также обычный сахар расщепляется при изготовлении искусственного меда.

**222**

В небольшом горшочке нагревай смесь из столовой ложки сахара и половины кружки воды. Когда сахар растворится, добавь на кончике ножа винной кислоты. Если ты хочешь потом попробовать получившийся искусственный мед, купи в аптеке лимонной кислоты. Нагревай, постоянно помешивая, пока треть от изначального количества не испарится. Вязкая масса, образовавшаяся в горшочке — искусственный мед. Он состоит на три четвертых из глюкозы и фруктозы, оставшаяся часть — вода.

**223**

Добавь в пробирку несколько капель пчелиного меда и воду и мешай, пока мед не растворится. Исследуй этот раствор с помощью обнаружителя глюкозы. **А6**

Пчелиный мед также содержит глюкозу и фруктозу. Причем в таком же количестве, что и искусственный мед, отсюда его питательность и польза. Биологическое значение основывается на том, что в состав меда входит биологически активное вещество.

#### Без белка нет жизни!

Когда ты слышишь слово «белок», ты, наверное, представляешь себе белок от куриного яйца, из которого вылупляется цыпленок. Однако белок содержится не только в яйце, но еще и в мясе, молоке и многих других растительных продуктах. В отличие от сахара белок дает меньше энергии, но зато он служит компонентом — т.е. строительным материалом животного и человеческого организмов. Белок это главная составляющая постного мяса, если воздерживаться от воды.



*Продукты, содержащие белок*



Также к белковым веществам относят многие гормоны — сложносоединения, которые регулируют обмен веществ. Можно с уверенностью сказать: «Без белка нет жизни», так как человек и млекопитающие не могут заменить строительный белок в своем организме никаким другим веществом. Иначе речь идет уже об опасных заболеваниях с дефицитом белка. Так, теперь я хочу рассказать о том, как можно обнаружить белок, доказать его наличие.

**224**

Позаботься о том, чтобы найти на кухне немного яичного белка, если вы недавно готовили или собираетесь блинчики или яичницу-болтунью. Яичным белком называют густую, прозрачную субстанцию, которой защищен яичный желток. Добавь на 1 см в высоту яичного белка в пробирку и вылей затем ее содержимое в чистую консервную банку с горячей водой. Яичный белок затвердеет и побелеет, он свернулся.



**Медный купорос** — опасно для окружающей среды.

**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Примечания на стр. 7 / 8

#### Вопрос 38:

При каком процессе на кухне наблюдается схожая реакция?

**225**

Добавь к небольшому количеству яичного белка в три раза большее количество воды, перемешай и раздели получившийся раствор на 2 части по 2 пробиркам. В первую добавь несколько капель раствора сульфата меди. Белок свернется в густой осадок, окрашенный сульфатом меди в голубой цвет.

**226**

Добавь во вторую пробирку одну (!) каплю раствора сульфата меди. Появится легкое помутнение. Медленно добавляя раствор карбоната натрия: помутнение исчезнет и содержимое пробирки окрасится в фиолетовый. Этот окрас служит опознавательным признаком для белка. Этот процесс называется биуретовой пробой.

**227**

Размельчи кусочек сырого мяса в пробирку, наполовину заполненную водой. Отдели чистый «мясной раствор» от мясных кусочков с помощью фильтра. Его половину нужно нагревать над спиртовкой: ты увидишь образование густого, белого помутнения.

**228**

Проведи биуретовую пробу со второй половиной раствора. Постепенно произойдет окрашивание раствора в фиолетовый цвет. **Опыты 225, 226, 228: оставшийся раствор сульфата меди: А4; продукты реакции: А1/А3**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Никаких сомнений! Белок содержится не только в яйцах, но и в мясе, он свертывается при нагревании и с ним можно проводить биуретовую пробу. Это проба получила свое название от слова «биурет», вещество, которое проявляет схожий с сульфатом меди цвет. Опыт 225 четко и ясно показал, что сульфат меди приводит к свертыванию белка. То же самое происходит и с другими солями тяжелых металлов, например, солями свинца, кадмия или ртути. Вредное воздействие этих веществ заключается в том, что жизненно важное аутогенное белковое вещество плохо функционирует в свернутом, загустевшем состоянии.

#### Молоко — универсальное питательное вещество

Оставьте на несколько дней свежее, не подвергавшееся обработке молоко в холодильнике, на поверхности молока возникнет густая масса — сливки. Сливки состоят на четверть из жира, в нормальном состоянии в форме маленьких микроскопических шариков. Когда молоко долго стоит, то к его поверхности поднимается легкий жир: молоко превращается в сливки. Из них делают масло, которое состоит по большей части из жира. Молоко, продаваемое в магазинах, большей частью гомогенизированное, т.е. жир от него практически полностью отделен, поэтому молоко не загустевает, образуя сливки. Лучше всего использовать для проведения следующего опыта обезжиренное, диетическое, молоко из магазина.



**229**

Наполни пробирку наполовину обезжиренным молоком и начни нагревание над спиртовкой. Молоко, однако, не должно закипеть. Добавь немного уксуса в пробирку: молоко свернется хлопьями. Речь идет о схожем процессе, который происходил при скисании молока в холодильнике. Как ты уже ранее узнал, скисание молока вызывается молочной кислотой. Последний опыт нам показал, что процесс свертывания может происходить и благодаря другим кислотам, например, уксусной кислоте.

**230**

Мы хотим отделить этот осадок в виде хлопьев с помощью фильтра от жидкости, содержащей уксус. Однако, мы не будем использовать фильтровальную бумагу, а возьмем старую, но чистую тряпку из холста или кусочек постельного белья, или отслуживший носовой платок. Положи эту тряпку поверх банки и закрепи резинкой. Маленькими порциями вливай в банку через фильтр содержимое пробирки. Жидкость, которая прошла через фильтр в сосуд, будет нами использоваться в следующем опыте. Выжми платок и оставь его сушиться.



#### Профессор Пробениус объясняет:

Желтоватая, постепенно затвердевающая, сгущающаяся масса состоит, в сущности, из белка, а именно из содержащегося в молоке белкового вещества казеина. Казеин, помимо жира и воды, содержит еще различные сорта сыра. При приготовлении сыропродуктов используют примерно схожий способ, что и в предыдущем опыте. Единственное — к молоку вместо уксусной кислоты добавляют сычужные ферменты, содержащиеся в телячьем желудке. В зависимости от содержания жира в используемом молоке получают обезжиренный сыр или сыр повышенной жирности.

**231**

Ты получил белок из молока, обезжиренного ранее. В итоге остался фильтрат (смотри предыдущий опыт) — почти бесцветная жидкость, которую эксперты называют молочной сывороткой. Добавь этой сыворотки в пробирку на 2-3 см в высоту, затем раствор карбоната натрия, чтобы нейтрализовать содержащуюся в сыворотке уксусную кислоту. Теперь приготовь как в опыте 217 сине-голубой раствор для обнаружения глюкозы. Нагревай в пробирке смесь на 4 см в высоту, половину которой составляет нейтрализованная молочная сыворотка, и другую половину — сине-голубой раствор. Начнет образовываться пар. И ты сможешь наблюдать уже известное тебе окрашивание в красный цвет. **A6**

#### Профессор Пробениус объясняет:

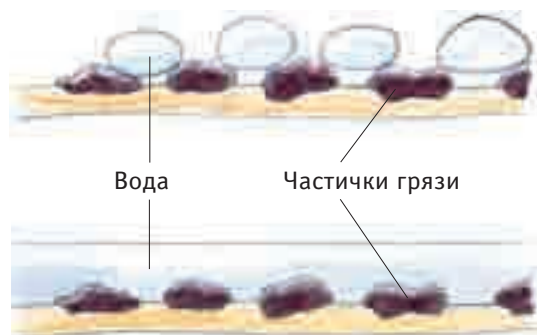
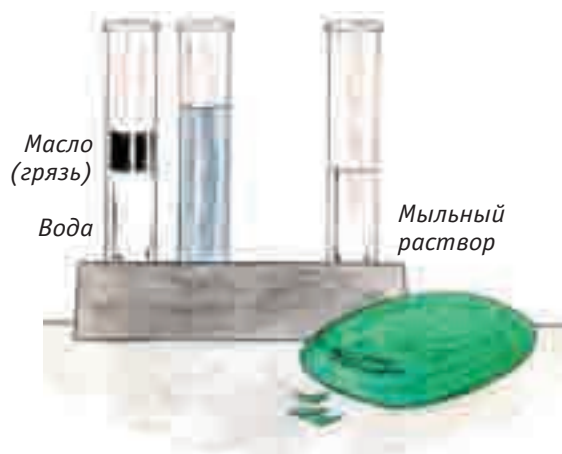
Окрашивание в красный цвет значит в данном случае, что в молоке содержится молочный сахар, или лактоза. Лактоза вступает в реакцию с сине-голубым раствором сульфата меди и винной кислоты, как и глюкоза и фруктоза. В ходе проведения исследований мы приходим к выводу о том, что молоко содержит жир, белки и сахар, т.е. наиважнейшие питательные элементы. Кроме того в молоке можно обнаружить соль и витамины. Теперь ты понимаешь, почему животные и человеческие детеныши не могут обходиться без молока в первые месяцы.



## 24. Вода, жир и мыло



Моющие и чистящие средства



В домашнем хозяйстве немалую роль играет процесс уборки. Начиная от мытья рук и стирки цветного белья и заканчивая использованием чистящих средств для различных целей. Осмотри кухню, ванную комнату, подвал и гараж и ты найдешь немало химических средств. Из существующих с давних времен и по сей день этих средств, в быту используется мыло. Оно возникло еще в третьем тысячелетии до рождения Христа в Передней Азии жившими там шумерами, и состояло из действующего как щелочь поташа (углекислого натрия) и растительных масел. Чтобы понять принцип его действия, нужно сначала познакомиться с его заклятыми врагами — водой и жиром.

### Заклятые враги — вода и жир

Почему жир плавает в супе в форме капель? Он легче воды и не смешивается с ней. Вода и жир не воздействуют друг на друга.

**232** Наполни пробирку водой наполовину и добавь немного пищевого растительного масла. Легкое масло плавает на поверхности воды. Закрой пробирку резиновой пробкой и хорошенько встряхни. Хотя жир временно и растворился в воде, но вскоре он снова поднялся к ее поверхности в форме капель. Вода и жир отталкиваются друг от друга.

**233** Смешай как в предыдущем опыте воду и жир. Добавь в пробирку немного пыли или угольного порошка (его ты можешь отскрести от угольной палочки) и хорошенько встряхни. Капли масла окрасятся сначала в серый, затем в черный, в то время как вода останется чистой, бесцветной. Оставь смесь для следующего опыта. Очевидно, что масло, жир, имеет особую силу притяжения для грязи. А теперь представь себе, что загрязненное масло попало на чистую одежду. Ополаскивание водой тут не поможет и на арену выступает мыло.

**234** Добавь в пробирку, наполовину наполненную водой, натертого на терке мыла, и половину полученного мыльного раствора вылей в пробирку с маслом из предыдущего опыта. Смешай и хорошенько взболтай! На этот раз вода и масло будут отталкиваться друг от друга не так быстро. Все содержимое пробирки кажется грязно-серого цвета. Жир и отсюда грязь равномерно распределились по всей воде. **A1**

### Профессор Пробениус объясняет:

Чистящая сила мыла основывается на том, что оно может вступать во взаимодействие с водой и жиром. Представь себе маленькие кусочки мыла в качестве крохотных палочек, которые имеют концы, гидрофильный и склонный к жиру. Склонный к жиру конец палки поворачивается в растворе к жирным частичкам, а гидрофильный конец к воде. Они окружают частички грязи и снаружи как бы закупоривают частичку грязи гидрофильными концами. И таким образом снижается отталкивающее действие между водой и жиром. Мыло служит причиной того, что грязь в воде хорошо измельчается и с помощью моющего щелочного раствора вымывается из ткани.

В процессе стирки мы можем наблюдать еще одну особенность мыла, которую ты уже ранее видел: снижение поверхностного натяжения воды. Ты уже наблюдал поднятие уровня воды в пробирке (опыты 45 и 46) и гибель швейной иглы (опыты 47 и 48). Поверхностное натяжение является причиной того, что небольшое количество воды принимает форму капли. А в форме капли вода не может нормально смачивать подлежащую чистке ткань, как это показано на рисунке слева. Мыло и другие чистящие средства — как показали опыты с поднятием уровня воды и швейной иглой — снижают поверхностное натяжение воды.

«Кожа» воды разрушается, и капли воды расплываются, растекаются. Щелок для стирки может применяться в составе чистящих тканей. Говорят, что вода «разряжается». Чистящие средства выполняют двойную задачу: Они разряжают воду и разделяют частички грязи в воде.

### Жесткая вода и кальциевое мыло

К сожалению, еще есть то, что усложняет нашу жизнь: «жесткая» вода. Чтобы изучить ее воздействие на мыло, тебе нужно сначала найти «мягкой» воды: в аптеке можно приобрести дистиллированную или, правильнее сказать, деминерализованную воду. Ее не получают при помощи дистилляции, как в опыте 92, смягченная вода пропускается через специальные синтетические смолы. Синтетическая смола связывает субстанции, отвечающие за жесткость воды. Этот метод умягчения воды требует гораздо меньших энергозатрат, чем дистилляция. Возможно, что у вас есть дома паровой утюг, для которого также необходим смягчитель воды.

**235** Добавь тонко наскобленного мыла в деминерализованную воду. Заполни пробирку до краев деминерализованной водой и мыльным раствором в равных пропорциях. Появится большое количество пены: это мерная шкала для измерения чистящей силы мыла.

**236** Повтори предыдущий опыт, но в пробирку помимо мыльного раствора добавь не деминерализованную воду, а водопроводную. Наблюдай образование пены!

**237** Добавь в пробирку, наполовину наполненную известковой водой, свежей минеральной воды. Возникнет уже известное тебе помутнение, ты его наблюдал при обнаружении диоксида углерода (в минеральной воде содержится диоксид углерода). Если будешь продолжать добавление минеральной воды, то осадок растворится (опыт 115). Налей в пробирку осветленного раствора до половины, и далее добавь немного твоего мыльного раствора и хорошенько взболтай! Пена не будет образовываться, лишь осадок в виде хлопьев. **A1**



Смягчитель воды для парового утюга

### Профессор Пробениус объясняет:

В ходе последнего эксперимента сначала возник карбонат кальция, а затем он преобразовался в гидрокарбонат кальция вследствие дальнейшего добавления минеральной воды. Эта растворимая кальциевая соль, соединяясь с мылом, образует осадок нерастворимого кальциевого мыла. Кальциевое мыло не обладает способностью к самоочищению, оно ее теряет в процессе мытья. Об этом свидетельствует также отсутствие пенообразования. Водопроводная вода содержит – помимо соли – в большем или меньшем количестве гидрокарбонат кальция. Отсюда пенообразование в большинстве случаев меньше, чем при использовании деминерализованной воды. Вода, которая содержит много гидрокарбонат кальция или схожего с ним по действию вещества, называется жесткой, о чем мы тебе уже говорили в главе 15.

### Снижаем жесткость воды

Стирка в жесткой воде имеет серьезный недостаток. Есть несколько методов снижения жесткости воды — старых и новых.

**238** Приготовь, как в опыте 237, раствор гидрокарбонат кальция. Нагревай его. Спустя некоторое количество времени можно наблюдать помутнение. Добавь в пробирку немного мыльного раствора и хорошенько взболтай. Получится пена. При нагревании раствора гидрокарбонат кальция мы вновь получим нерастворимый карбонат кальция, который не в состоянии образовать кальциевое мыло. Конечно, и водопроводная, и минеральная вода содержат не только гидрокарбонат кальция, но и также другие соли, которые образуют нерастворимое мыло: например, сульфат кальция, который ты знаешь из главы про гипс.

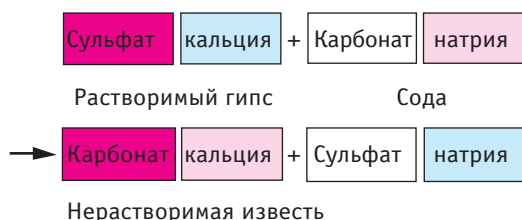




Xi



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
Инструкции на стр. 8



**239**

Добавь в пробирку, наполовину наполненную водой, 1 шпатель гипсового порошка. Подожди, пока не выпадет в осадок на дно пробирки нерастворимый гипс, затем перелей образовавшуюся жидкость в другую пробирку. Так называемая «гипсовая вода» содержит в растворенном виде сульфат кальция. Если ты сейчас подольешь к ней немного мыльного раствора, и взболтаешь, то образуется, как и в опыте 237, кальциевое мыло, а не пена. **A1**  
Вода, содержащая сульфат кальция, может и не смягчиться при простом нагревании, однако это случится при добавлении соды, т.е. карбонат натрия.

**240**

Добавь в пробирку, наполненную на 3 см в высоту гипсовой водой, сильного раствора карбоната натрия и начни нагревание. Наблюдай выпадение осадка, который состоит из карбоната кальция. Карбонат натрия преобразует растворимый сульфат кальция в нерастворимый карбонат кальция. Если ты сейчас добавишь мыльного раствора и хорошенько взболтаешь, то начнет образовываться пена.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Раньше домохозяйки замачивали белье перед добавлением моющего средства, так как в нем содержалась сода. И в наше время можно купить так называемую отбеливающую соду, которая помимо карбоната натрия содержит другие особые добавки. Описанные выше методы по смягчению воды имеют один недостаток. На белье оседает карбонат кальция. При использовании современных моющих средств, с которыми мы познакомимся позднее, после смягчения воды не остается нерастворимых осадков. Более того, сегодня смягчающим воду веществом обладают и туалетное и ядровое мыло, чтобы избежать ненужного расхода мыла. Посмотри на упаковку, видишь ли ты в разделе состава мыла обозначение EDTA (этилендиаминовый тетраацетат) или же глутамат натрия. При использовании такого мыла пенообразование при взаимодействии с водопроводной водой не такое сильное (опыт 236). Многие средства по смягчению воды борются сегодня с ее жесткостью (например, с образцом воды из опыта 237), но не всегда и не все делают это успешно.

#### Кислоты в свечах и мыле

**241**

Если у тебя есть настоящая белая стеариновая свеча, ты можешь провести очень простой и интересный эксперимент. Зажги свечу и накапай несколько капель воска на сухую полоску голубой лакмусовой бумаги. После застывания отскреби капли ножом и рассмотри полоску на свету. Место, где были капли воска, окрасилось в красный.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Как удивительно звучит: воскообразная масса свечи, стеарин, это смесь двух кислот, стеариновой и пальмитиновой. Обе эти кислоты также получают из столового жира, например, из масла. Они относятся к так называемым жирным кислотам. Существуют кислоты, которые не кислые на вкус. Ты наверняка не раз мог наблюдать, что наши органы чувств могут быть обмануты. Не нужно проводить опыт, если у тебя нет стеариновой свечи, так как простые свечи состоят из парафина, который не относится к жирным кислотам и поэтому реагирует не как кислота. С помощью последнего опыта ты можешь отличить дешевые парафиновые свечи от дорогих стеариновых. При попадании парафиновых капель на голубую лакмусовую бумагу цвет не меняется.

**242**

Давай вновь приготовим мыльный раствор из мыла и деминерализованной воды. Добавь немного кислоты, например, уксусной. И наблюдай сильное помутнение. При взбалтывании образуются хлопья, которые поднимаются вверх к поверхности жидкости. Возможно, что ты предположишь, что возникло кальциевое мыло.



Жиры и жирные кислоты



### Вопрос 39:

Почему на этот раз речь не идет о кальциевом мыле?

#### Профессор Пробениус объясняет:

Выпадение хлопьев в последнем опыте возникло из-за жирной кислоты. Также жирную кислоту содержит и мыло. Жир варят с раствором едкого натра, который реагирует как сильная щелочь, так происходит соединение содержащейся в жире жирной кислоты и содержащегося в растворе едкого натра натрия и получается мыло. Я тебе уже говорил ранее, что жир и мыло — родственники: Жирная кислота — это их общая составляющая.

Добавь к мыльному раствору кислоты, тогда мыло начнет разлагаться и выпадет хлопьями жирная кислота. Частички жирной кислоты, однако — в отличие от частичек мыла — не имеют смачиваемых гидрофильных концов. Поэтому они, как и кальциевое мыло, не пригодны для стирки; напротив, они смазывают грязные пятна (так как тянутся к грязи, а не к воде). Поэтому при стирке с мылом щелок для стирки реагирует не кисло (не как кислота). Также в этом отношении менее чувствительными являются и современные моющие средства.



#### Современные моющие средства имеют иммунитет против извести и кислоты

**243**

Наполни пробирку на три четверти водой и добавь 1-2 шпателя универсального моющего средства. Сильно взболтай, чтобы все хорошенько перемешалось (если нет, то придется фильтровать). В итоге образуется пена. Заполни пробирку наполовину раствором гидрокарбонат кальция, который ты получил в опыте 237, а также добавь немного твоего раствора с моющим средством и взболтай все. Наблюдай теперь еще большее пенообразование. Похожий на кальциевое мыло осадок на этот раз не появится. Схожий итог эксперимента ты наблюдал в опыте с гипсовой водой.

**244**

К оставшемуся раствору воды с моющим средством добавь немного уксуса или раствора гидросульфат натрия. В отличие от опыта 242 жирная кислота не появится в итоге.

#### Профессор Пробениус объясняет:

Используемые сегодня моющие средства почти не содержат мыла, вместо него используются моющие субстанции, маленькие частички которых, как и частички мыла, состоят из тянущегося к жиру и тянущегося к воде концов. Последние блокируют однако не только жесткость воды, но и кислотность, так что моющая сила сохраняется. Использование современных моющих субстанций делает излишним процесс смягчения жесткой воды. Но при эксплуатации стиральной машины жесткая вода ведет к отложению извести, которая влечет за собой не только увеличение потребления электрического тока, а и также может нанести ущерб нагревательному элементу. Современные моющие средства содержат специальные смягчители воды, которые не только задерживают соль, обуславливающую жесткость воды и выводят ее, но и также «давят» уже содержащиеся в пятне кальциевое мыло и мыло из солей тяжелых металлов и облегчают работу самой моющей субстанции. Здесь также частично используются часто фосфаты, которые имеют нежелательные побочные эффекты. Они ведут — совместно с используемыми в сельском хозяйстве фосфорными удобрениями — к «переудобрению» рек. Реки заболачиваются и водные пути засоряются. В химии для этого случая создали «смягчители», которые не обладают таким побочным эффектом, и в тоже время не содержат фосфатов.

Сегодняшние моющие средства содержат целую серию добавок, из которых мы еще рассмотрим отбеливатель, предназначенный в основном для уничтожения пятен от фруктов и вина.



Известковый осадок на нагревательном стержне стиральной машины



Рост водорослей при «перекармливании» фосфатами



**Перманганат калия** — окисляющее и вредное для здоровья и окружающей среды.  
**Гидросульфат натрия** — очень едкое.  
 Заметки стр. 7/8

**245** Наполни пробирку почти до краев водой, добавь на кончике шпателя сначала препарата перманганата калия, а затем столько же гидросульфата натрия. Раздели раствор на 2 пробирки. В первую добавь раствора перекиси водорода. Фиолетовый цвет исчезнет. Обесцвечивание может служить доказательством при обнаружении в растворе перекиси водорода. **A8**

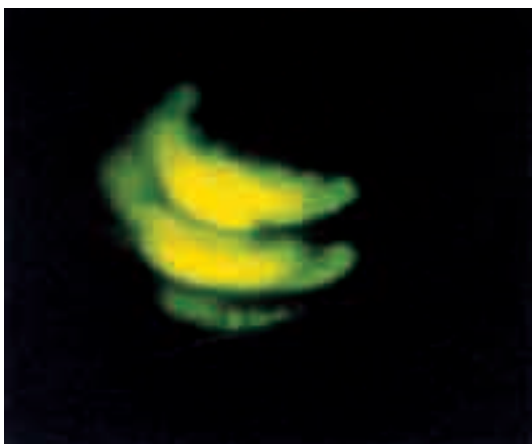
**246** Во вторую пробирку добавь на кончике шпателя в два раза больше чем в предыдущий раз универсального моющего средства, закрой пробирку пробкой и хорошенько встряхни. Пена, которая возникнет при взбалтывании, прямо излучает белизну (белый цвет). И моющее средство также обесцветило перманганат калия. **A8**

**247** Повтори предыдущий опыт с последней третью раствора перманганат калия, однако на этот раз используй мягкое моющее средство. Фиолетовый цвет перманганат калия не исчезнет. **A7**

#### Профессор Пробениус объясняет:

Универсальное моющее средство содержит больше веществ, которые высвобождают в процессе стирки перекись водорода. Перекись водорода распадается в свою очередь на молекулы кислорода и кислород отбеливает белье. Для чувствительного, окрашенного текстиля однако нельзя использовать такие средства. Используемые при этом мягкие моющие средства не содержат перекиси водорода.

## 25. По следам светляка



В задней части светляка (картинка вверх) находятся кольца, которые светятся в темноте (картинка вторая)

Не наблюдал ли ты летними вечерами звенящих, мерцающих светящихся точек в кустарниках? Это таинственный свет испускает светляк обыкновенный — часто называемый также «Иванов червячок». Иногда гниющее дерево светится также. Да, часто возникновение света связывается с выделением тепла. Эти огоньки навевают мысли о лампах накаливания или же о «световых и тепловых донорах». Однако эти светляки абсолютно холодны. Поэтому их свечение также называют «холодным светом». Эксперты говорят в этом случае о хемилюминесценции (свечение, вызванное химическим воздействием). Процесс свечения возникает вследствие химической реакции.

В предложенном тебе наборе химикатов находится люминоль-препарат. Люминоль — это вещество, которое может излучать холодный свет. Так как люминоль очень дорогое вещество, то для твоего опыта хватит и очень маленького количества, разбавленного сульфатом натрия. Эта смесь называется «препаратом». Но для простоты его называют «люминоль».

Как люминоль светится? Для этого он должен реагировать с перекисью водорода в щелочном растворе. Кроме того должен быть добавлен «ускоритель реакции», например, гексаноферрат калия (III), «красная кровяная соль». Но в качестве ускорителей могут подойти и медь и другие вещества. Такие ускорители реакций называются в ученой среде «катализаторами». Катализаторы в машинах получили свое название благодаря одному факту, когда обеззараживание от вредных выхлопных газов происходило при помощи таких ускорителей реакции.

#### Свечение моря в стеклянном сосуде

**248** Также и ночное свечение моря является результатом того, что в нем обитают живые организмы. Ты сейчас легко сможешь воссоздать такое свечение в банке. Добавь к наполовину заполненной водой пробирке 1 шпатель карбонат натрия, закрой пробкой и хорошенько взболтай, пока все не смешается. Далее добавь совсем немного люминоля, перемешай еще раз и заполни пробирку до краев водой. Во второй пробирке добавь к воде на кончике шпателя гексаноферрат калия (III), и на 1-2 см в высоту раствора перекиси водорода и также залей все это снова водой. Смешай в темной комнате оба раствора, используй при этом банку. Смесь будет излучать зеленор-голубое свечение. К сожалению, оно будет слабым. Ты можешь его усилить ненадолго благодаря добавлению вновь в банку гексаноферрат калия (III). **A1**

**249** Приготовь как в предыдущем опыте раствор лимонной кислоты и карбоната натрия. Во вторую пробирку, наполовину заполненную водой, добавь 1 шпатель сульфата меди, и налей на 1-2 см в высоту раствора перекиси водорода, оставшуюся часть заполни вновь водой. Смешай оба раствора друг с другом. И сейчас смесь будет светиться в темноте зелено-голубым цветом. Спустя некоторое время в светящейся жидкости образуется черно-коричневый осадок. Он возникает из оксида меди (как и осадок в опыте 203). Перемешай все кипяильным стержнем и вновь можешь наблюдать свет. Осадок тоже будет светиться некоторое время, но слабо. **A6**



**Карбонат натрия** — раздражающее.  
**Медный купорос** — опасно для здоровья и окружающей среды.  
Примечания на стр. 7/8

### Светящиеся пузырьки

**250** Добавь в пробирку, наполовину заполненную водой, 2 шпателя карбоната натрия и 1 шпатель хлорида аммония, затем налей немного лимонной кислоты и все хорошенько перемешай. Если ты добавишь еще на 1 см в высоту раствора перекиси водорода, то сможешь наблюдать, как из темноты просачивается слабый свет. Теперь помести в раствор блестящей, гладкой медной проволоки. Спустя несколько секунд ты увидишь появление вокруг проволоки волшебного голубого свечения. Одновременно начнется сильное образование газа. Теперь уже вся жидкость будет окрашена в голубой цвет. Цвет можно усилить как в предыдущем опыте. Спустя некоторое количество времени свечение резко уменьшится. Если сейчас снова добавить раствора перекиси водорода, то вновь начнется образование газа, и на короткий промежуток времени раствор опять будет светиться голубым. **A1**

### Звездное небо в умывальнике

**251** Добавь в сухую пробирку 1 шпатель карбоната натрия, совсем немного лимонной кислоты, на кончике шпателя гексаоферрат калия (III) и 2-3 шпателя универсального моющего средства. Закрой пробирку сухой (!) пробкой и взболтай ее содержимое. Высыпь смесь на бумагу, и легким постукиванием высыпь содержимое бумаги в влажный умывальник, естественно, что в ванной должно быть темно. Ты увидишь звездное небо. Везде, где была рассыпана смесь, видно зелено-голубое свечение. К сожалению, это великолепие не будет длиться долго. Тщательно промой умывальник после окончания эксперимента водой от остатков смеси.

### Профессор Пробениус объясняет:

Химическая реакция, благодаря которой возникает световой эффект, очень сложна и мы не будем заниматься далее ее рассмотрением. Я хочу лишь отметить, что «ночное свечение», которое используют как уведомление о бедствии на море или как аварийное освещение на горных предприятиях, точно также основывается на хемилюминесценции. Это свечение возникает из гибкой, прозрачной пластмассовой трубки, в которой находятся стеклянные ампулы. Эта трубка содержит раствор светящейся субстанции, а ампулы с раствором являются поставщиками кислорода. Согните такую палку, чтобы ампулы разбились, и увидите, как оба раствора смешиваются друг с другом. А в опытах 248 и 249 ты уже получал разделенный концентрированный раствор и далее смешивал его один.

В опыте 250 возник след соединений меди, которые действовали как ускорители реакции. Однако они разрушали также перекись водорода. А как ты уже знаешь из главы 17, при этом высвобождается кислород. Из него состоят поднимающиеся вверх, сверкающие синим пузырьки газа.

В последнем опыте ты все составные части смешал воедино. Пока не было воды — ничего не происходило со смесью. Лишь при соприкосновении с мокрым умывальником появились «звезды».



*Хемилюминесцентное ночное свечение*

#### Вопрос 40:

Что собственно говоря создает моющий порошок в звездном небе?



Этим мы заканчиваем наше пребывание в мире химии. Ты проделал с нами много интересных опытов, узнал секреты проведения красивых волшебных трюков и возможно приобрел при этом слабое предчувствие, что химия не такая уж и таинственная наука, которая скрыта за семью печатями. Нет, химия играет с нами везде, повсюду: при сжигании свечи, ржавлении гвоздей, стирке, готовке и выпекании. Также химия решает и глобальные проблемы, связанные с окружающей нас средой.

Я тебе показал несколько простых зависимостей, взаимосвязей. И если ты хочешь и далее более подробно изучать мир химии, то наверняка сможешь узнать еще много нового и интересного: ты сможешь познакомиться с основами химии, узнать о молекулах и атомах, познакомиться с химическими формулами и уравнениями. Ты можешь почерпнуть эти знания из книг, или же узнать обо всем на практике: например, с набором КОСМОС химии С 3000, большой химической лабораторией с 400 опытами из органической и неорганической химии.

Однако я вынужден сейчас с тобой попрощаться. Спасибо за проявленный интерес к химии. Желаю тебе и в дальнейшем получать много удовольствия при путешествиях в мир химии.

## 26. Что делать с остатками, отходами после проведенных опытов?

Ты уже слышал ранее, что химикаты, которые попадают в сточные воды и землю из-за беспечности или при авариях, могут представлять собой значительную опасность для окружающей среды. Отсюда всплывает вопрос, что же тебе делать с остатками от химикатов, можно ли их просто «вылить» или же нужно применять особые мероприятия по их удалению.

Итак, ликвидация отходов после проведения опытов с «Химией С 1000» и «Химией С 2000» не представляет проблемы. В большинстве случаев ты можешь слить остатки непосредственно в слив, или сточные воды. Это можно делать тогда, когда ты использовал небольшое количество не вредных для окружающей среды веществ. Вещества, которые представляют собой опасность для окружающей среды и для безопасности, не были представлены в данном наборе юного химика. Какие мероприятия по утилизации отходов нужно знать?

Ты должен знать некоторые мероприятия по утилизации отходов некоторых используемых тобой веществ. К этим веществам относятся: Кислоты и щелочи. Сильные растворы при сливе нужно нейтрализовать.

Особые тяжелые металлы нужно отделять от нерастворимых веществ или преобразовывать в менее вредные соединения.

Растворители (в «Химии С 2000» только пятновыводитель) лучше всего испаряются на свежем воздухе; их ни в коем случае не нужно сливать в умывальник.

Все мероприятия, которые необходимы для соответствующей утилизации отходов, мы обобщили в инструкции по удалению отходов с **A1** по **A8**, которые мы поясним далее. Какие меры и в каком случае использовать, об этом ты найдешь информацию в инструкции к каждому отдельному опыту. Если раствор используется в дальнейшем в другом опыте, то информацию по его утилизации ты найдешь далее. Там, где применяются материалы, которые есть у тебя дома, там не указываются особые меры по их утилизации.



В нашем указании по ликвидации отходов мы исходим из того, что юный химик не должен по возможности сохранять никакой мусор, который ему «возможно пригодится» — храня отходы более или менее долгий промежуток времени. Требуемый для таких случаев коллектор (сборный бак), а также запасной бак, нужно снабжать замком, чтобы содержимое не попало в руки детей. Если это оправдано с экологической точки зрения, то ты увидишь пометку: сбор отходов в сливе (емкости) (A1) или в мусорный ящик (A3) при предварительном хранении.

## Указания по утилизации отходов с A1 по A8

### Кислоты и щелочи

Растворы, которые содержат небольшое количество кислот или щелочи, можешь спокойно сливать прямо в сливной сток. Равно как и не сильно опасные водные растворы. В этом случае ты увидишь пометку

**A1** Вылить в сливной сток и прополоскать.

Сильные кислоты и щелочные растворы сначала необходимо нейтрализовать, фенолфталеин выступает здесь как индикатор (сравни опыт 111). Кислотный раствор смешай с карбонатом натрия (добавь небольшую порцию), и жди, пока раствор не окрасится в красный. К щелочным растворам нужно добавлять раствор гидросульфата натрия или уксус, пока не произойдет обесцвечивание. Нейтрализованный раствор можно слить в сливной сток.

**A2** Нейтрализовать раствор и слить в сливной сток.

### Плохо растворимые твердые металлы

Остатки активного угля, железных опилок, сульфата кальция, а также отфильтрованные осадки от соединений меди и марганца (например, оксид меди, гидроксид меди, оксид марганца) нужно выбрасывать после проведения экспериментов в мусорный бак (не в корзину на кухне!).

**A3** Выбросить в мусор

### Содержащие медь растворы

Из растворимых соединений меди (например, раствор сульфата меди) может остаться металлическая медь после добавления железа (здесь речь идет о реакции, похожей на опыт 192); медь не причинит вреда в мусорном баке. А возникающие при преобразовании с помощью железа растворимые соединения железа еще менее вредны, чем соединения меди. Для отделения меди используй немного стали (стальной шерсти) или — если экспериментируешь с химией C 2000 — немного железных металлических опилок.

**A4** Раствор (светло-голубой или бесцветный) в закрытой пробирке с небольшим количеством стали или 1 маленьким шпателем железных опилок нужно некоторое время взбалтывать. Далее жидкость слить в сливной сток, а осадок в мусорку.

Темно-синие, реагирующий как щелочь растворы (раствор меди и аммония, обнаружитель глюкозы) нужно подкислять перед утилизацией.

**A5** Раствор (темно-синий) смешать с небольшим количеством кислоты до изменения цвета на светло-голубой, далее A4.

## Тяжелорастворимые соединения меди и марганца

В ряде экспериментов возникал осадок оксида меди или магния, его нужно выбрасывать в мусорку.

<b>A6</b>	Осадок отфильтровать и вместе с фильтром выбросить в мусорку, а фильтрат слить в сливной сток.
-----------	--

## Растворимые соединения марганца

Перманганат и соли марганцевой кислоты (фиолетовые или зеленые растворы) нужно преобразовать в плохо растворимые соединения, которые можно будет профильтровать и выбросить в мусорку.

<b>A7</b>	Раствор (фиолетовый или зеленый) соединить в пробирке с маленьким шпателем гидросульфата натрия и небольшим количеством перекиси водорода. Содержимое пробирки перемешать и получить обесцвеченный раствор карбонат натрия. Темно-коричневый осадок профильтровать и выбросить в мусорку, фильтрат разбавить и слить в сливной сток.
-----------	--

При проведении некоторых опытов возникает марганцевое соединение, которое возникает как промежуточная ступень к A7.

<b>A8</b>	Раствор смешать с карбонат натрия. Темно-коричневый осадок профильтровать и выбросить в мусорку, фильтрат слить в сливной сток.
-----------	---

## Еще несколько советов

Фильтровальная бумага, на которую ты в некоторых экспериментах добавляешь несколько капель раствора, может быть выброшена в мусорку.

Неразбавленный денатурированный спирт (опыт 189) можно обратно вылить в исходную колбу (емкость). Смесь денатурированного спирта и воды, которую ты используешь как растворитель в опыте 27, вылей в сливной сток с большим количеством воды.

Пятновыводитель оставь испаряться на свежем воздухе; ни в коем случае нельзя выливать в сливной сток, так как могут возникнуть пары, вредные для здоровья и взрывоопасные.

В некоторых колбах (баночках) еще могут остаться остатки неиспользованных химикатов, которые тебе уже не понадобятся, выброси их в специальные приемники для таких отходов. Они сортируются в лабораториях и ликвидируются надлежащим образом.

## 27. Важные химические элементы

В главе 16 я уже объяснял разницу между химическими элементами и химическими соединениями. В дальнейшем я предоставлю тебе краткий справочник наиболее значительных и важных элементов, которые применялись тобой при проведении твоих опытов. Также я укажу символ или маленькое обозначение элемента, с помощью которого химики пишут формулы. Как это происходит, об этом ты узнаешь в школе, но если хочешь получить информацию прямо сейчас, то можешь заглянуть в учебное пособие к КОСМОС химии С 3000. А теперь к нашим элементам.

**Алюминий (Al).** Ты знаешь этот металл по упаковочной фольге, однако и как распространенный материал, например, в машино- и самолетостроении. Он очень легкий: 1 кубический сантиметр (кубик с гранью в 1 см) весит 2,38 грамм (железо 7,87 грамм). Кроме того, алюминий очень стойкий, прочный против воздействия непогоды; он покрывается в воздухе тонким защитным оксидным слоем.

**Кальций (Ca).** Кальций еще легче алюминия. 1 кубический сантиметр весит 1,55 грамм. Кальций соединяется с кислородом и преобразуется в оксид кальция. В природе он содержится в легких металлах в качестве карбонат кальция (например, мрамор) или же сульфата кальция (гипс).

**Хлор (Cl).** Это желто-зеленый, ядовитый газ с специфичным запахом. Ты высвободил немного этого газа при электролизе раствора поваренной соли, когда возникла соляная кислота. Хлор в два раза тяжелее воздуха; 1 литр хлора весит 3,12 грамм.

**Железо (Fe, от латинского *ferrum*).** Железо ты встречаешь в повседневной жизни на каждом шагу. Так как он легко ржавеет – и из-за этого разрушается – то его можно увидеть, покрытым сверху защитным покрытием или металлическим (например, хром). Железо – это тяжелый металл. 1 кубический сантиметр весит 7,87 грамм. Интересной особенностью является: способность притягиваться магнитом.

**Калий (K).** Этот легкий металл легче воды. 1 кубический сантиметр весит 0,82 грамм. Он имеет сильную склонность к кислороду, и окисляется не только на воздухе, но и выхватывает кислород из воды. Калий поэтому существует в соединениях, в том числе в перманганате калия.

**Углерод (C).** Это основная составляющая угля (с латинского *carbo*). Он также содержится в форме тяжелых, прозрачных кристаллов: алмазы. Другая форма углерода, сажа, была представлена тебе в опыте 142. Этот элемент – составная часть всех организмов в животном и растительном мире и отсюда содержится во всех продуктах питания.

**Медь (Cu, от латинского *cuprum*).** С полуметаллом медью ты познакомился в главе 21. Данная тебе медная проволока была типично красно-коричневого цвета. Медь относится к тяжелым металлам. 1 кубический сантиметр весит 8,92 грамм. Медь проводит тепло и особенно хорошо электрический ток, и поэтому используется в тепло- и электротехнике.

**Магний (Mg)** — это вновь легкий металл. Один кубический сантиметр весит 1,74 грамм. В воздухе он быстро теряет металлический серебряный блеск, так как вместе с кислородом образует оксид магния. Магний – это одна из составляющих многих сплавов. Нехватка магния причиняет вред образованию зеленых листков у растений.

**Марганец (Mn)** — это, как и железо и медь, тяжелый металл. 1 кубический сантиметр весит 7,2 грамм. Он также используется при образовании сплавов. В этом списке марганец появился потому, что он содержится в богатом кислородом перманганате калия.

**Натрий (Na)** ведет себя примерно также как калий. Но он немного тяжелее калия, однако, легче воды. 1 кубический сантиметр весит 0,97 грамм (вода 1 грамм). Натриевые соли легко растворимы в воде, химикаты, однако, чаще работают с водорастворимыми веществами, а это множество химикатов, в состав которых входит натрий. Самое значительное соединение натрия – это хлорид натрия, составляющая поваренной соли.

**Кислород (O, с латинского *oxygenium*).** Кислород обязан своим именем ошибке. Раньше полагали, что кислород входит в состав кислоты. Ты знаешь кислород как составную часть воздуха и установил в одном из проведенных опытов, что процессы горения на открытом воздухе проходят сильнее, чем в «разбавленном» азотом воздухе.

**Сера (S)** в форме желтых крошек или как порошок. В «КОСМОС химии С 3000» есть немного серы среди предложенных химикатов, с помощью которой можно провести ряд интересных экспериментов. В «С 1000» и «С 2000» серу мы наблюдали в сульфатах, например, сульфате меди, в сульфате кальция или гидросульфате натрия.

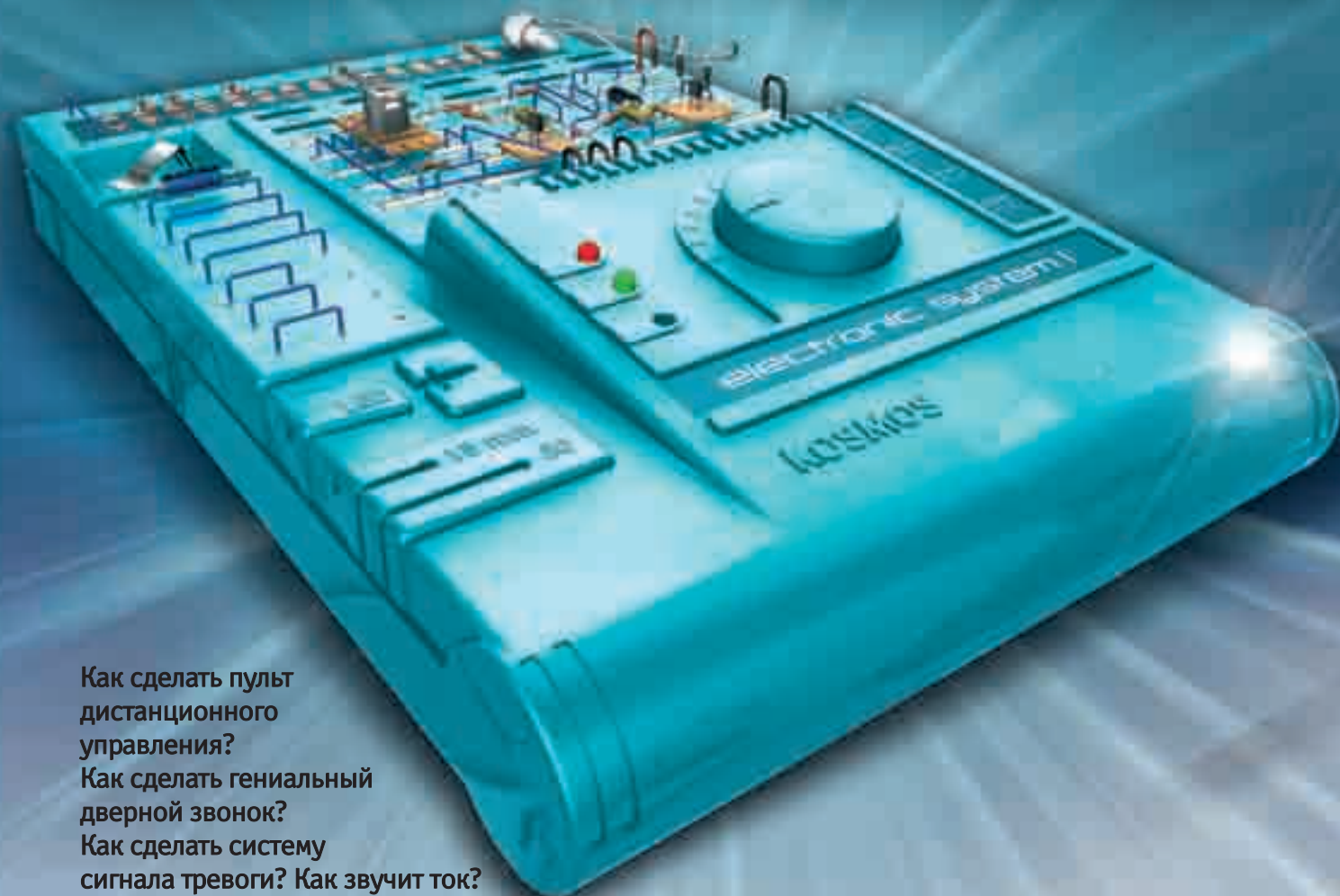
**Азот (N).** Такой символ возник из-за латинского слова *nitrogenium*, что с немецкого будет значить «рождающий селитру». Селитра — народное обозначение для особой, содержащей азот соли, из которой можно получить азотную кислоту. Тебе было представлено другое соединение, содержащее азот: аммиак. Также ты знаешь, что воздух на четыре пятых состоит из газообразного азота.

**Водород (H, с латинского *hydrogenium* — образующий воду).** Водород — как я тебе уже рассказывал ранее — наиболее легкий из всех газов. Тебе также известно, что это горючий газ и что он составляет соединение — воду (отсюда и название). Водород также является наиболее чистым топливом, которое, как мы знаем, станет возможно топливом будущего. Водород возникает из воды в неограниченных количествах при помощи солнечной энергии.



Рекомендуем еще один набор для юных исследователей

# основы ЭЛЕКТРОНИКИ



Как сделать пульт  
дистанционного  
управления?  
Как сделать гениальный  
дверной звонок?  
Как сделать систему  
сигнала тревоги? Как звучит ток?

Уникальный развивающий набор "LabZZ! Основы электроники" понравится ребятам, которые интересуются электронными устройствами, электрическими приборами и техникой. В доступной игровой форме ребенок узнает, что такое электрическая цепь и сможет составить большое количество разнообразных схем.

В руководстве с цветными иллюстрациями доступно описаны все эксперименты. Набор «LabZZ! Основы электроники» развивает мышление, логику, прививает интерес к физике и электронике, помогает непоседе стать усидчивее и внимательнее, дает представления о работе простейших электронных схем и приборов.



## День открытий — сегодня!

LabZZ! — это серия домашних лабораторий и познавательных игр, завоевавших любовь детей и родителей в Германии, США и других странах мира.

Звоните нам: в Москве: (495) 926-56-81, в Санкт-Петербурге: (812) 309-06-18. Заходите на сайт [www.labzz.ru](http://www.labzz.ru) — вы найдете там множество интереснейших обучающих наборов по физике и астрономии, химии и биологии, и просто по волшебству. Мы доставляем по всей России. Посмотреть наборы живьем можно в наших магазинах в Москве и Петербурге, информация на сайте и по телефону.

# ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ

**Общая рекомендация:** при получении повреждения, нанесения вреда немедленно обратитесь за медицинской помощью.

**При попадании веществ в глаза:** немедленно промойте глаз большим количеством воды и в случае необходимости подержите глаз открытым. Прополощите водой носовые ходы. Немедленно обратитесь к врачу.

**При проглатывании вещества:** прополощите рот большим количеством воды, выпейте чистой, без примесей, воды. Не вызывайте рвоту! Немедленно обратитесь к врачу.

**При вдыхании вещества и отравлении его парами:** выведите пострадавшего на свежий воздух либо откройте окно в помещении, в котором проводился эксперимент.

**При контакте вещества с кожей и получении химических ожогов:** в течение 5 минут промывайте пораженный участок кожи под струей проточной воды. После этого забинтуйте пораженный участок противоожоговым бинтом или заклейте пластырем. Ни в коем случае не используйте масло, пудру, муку и не присыпайте ожог. Не прокалывайте пузырь, образующийся на месте ожога. При повреждении больших участков кожи обратитесь за медицинской помощью.

**При порезах:** не трогайте руками и не промывайте рану водой. Не используйте масло, жир, мази, пудру и т.п. Забинтуйте порез при помощи марли или бинта, обратитесь за медицинской помощью. Посторонние предметы, например, осколки стекла, извлечь из раны может только врач. Обратитесь за медицинской помощью.

Если симптомы и болезненные ощущения беспокоят вас после оказания первой помощи, следует обратиться к врачу. При обращении к врачу следует взять с собой в качестве образца немного вещества, послужившего причиной повреждения, либо назвать это вещество врачу.