

# **ЮНЫЙ ХИМИК, ИЛИ ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ С ВЕЩЕСТВАМИ ВОКРУГ НАС**

**Иллюстрированное пособие для школьников,  
изучающих естествознание, химию, экологию**

**Крисмас+  
Санкт-Петербург  
2006**

ISBN 5-89495-079-1

Юный химик, или занимательные опыты с веществами вокруг нас: Иллюстрированное пособие для школьников, изучающих естествознание, химию, экологию. – Авт.-сост.: Н.В. Груздева, В.Н. Лаврова, А.Г. Муравьев – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб: Крисмас+, 2006. – 105 с.

В книге изложены описания двухсот разнообразных простых опытов, которые можно выполнить в школьных и домашних условиях с помощью набора «Юный химик». Многие опыты включены из пособия Д.И. Шкурко «Забавная химия». Материал изложен с учетом содержания учебных предметов – разделов курсов естествознания, химии, экологии.

Издание является руководством для работы с набором «Юный химик», предназначено для школьников 5–9 классов, интересующихся естествознанием, химией, экологией и желающих заниматься постановкой опытов в школе и дома.

Книгу можно использовать также самостоятельно, как дополнение к школьному практикуму, для внеурочной и домашней работы.

Рекомендовано к изданию Ученым Советом по проблемам естественнонаучного образования Института общего среднего образования Российской академии образования.

Сертифицировано в Российской академии образования (серт. № RU.ИОСО.П00304)

Художник: Е. В. Федорович

Корректор: Е.В. Миненко

Стилизация и верстка: А. М. Лебедев

Рецензент: А.Г. Введенская, заведующая кабинетом химии Ленинградского областного института развития образования

© Издательство «Крисмас+», 2006

© Груздева Н.В., Лаврова В.Н., Муравьев А.Г., 2006

Издательство «Крисмас+»

Лицензия ИД № 03241 от 10.11.2000

Россия, 191180, Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, д. 6

Тел. (812) 575-50-81, 575-54-07, 575-55-43, 575-57-91

Тел./факс (812) 325-34-79

# Оглавление

Обращение к читателям .....	7
Введение.....	8
Оборудование и вещества для опытов .....	8
Правила безопасности при проведении опытов .....	13
Часть 1. Вступление в мир веществ.....	16
Как устроены вещества? .....	16
Опыты, доказывающие движение и взаимодействие частиц вещества.....	19
1. Наблюдение за каплями воды. 2. Наблюдения за настойкой валерианы.	
3. Растворение перманганата калия в воде. 4. Растворение поваренной соли в воде.	
Признаки химических реакций. Типы химических реакций .....	21
5. Реакция соединения. 6. Реакция разложения. 7. Реакция замещения.	
8. Реакция обмена. 9. Синее превращается в черное.	
Условия, влияющие на скорость химических реакций .....	24
10. Влияние температуры на скорость химических реакций. 11. Влияние площади поверхности реагирующих веществ на скорость химических реакций. 12. Влияние кислот разной силы на скорость химических реакций. 13. Катализаторы—ускорители химических реакций.	
Часть 2. Мир неорганических веществ.....	27
Какие бывают неорганические вещества .....	27
Самое необыкновенное вещество.....	28
14. Вода растворяет газы. 15. Вода растворяет минеральные соли.	
16. Как очистить пробирку после выпаривания в ней воды? 17. Изучаем кислотность воды. 18. Как устранить накипь в чайнике? 19. Обнаружение воздуха в воде. 20. Получаем чистую воду. 21. Много ли воды в овощах и фруктах? 22. Может ли сахар стать невидимым? 23. «Исчезнувшая» поваренная соль. 24. Сахар и соль появляются вновь. 25. Искусственный «снег». 26. «Геометрия» поваренной соли. 27. Выращиваем кристаллы сахара. 28. Тепло повышает растворимость. 29. Косоугольные кристаллы. 30. Процесс выращивания больших кристаллов медного купороса.	
Кислоты знакомые и незнакомые, или у кого рН меньше семи.....	39
31. Определение кислот с помощью индикаторной бумаги. 32. Некоторые напитки содержат угольную кислоту. 33. Кислота в желудке человека. 34. Жидкость или газ? 35. Красная капуста в качестве индикатора.	
Едкие щелочи и другие гидроксиды, или как нейтрализовать кислоту .....	43
36. Определение оснований. 37. Исследуем рН среды. 38. Окраска разных индикаторов. 39. Невидимые чернила проявляются фенолфталеином. 40. Еще один помощник, который способен определить кислоту и	

щелочь. 41. Из чего еще можно получить раствор антоциана? 42. Как определить кислоты и щелочи при помощи красящего вещества красной капусты (антоциана)? 43. Знакомый запах нашатырного спирта. 44. А что нам покажет индикаторная бумажка? 45. Вода поглощает аммиак. 46. Нашатырный спирт – обезболивающее средство. 47. Что такое хлорид аммония?

Соли, но не все соленые ..... 49

48. Опыт с кусочком мела. 49. Мрамор и гипс. 50. Раковина улитки. 51. Что содержится в зубной пасте? 52. Что такое сода? 53. Как сода способствует выпечке хлеба? 54. Приготовим лимонад! 55. Раствор пищевой соды имеет щелочную среду. 56. Что содержится в зубной пасте? 57. Отверстие в яйце. 58. Мы получаем поваренную соль. 59. Еще один способ приготовления поваренной соли. 60. Фокус с картофелем, или почему картофель плавает в воде? 61. Марганцовка – химический хамелеон. 62. Газ, поддерживающий горение, можно получить из соли. 63. Бечевки дымят, но не горят. 64. Хлорид аммония для пайки металлов. 65. Определение кристаллизационной воды в медном купоросе. 66. Опасные и полезные свойства марганцовки. 67. «Огненный порошок». 68. Несгораемые ткани.

Металлы создают цвета, цветы, огни. .... 60

69. Перемещение тел на расстоянии. 70. Металлы... в тортах, колбасе, сыре. 71. Ржавчина и способы защиты от нее металлов. 72. Железный порошок вытесняет из кислоты водород. 73. Растворяем железо. 74. Желтое плюс зеленое, получается синее. 75. Как обнаружить железо? 76. Получение ярко-синей лазури из соединений железа. 77. Невидимые чернила из железных стружек. 78. Удивительные сталагмиты и диковинные растения. 79. Железо в крови. 80. Салат и шпинат содержат железо. 81. Мы делаем чернила. 82. Почему нож темнеет от фруктового сока? 83. В чае тоже есть танин. 84 «Тайное» письмо. 85. Желтое пламя. 86. Зеленое пламя. 87. Красное пламя. 88. Горит ли железо? 89. Горящая железная проволока. 90. Удаление пятен ржавчины.

Уголь, графит и углекислый газ – дети углерода ..... 69

91. Куда исчезла окраска чернил? (адсорбция) 92. Уголь как адсорбент. 93. Кукурузные палочки тоже адсорбент. 94. Почему мутнеет известковая вода? 95 Углекислый газ из мрамора. 96. Гидрокарбонат кальция, или почему мутная известковая вода светлеет? 97. Углекислый газ, полученный из пищевой соды. 98. Углекислый газ и мыльный пузырь. 99. Углекислый газ гасит пламя. 100. Угасающее пламя, или как загасить пламя свечи? 101. Газ в напитках – углекислый газ. 102. Пиво тоже содержит углекислый газ. 103. «Ныряющее» яйцо: еще один фокус.

Часть 3. Мир органических веществ, или большая семья углерода .....	75
Какие бывают органические вещества .....	75
Нефть, бензин, парафин и другие углеводороды .....	76
104. Мы улавливаем дым. 105. Как продукты сгорания действуют на известковую воду? 106. Свеча помогает исследовать... 107. Наш нос в качестве «дымовой трубы». 108. Газ из дерева. 109. Перегонка древесины. 110. Почему бензин выводит пятна? 111. Бензин летуч. 112. Получаем масло. 113. Извлекаем йод.	
Спирт как объект изучения .....	81
114. Спирт в вине. 115. Мы исследуем спирт. 116. В одеколоне содержится не только спирт. 117. Извлекаем зеленый пигмент листа – хлорофилл. 118. Разделяем смеси (хроматография).	
Кислоты в яблоках, лимонах, щавеле и др. ....	84
119. Лимонная кислота. 120. Невидимые чернила из лимонного сока. 121. Исследуем сок из листьев щавеля и клевера. 122. Кислота... в муравейнике! 123. Твердые кислоты. 124. Есть ли в молоке кислота? 125. Полезный совет: как лучше сохранить молоко от скисания.	
Глюкоза, сахар, крахмал, целлюлоза – углеводы сладкие и не очень .....	87
126. Углерод в сахаре. 127. Жарим сахар. 128. Получаем леденцы. 129. Горит ли сахар? 130. «Черный хлеб» из белого хлеба. 131. Хлеб содержит крахмал. 132. Мука содержит крахмал. 133. Крахмал в картофеле. 134. Крахмал есть во многих продуктах. 135. Секрет косметической пудры. 136. Крахмальный клейстер. 137. Удаление пятен йода с тканей. 138. Сладкое и кислое в винограде. 139. Проба на виноградный сахар (глюкозу). 140. Находим сахар в ягодах. 141. Мед и варенье содержат виноградный сахар (глюкозу). 142. Где еще содержится глюкоза? 143. Молоко содержит сахар. 144. Третий вид сахара. 145. Тростниковый сахар (сахароза) превращается в виноградный (глюкозу). 146. Есть ли глюкоза в хлебе? 147. Неспелое и спелое яблоко. 148. Крахмал превращается в глюкозу. 149. Крахмальный завод на дому. 150. Солнечный свет и хлорофилл. 151. Горение древесины. 152. Вершки и корешки.	
Белки в мясе, молоке, яйцах и других продуктах .....	97
153. Исследуем яйцо. 154. Свертывание белка при нагревании. 155. Попробуем сжечь белок. 156. Проба на белок. 157. Содержится ли белок в мясном соке? 158. Исследуем перья и волосы. 159. Ноготь с пальца и лошадиное копыто. 160. Как различить шерсть и хлопок? 161. Как еще можно отличить шерстяную ткань от хлопчатобумажной? 162. Шелк натуральный или искусственный? 163. Опыты с шелком. 164. Молоко содержит белок. 165. Есть ли белок в сыре? 166. Из кислого молока приготовим творог! 167. Исследуем сыворотку. 168. Клей из пищевого желатина.	

Жиры в семечках, орехах, апельсине и молоке .....	102
169. Масляная капля. 170. Искусственное молоко. 171. Какие плоды содержат жир? 172. «Огнеопасная» апельсиновая кожура. 173. Как сделать масляную лампу или светильник?	
Друзья Мойдодыра (мыло и другие моющие средства) .....	104
174. Вода покрыта пленкой. 175. Как разрушить поверхностную пленку воды? 176. Почему мыло моет? 177. Известковая вода. 178. Известковая вода и мыльная вода. 179. Как сделать жесткую воду мягкой? 180. Как очистить жирную пробирку? 181. «Жесткая» вода и нашатырный спирт.	
Часть 4. Экологический взгляд на вещества вокруг нас .....	108
182. Изучаем пыль. 183. Определяем нитраты в овощах и фруктах. 184. Фильтруем загрязненную воду. 185. Испытываем воду после упаривания. 186. Снег превращается в воду. 187. Сравниваем воду из снега и из под крана. 188. Оцениваем загрязнения количественно. 189. Ставим баллы воде. 190. Дождевая вода не содержит солей кальция, а родниковая содержит. 191. Как отличить чистую воду от грязной. 192. Вода и масло. 193. Кислотные дожди. 194. Почему мрамор статуй теряет красоту?	
Часть 5. Еще несколько интересных опытов с дрожжами, плесенями и бактериями .....	115
195. Углекислый газ из дрожжей. 196. Дрожжи в работе. 197. Исследуем газ из медовой воды химически. 198. Как дрожжи ведут себя на холоде и при нагревании? 199. Тайна стерилизации. 200. Грибы и бактерии вокруг нас.	
Заключение .....	118
Литература о занимательных опытах с веществами .....	120



Преподнеси чувствам, воле, способностям многое и многообразно, попеременно со множеством увлекательного.

Ян Амос Коменский

## Дорогие друзья!

Мы приглашаем вас к изучению веществ, которые вы практически ежедневно встречаете вокруг себя дома, на улице или в школе.

Наука о веществах и их превращениях называется химией, а наука о связях живых систем с окружающей средой называется экологией.

Поэтому опыты, которые вы будете делать – это химические и экологические исследования. А что означает слово «исследование»?

Давайте вспомним похожие слова:

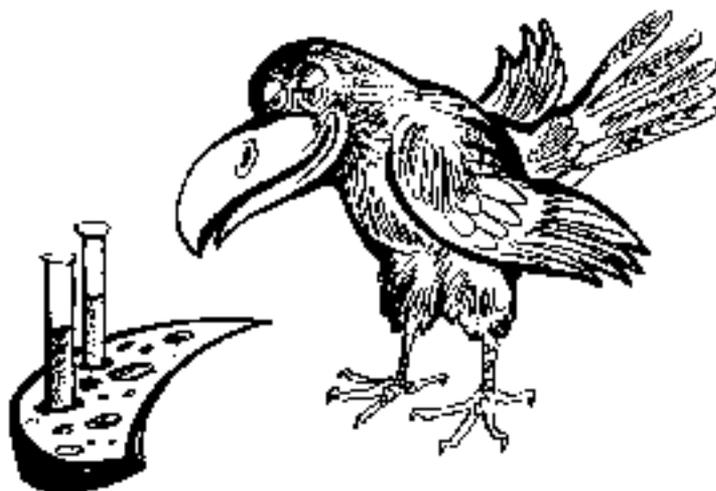
Исследование..., идти по следу..., расследование..., наследование.

Исследование означает деятельность по нахождению каких-либо связей, отношений, причин и следствий.

Приглашаем вас к исследованию веществ. Эти вещества находятся рядом с нами, мы используем их в быту, а они оказывают определенное влияние на нас.

Желаем вам интересных открытий!

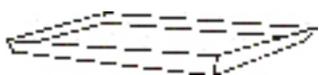
Авторы



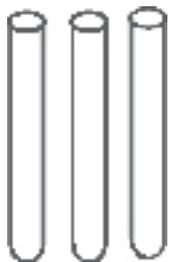
# Введение

## Оборудование и вещества для опытов

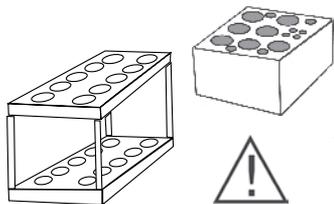
В исследовании веществ вам понадобятся простое оборудование, особые вещества (реактивы) и принадлежности для опытов. Многие из того, что вам понадобится, можно найти в школьном кабинете, спросив у учителя. Необходимое оборудование для ваших опытов содержится также в наборе «Юный химик». Если вы приобрели набор, то, наверное, уже заглянули в него и знаете, что в нем есть множество замечательных вещей.



Поддон, на котором вы будете делать все опыты. Поддон выполнен из пластика. Благодаря химической устойчивости пластика поддон не испортится, если вы случайно капните реактивом (так в химии обычно называют вещества) на его поверхность.

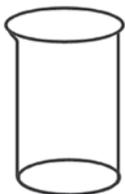


Пробирки. Они прозрачные и поэтому позволяют наблюдать признаки химических реакций.

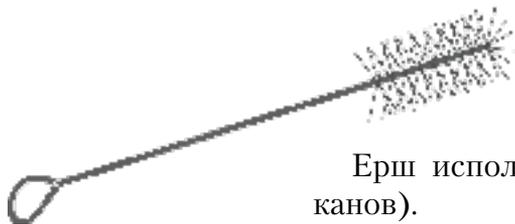


Штатив для пробирок, он нужен для того чтобы пробирки стояли устойчиво, надежно. Деревянный или пластмассовый.

Обратите внимание: если пластмассовый штатив в наборе имеется пластмассовый штатив, то его необходимо собрать из составных частей.

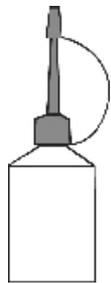


Стакан химический для растворения веществ и недолгого хранения растворов.



Ерш используют для мытья химической посуды (пробирок, стаканов).

Промывалку заполняют чистой кипяченой водой. Водой из промывалки ополаскивают пробирки после мытья обычной водой.



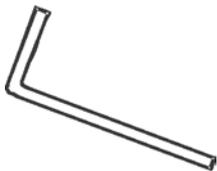
Подставка под горячее тоже необходима. На верхнюю площадку подставки кладут таблетки сухого горючего, поджигают его и нагревают пробирку или чашку. Гасят пламя с помощью плотного фарфорового колпачка, который закрывает пламя, прекращая доступ воздуха.



Колпачок



Держатель для пробирок служит для закрепления пробирок, например, при их нагревании.



Стеклянная газоотводная трубка согнута в форме буквы «Г», чтобы частицы жидкости не выбрасывались вместе со струей газа.



Резиновая пробка с отверстием для газоотводной трубки. Вставлять трубку в отверстие надо вращательными движениями очень аккуратно так, чтобы короткий конец трубки входил в пробку, а длинный выходил в пробирку для сбора газа.

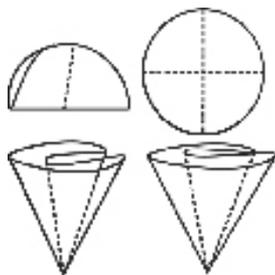
Чтобы не поранить руки, трубку надо смочить мыльной водой или потереть мылом и обернуть трубку тканью в месте изгиба.

Палочка стеклянная с пластиковым наконечником служит для размешивания содержимого в пробирке или стакане. Пластиковый наконечник предохраняет стенки и дно стеклянной посуды от ударов. Помните, что размешивать жидкость в химическом стакане надо бесшумно, также как растворять сахар ложкой в стакане чая.

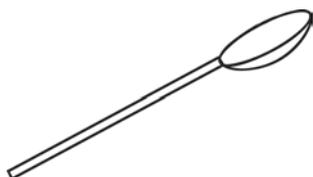




Воронку используют для того, чтобы аккуратно перелить жидкость из одного сосуда в другой.



Кроме того, в воронку кладут фильтр. Фильтр изготавливают из пористой бумаги (наподобие салфеток). Фильтр складывают пополам, еще раз пополам, отгибают один сектор и вкладывают внутрь воронки. Если края фильтра выходят за границы воронки, их надо обрезать. Перед фильтрованием смеси необходимо смочить фильтр кипяченой водой. Смесь, которую нужно отфильтровать, наливают на фильтр по стеклянной трубочке, которая своим одним концом упирается в трехслойную сторону фильтра.



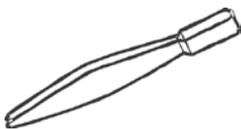
Ложка-дозатор служит для взятия твердых веществ в определенном объеме.



Пипетка-капельница с баллоном используется, если надо внести жидкость в сосуд по каплям.



Чаша выпарительная используется для выпаривания жидкости при нагревании.



Предметное стекло потребуется для выпаривания нескольких капель жидкости. Держать предметное стекло над пламенем можно пинцетом или закрепив его в держателе.

Пинцет необходим для удержания предметного стекла и для того, чтобы класть таблетки сухого горючего на подставку.



Кипелки – это кусочки битого фарфора или стекла, которые благодаря обилию пор способствуют равномерному кипению жидкости и предотвращают выбрасывание кипящей жидкости из пробирки.

В наборе также представлены реактивы и вещества, которые пригодятся вам в экспериментах. Найти их также можно в кабинете химии, спросив у учителя. Вот их перечень:

Аммония хлорид (твѳрд.)	Меди сульфат (медный купорос)
Бумага индикаторная универсальная	Мел
Винная кислота	Мраморная крошка
Гипс (кусочки)	Натрия гидроксид, 10% раствор
Железа сульфат (II)	Натрия карбонат (сода кальцинированная)
Железо в порошке	Соляная кислота 10 % (или 1:3)
Калий железисто-синеродистый (желтая кровяная соль)	Сухое горючее
Калий железосинеродистый (красная кровяная соль)	Танин
Калий марганцовокислый (перманганат калия)	Тест-система «Нитрат-тест»
Кальция гидроксид (гашеная известь)	Ткани: хлопок
Крахмал картофельный	шелк ацетатный
Малахит (основной карбонат меди)	шелк натуральный
	шерсть
	Фильтр бумажный

Некоторые вещества и предметы можно встретить в каждом доме – на кухне, в мастерской, в аптечке. В состав набора мы их не включили. Надеемся, взрослые разрешат взять их для исследования. Ниже мы приводим в алфавитном порядке список таких предметов, объектов и веществ.

Аммиака раствор аптечный	Лимонад
Апельсиновая кожа	Лист бумаги
Банка стеклянная на 0,5 л	Листья зелени – салат, щавель
Бензин	Мед, варенье
Бечевки льняные или хлопковые	Медная проволока
Булавки	Молоко
Водорода перекись 3 % аптечная	Мясо сырое
Гвоздь	Настойка валерианы или календулы
Глицерин или его раствор косметический	Нитки
Дерево (кусочки)	Нож
Дрожжи	Овощи – картофель, огурцы и др.
Йода настойка аптечная	Палочки кукурузные воздушные
Капуста красная	Пепел от сигареты
Карандаш	Пиво
Картофель	Порошок стиральный
Клей силикатный конторский (натрия силикат, 5 % раствор)	Пудра
	Сахар

## Юный химик, или занимательные опыты с веществами вокруг нас

Свеча

Сода пищевая (натрия гидрокарбонат) и кальцинированная (натрия карбонат)

Соль поваренная (хлорид натрия)

Спирта раствор (водка, одеколон)

Стакан или чашка

Тарелка

Уголь, активированный в таблетках аптечный

Уксус пищевой

Фрукты – яблоки, лимон и др.

Фрукты сушеные – изюм, инжир

Хлеб черный и белый

Чайная ложка

Ядра орехов (или семечки подсолнечника)

Яйцо куриное



# Правила безопасности при проведении опытов



Запомните!

При работе с веществами чрезвычайно важно соблюдать правила безопасности.

Если рядом с описанием опыта вы увидите предупреждающий восклицательный знак, будьте особенно внимательны и аккуратны!

Строго соблюдайте правила по технике безопасности, которые даны в опытах, и тогда они будут безопасными.



Некоторые опыты требуют обязательного присутствия взрослых, чтобы в случае появления опасной ситуации они могли вам помочь.

Запомните правила, выполнение которых обеспечит вашу безопасность. Мы надеемся, что приведенные знаки безопасности облегчат вам запоминание этих правил.



1. Работа с реактивами требует большой аккуратности. Уберите со своего рабочего места все горючие вещества. На стол положите плотную клеенку или пищевую алюминиевую пленку. Рядом положите влажную тряпку, которой надо будет воспользоваться для уборки случайно разлитых растворов или рассыпанных веществ, а также для тушения возгораний. Никогда не касайтесь химических реактивов руками без перчаток!



2. Для опытов используйте, по возможности, необходимый минимум химической посуды, принадлежностей, материалов и реактивов. В пробирку наливайте растворов не более 2–3 см по высоте пробирки. Проводите опыты только в чистой посуде и над столом.

3. Опыты надо проводить в хорошо проветренных помещениях. Не допускайте сквозняков, иначе ветер может сбить пламя спиртовки и создать пожароопасную ситуацию. После опытов помещение надо проветрить, вымыть посуду.



4. Отработанные реактивы и растворы надо сливать в химический стакан или особую банку объемом 0,5–1 литр. Перед тем, как вылить отработанные растворы в раковину, содержимое банки нужно разбавить



водопроводной водой. Выливать или высыпать отработанные реактивы в раковину запрещается!

5. Никогда не работайте с реактивами без этикеток. Вы всегда должны твердо знать, с какими веществами или растворами работаете. Избегайте оставлять реактивы и растворы в посуде без соответствующей надписи (этикетки), из которой должно быть ясно, что находится в склянке.

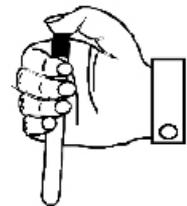
6. Строго выполняйте порядок и условия действий с веществами и приборами, иначе возможны выбросы веществ в глаза, на лицо, одежду.

7. Никогда не пробуйте на вкус химические вещества.

8. Посуду после опытов (пробирки, склянки) тщательно промойте (пробирки – с помощью ерша), ополосните чистой водой и постарайтесь высушить. Рабочее место (клеенку и прилегающие части стола) протрите влажной тряпкой, а руки после проведения опытов обязательно вымойте с мылом.

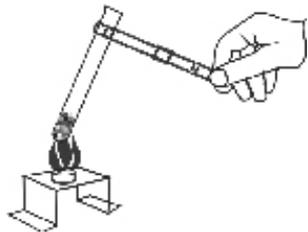


Существуют еще несколько правил, соблюдение которых позволит вам увереннее проводить опыты, не допуская неприятностей, а родителям – не переживать за вашу безопасность.



При взбалтывании жидкости в пробирке никогда не закрывайте отверстие ее пальцем, используйте пробку.

При нагревании в пламени пробирка должна быть снаружи абсолютно сухой, иначе при соприкосновении с огнем она может лопнуть.



Держите пробирку в руках с помощью пробиркодержателя, передвигая ее в пламени вверх и вниз так, чтобы жидкость могла нагреваться равномерно. Открытый конец пробирки отводите от себя и других лиц.



При проверке запаха вещества (газа, жидкости) никогда не подносите сосуд прямо к лицу, а, удерживая его на расстоянии, направьте помахиванием руки воздух над сосудом к себе и одновременно нюхайте воздух. Так вы безопасно для себя определите запах интересующих вас химических веществ.

При работе с соляной кислотой, раствором едкого натра и другими химически активными соединениями соблюдайте осторожность, следите за тем, чтобы они не попадали на руки и одежду. Если случайно прольете соляную кислоту на руки, смойте ее немедленно водой и протрите руки ваткой или тряпочкой, смоченной слабым раствором соды. Если на руки попадет раствор едкого натра, сразу смойте его водой и протрите это место слабым раствором уксуса.





Не оставляйте неубранными рассыпанные или разлитые реактивы.



Нельзя менять пробки от банок с различными реактивами.



Нельзя набирать одной и той же пипеткой или ложечкой различные вещества.



Опасайтесь растрескивания стеклянной посуды!



# Часть 1

## Вступление в мир веществ

### Как устроены вещества?

Каждый опыт полезно обдумать. Исследователь ставит цель, проводит опыт (синоним слова – эксперимент), обдумывает полученные результаты и получает научные выводы.

Для того, чтобы сделать научные выводы, необходимо знать, как устроены вещества и какие превращения с ними произошли.

Мы не будем утомлять вас длинными и скучными научными сведениями. Но главное знать надо.

1. Большинство веществ состоит из молекул. Молекула – это мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства. Большинство молекул столь малы, что их невозможно разглядеть в очень сильные микроскопы, которые увеличивают в миллионы раз.

2. Молекулы состоят из атомов. Ученые изучили 114 различных видов атомов (114 химических элементов, посмотрите «Периодическую систему химических элементов» Д.И. Менделеева). Правда, пока не все элементы помещены в представленную таблицу.

3. Вещества по составу делят на две группы: простые и сложные. Вещества, которые состоят из атомов одного химического элемента (одинаковых атомов), называют простыми. Вещества, которые состоят из атомов разных химических элементов, называют сложными. Есть еще много вариантов классификации веществ на группы. Например, вещества можно разделить на разные группы по составу: неорганические и органические. Органические вещества при нагревании обугливаются, то есть образуют уголь (посмотрите на химический элемент под № 6 в «Периодической системе...»). Углерод (элемент, «рождающий уголь») обязательно входит в состав органических веществ.

4. Состав веществ договорились выражать химическими формулами. В формуле указано, из атомов каких химических элементов состоит молекула и сколько разных атомов входит в состав молекул. Например, вещество вода состоит из молекул воды. Каждая молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода, которые связаны между собой химическими связями.



Атом водорода условно обозначим кружочком с буквой «Н» в центре. Н – это химическое обозначение водорода (элемента под № 1 в «Периодической системе...»).



Атом кислорода условно обозначим большим кружочком с буквой «О» в центре. О – химический знак кислорода (элемента № 8 в Периодической системе).

Молекула воды состоит из трех атомов:



Химическая формула воды:  $H_2O$ . Цифра (индекс) «2» указывает на присутствие двух атомов водорода в молекуле. Если в составе молекул один атом какого-то элемента, цифра около химического знака не пишется, но все понимают, что в молекуле присутствует один атом этого элемента.

$H_2$



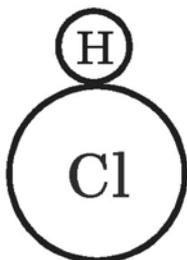
Газ  
водород

$O_2$



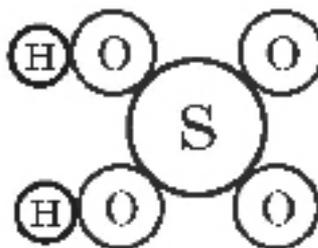
Газ  
кислород

$HCl$



Соляная кислота

$H_2SO_4$



Серная кислота

$NaOH$



Едкий натр (гидроксида натрия)

Определите, где изображены формулы простых веществ, а где – сложных.

5. Процессы, происходящие в ходе химической реакции, записываются в форме химических уравнений.

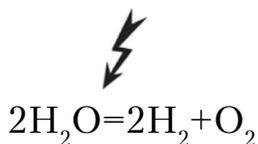
В левой части уравнения пишутся формулы исходных веществ (или одного вещества), а в правой части – формулы полученных веществ (или формула одного нового вещества).

Уравнение (найдите корень этого слова) предусматривает, что количество атомов каждого элемента до реакции должно быть равно количеству атомов этих элементов после реакции.

В этом проявляется один из универсальных законов мира: закон сохранения массы вещества. Иначе говоря, вещества не исчезают и не появляются из ничего, а только превращаются из одних веществ в другие.

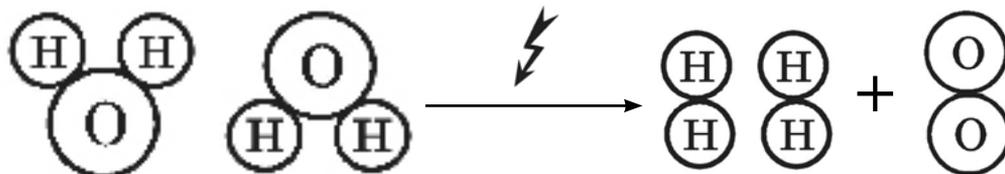
Уравнивание числа атомов происходит с помощью особых знаков – коэффициентов, которые пишутся перед формулой и обозначают, в каких количественных соотношениях вещества участвуют в реакциях.

Например,



Коэффициент «1», как и индекс «1», не пишется. Стрелки, направленные вверх, обозначают газообразное вещество, а направленные вниз – осадок. Знак, напоминающий молнию, указывает что эта реакция происходит при участии электрического тока.

Наглядная схема той же реакции:



Две молекулы воды

Две молекулы водорода  
Одна молекула кислорода

Молекулы веществ находятся в беспорядочном постоянном движении (такое движение еще называют хаотическим). Прделайте несколько опытов, доказывающих, что частицы в веществах движутся.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Периоды	Группы элементов												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
1	H												
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne					
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar					
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Zn	Ga	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Cd	In	
5	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Cd	In	
6	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Cd	In	
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Cn	Bh	Hf	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu

# Опыты, доказывающие движение и взаимодействие частиц вещества

## 1. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА КАПЛЯМИ ВОДЫ



Капните несколько капель воды на предметное стекло и оставьте его в таком месте комнаты или кухни, чтобы никто случайно его не разбил.

Наблюдайте, за какое время воды на стекле не станет.

Куда делась вода? Выскажите свои гипотезы (предположения). К какому из вариантов ближе ваш ответ?

1. Исчезла.

2. Испарилась.

3. Молекулы воды из капель на стекле переместились в воздух комнаты (кухни) и стали невидимыми.

## 2. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА НАСТОЙКОЙ ВАЛЕРИАНЫ<sup>1</sup>



Капните несколько капель настойки валерианы на стекло (можно на блюдце). Отойдите на полметра от блюда и заметьте, через какое время вы ощутите запах. Через какое время вместо капли окажется темный налет на стекле?

Объясните наблюдения. Выберите один из ответов.

1. Большинство молекул спирта и валерианы испарилось, то есть перешли в газообразное состояние, а часть веществ осталась на стекле.

2. Молекулы спирта исчезли, а молекулы вещества с запахом валерианы остались на стекле.

3. Настойка валерианы исчезла.

## 3. РАСТВОРЕНИЕ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ В ВОДЕ

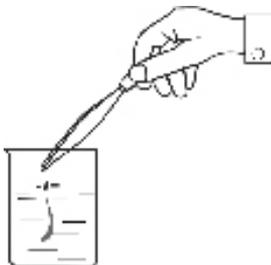
Налейте в химический стакан кипяченой воды комнатной температуры. С помощью пинцета опустите на поверхность воды несколько кристалликов перманганата калия (или марганцовокислого калия, или марганцовки, как чаще говорят в быту).

Наблюдайте за растворением кристалликов в воде.

Сформулируйте несколько вопросов для объяснения наблюдаемого процесса растворения.

---

<sup>1</sup> Настойку валерианы можно заменить другой пахучей легко летучей жидкостью, например, одеколоном или духами.



Проделайте такой же опыт с горячей водой. Какой вывод вы можете сделать о скорости движения частиц:

1. В горячей воде кристаллы растворяются быстрее.
  2. В горячей воде скорость движения молекул воды больше, поэтому растворение происходит быстрее.
  3. В горячей воде растворение происходит беспорядочно.
- Раствор перманганата калия используйте в опыте 1.



Раствор перманганата калия перед выливанием в раковину надо разбавить большим объемом воды

### 4. РАСТВОРЕНИЕ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В ВОДЕ



В химический стакан налейте 100 мл кипяченой воды комнатной температуры. Чайной ложкой возьмите несколько раз поваренную соль, а другой ложкой или стеклянной палочкой с наконечником размешивайте соль до тех пор, пока она больше не будет растворяться. Попробуйте температуру раствора на ощупь через стенки химического стакана.

Произошла ли химическая реакция?



Несколько капель получившегося раствора поместите с помощью стеклянной трубочки на предметное стекло. На подставку положите таблетку сухого горючего, подожгите его и поднесите предметное стекло к верхней части пламени. Вода испаряется, а на поверхности стекла остаются кристаллики поваренной соли.

Значит, вещество не изменилось. Но ведь произошло изменение температуры раствора, а это признак химической реакции.

В процессе растворения происходит перераспределение частиц соли между молекулами воды (это физическое явление), но в то же время – изменение температуры (это признак химической реакции).

Поэтому процесс растворения называют физико-химическим процессом.

# Признаки химических реакций. Типы химических реакций

О том, что произошла химическая реакция, то есть из одних веществ получились другие новые вещества, можно судить по нескольким признакам:

- изменению цвета веществ;
- появлению осадка;
- выделению газа;
- появлению запаха;
- изменению вкуса (но мы пробовать на вкус не будем);
- нагреванию реагирующих веществ;
- охлаждению реагирующих веществ.

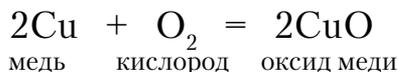
Химические реакции можно разделить на четыре основных типа: соединения, разложения, замещения и обмена. Ознакомимся в опытах с этими основными типами реакций.

## 5. РЕАКЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ

Проведем опыт прокаливания медной проволоки в пламени спиртовки.

Медь, из которой состоит медная проволока, соединяется с кислородом воздуха, в результате получается новое вещество – оксид меди. Он в виде черного налета покрывает медную проволоку после ее прокаливания в пламени спиртовки.

Запишем уравнение этой реакции с помощью химических формул.



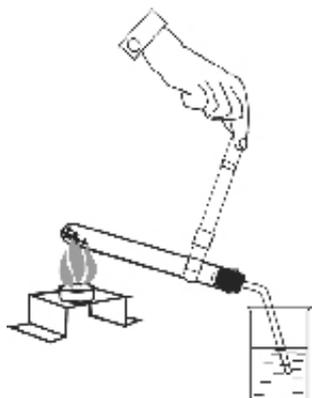
Реакции, при которых из двух или нескольких веществ образуется одно новое, называются реакциями соединения.

## 6. РЕАКЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ

Наверное, вы хорошо знаете красивый минерал малахит. Это изумрудно-зеленый, непрозрачный камень с темными прожилками.

В состав малахита входит вещество, которое названо основной углекислой медью, или основным карбонатом меди. В нашем наборе есть это вещество.

Небольшое количество малахита поместите в пробирку, закройте ее пробкой с газоотводной трубкой (см. правила безопасности). Закрепите пробирку в держателе, а длинный конец газоотводной трубки поместите в стакан с водой. Зажгите сухое горючее на столике и аккуратно прогрейте всю пробирку, а за-



тем нагрейте ее там, где находится малахит.

Понаблюдайте, какие изменения происходят, когда вы нагреваете в пробирке зеленый порошок малахита: зеленый порошок становится черным, на стенках пробирки появляются капельки воды и выделяется газ, который выходит в виде пузырьков из газоотводной трубки.

Было взято одно вещество — зеленый порошок малахита, а получилось три: черный порошок оксида меди, вода и углекислый газ:



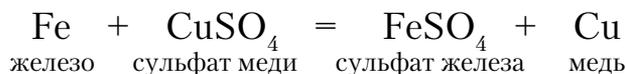
Реакции, в которых из одного вещества получаются два или более других веществ, называются реакциями разложения.

## 7. РЕАКЦИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ



Налейте в пробирку голубой раствор сульфата меди (медного купороса) и осторожно опустите в него на нитке железный гвоздь или железную проволоку. Через 2–3 минуты вы увидите, что гвоздь (проволока) покрылся красноватым налетом. Это выделилась медь в виде порошка. Раствор изменил свой цвет на зеленоватый.

Железо, из которого состоит гвоздь и проволока — более активный металл, чем медь. Железо вытеснило медь из раствора и заняло ее место.



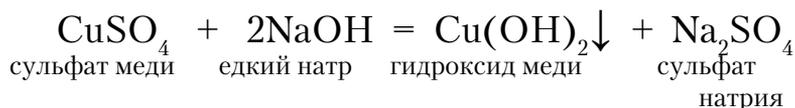
Реакции, в которых атомы простого химического вещества заменяют атомы в составе сложного химического вещества и при этом образуются новое простое вещество и новое сложное вещество, называются реакциями замещения.

## 8. РЕАКЦИЯ ОБМЕНА

Налейте в пробирку небольшое количество раствора сульфата меди и добавьте немного раствора гидроксида натрия.

Выпадает синий студнеобразный осадок гидроксида меди.

Здесь произошла так называемая реакция обмена:



Примечание: Стрелка, направленная вниз, указывает, что вещество выпадает из раствора в осадок.



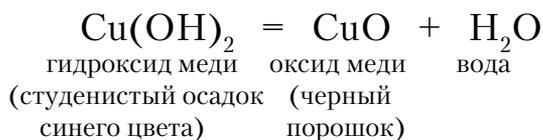
Атомы и группы атомов, входящие в состав сложных веществ, обменялись местами.

Реакции между двумя сложными веществами, при которых происходит обмен атомами или группами атомов, входящих в состав этих веществ, и получается два новых сложных вещества, называются реакциями обмена.

Краткое определение этого типа реакций: реакции обмена – реакции, при которых два сложных вещества обмениваются своими составными частями.

### 9. СИНЕЕ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ЧЕРНОЕ

Продолжите предыдущий опыт. Поместите пробирку с синим осадком гидроксида меди в огонь сухого горючего и нагрейте до кипения. Осадок постепенно будет темнеть и, наконец, станет черным. Это объясняется тем, что синий гидроксид меди превратился при нагревании в черный оксид меди и воду.



Какого типа эта реакция? Постарайтесь ответить на этот вопрос самостоятельно.

Во всех последующих уравнениях реакций советуем обращать внимание, к какому типу реакций они относятся.

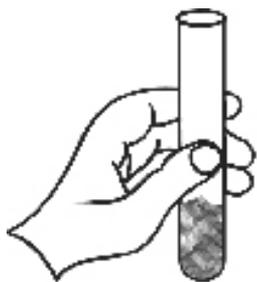
# Условия, влияющие на скорость химических реакций

Вы уже проделали несколько опытов. Заинтересовались ли вы, как лучше проводить опыт, когда реакция пойдет быстрее, когда медленнее?

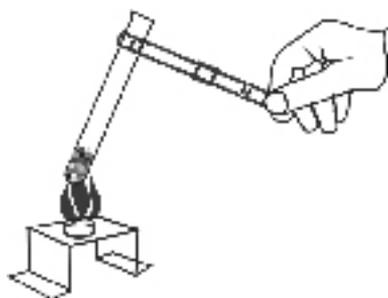
Давайте выполним еще несколько опытов!

## 10. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Смешайте в пробирке в равном соотношении гашеную известь и хлорид аммония. Появляется слабый запах аммиака.



Запах определяйте с соблюдением правил!



А теперь пробирку нагрейте, запах аммиака становится резким.

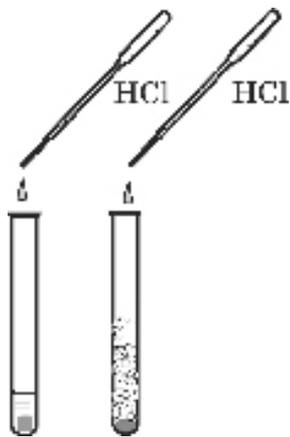
Видоизмените опыт.

В пробирку налейте раствор аммиака. Запаха аммиака нет или он очень слабый.

Нагрейте пробирку, и вы тотчас почувствуете запах аммиака.

На основании этих опытов можно сделать вывод, что нагревание ускоряет химические реакции.

## 11. ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ



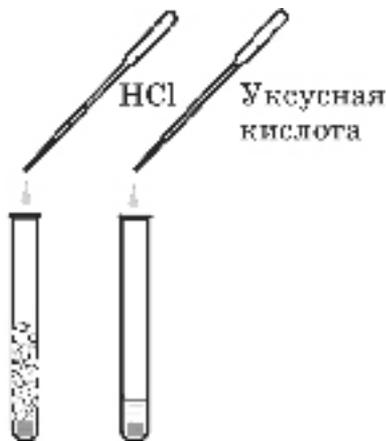
Положите в одну пробирку небольшой кусочек мела, а в другую – такой же по размеру, но предварительно измельченный в порошок.

В обе пробирки налейте одинаковые количества соляной кислоты, но не больше четверти пробирки (см. раздел правила безопасности при проведении опытов)

В пробирке с порошком мела наблюдается бурная реакция с выделением углекислого газа, а в другой пробирке реакция протекает спокойно.

Следовательно, чем больше поверхность соприкосновения реагирующих веществ, тем быстрее протекает химическая реакция.

## 12. ВЛИЯНИЕ КИСЛОТ РАЗНОЙ СИЛЫ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ



В две пробирки поместите по маленькому кусочку мрамора. В одну прилейте соляную кислоту, в другую – такое же количество уксусной кислоты. Выделяются пузырьки углекислого газа. Реакция мрамора с соляной кислотой идет интенсивнее, чем с уксусной кислотой.

Значит, соляная кислота сильнее уксусной.

Попробуйте убедиться в этом еще на одном опыте.

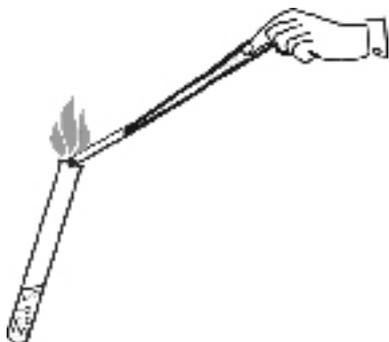
В одну пробирку налейте соляную кислоту, а в другую столько же уксусной.

В каждую пробирку внесите по щепотке порошка железа. В обеих пробирках выделяются пузырьки водорода.

Здесь результат тот же, что в первом опыте: реакция с соляной кислотой идет быстрее, чем с уксусной.

Следовательно, чем сильнее кислота, тем быстрее идет реакция, а это значит, что скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ.

### 13. КАТАЛИЗАТОРЫ – УСКОРИТЕЛИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ



В две пробирки до половины налейте 3%-ный раствор перекиси водорода.

В одну пробирку поместите немного порошка диоксида марганца, полученного в опыте №62, а в другую — небольшой кусочек сырого мяса. В обеих пробирках вы будете наблюдать бурную реакцию.

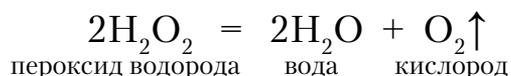
Перекись водорода как бы кипит, при этом выделяются пузырьки газа.

Теперь постарайтесь выяснить, что это за газ. К отверстию пробирок поднесите тлеющую лучинку, она ярко вспыхивает.

Следовательно, это кислород.

Если оставить перекись водорода в бутылочке на свету, то только через две недели вы можете убедиться, что в бутылочке находится вода, а кислород улетучился. Значит, реакция идет очень медленно.

В присутствии диоксида марганца или сырого мяса реакция протекает очень бурно по уравнению:



Следовательно, диоксид марганца (его химическая формула –  $\text{MnO}_2$ ) и вещество из сырого мяса ускоряют реакцию. Белок (вещество из мяса), ускоряющее реакцию разложения перекиси водорода, назвали каталазой.

Вещества, которые ускоряют химические реакции, но сами при этом не изменяются, называются катализаторами, а само явление называется катализом.

Диоксид марганца и белки, содержащиеся в сыром мясе — катализаторы. Катализаторов в природе и полученных искусственным путем очень много.

# Часть 2

## Мир неорганических веществ

### Какие бывают неорганические вещества

Вы уже знаете одну из квалификаций химических веществ (см.стр.13). Правильно, это разделение веществ по составу на простые и сложные.

Простые вещества: алюминий, серебро, золото, сера, кислород, водород и многие другие.

Сложными веществами являются соль, сода, вода и многие другие.

Рассмотрим теперь группы неорганических веществ по их свойствам.

Оксиды: вода, углекислый газ, сернистый газ, ржавчина. Оксиды – сложные вещества, состоящие из двух элементов, одним из которых является кислород. Латинское название кислорода – оксигениум, или «рождающий оксиды».

Углекислый газ  $\text{CO}_2$  – газ без цвета и запаха, который выделяется при дыхании.

Сернистый газ  $\text{SO}_2$  – газ с резким кисловатым запахом, который можно ощутить рядом с выхлопной трубой автомобиля или при сжигании серы.

Ржавчина – смесь оксидов железа, образующаяся при соединении железа с кислородом.

Кислоты: соляная ( $\text{HCl}$ ), азотная ( $\text{HNO}_3$ ), серная ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), угольная ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), сернистая ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). Все кислоты имеют общее строение молекул: один или несколько атомов водорода и кислотный остаток. Отличить растворы кислот можно с помощью индикаторов. Индикаторы (от слова «индикатио» – указываю) – вещества, способные изменить свою окраску в зависимости от веществ, в которых они находятся.

Универсальный индикатор в кислотах окрашивается в розовато-красные цвета. Чем сильнее кислота, то есть чем больше ионов водорода в ней, тем ближе окраска к красно-фиолетовой; чем слабее кислота, тем ближе окраска к желтовато-бежевому цвету, характерному для чистой воды. На цветной шкале рН универсального индикатора кислотам соответствуют цифры от 0 до 6.

Гидроксиды могут быть основными, кислотными и амфотерными.

Основания, или основные гидроксиды – это соединения, состоящие из атомов металлов и гидроксогруппы  $\text{OH}^-$  (читается «о-аш»).

Растворимые основания (щелочи):  $\text{NaOH}$  (едкий натр),  $\text{KOH}$  (едкое кали) и др. Щелочи используются в виде растворов – бесцветных и прозрачных жидкостей, в их растворах есть группа  $\text{OH}^-$ , определяются с помощью универсальных индикаторов. Под действием щелочей универсальные индикаторы окрашиваются в зеленовато-синий цвет; на цветной шкале рН им соответствуют цифры от 8 до 14.

Нерастворимые основания тоже имеют группу  $\text{OH}^-$ , однако с помощью индикатора их определить не удастся ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и другие).

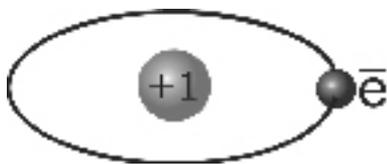
Соли: поваренная соль ( $\text{NaCl}$ ), сода ( $\text{NaHCO}_3$ ), хлористый кальций ( $\text{CaCl}_2$ ), хлористый магний ( $\text{MgCl}_2$ ), сульфат меди ( $\text{CuSO}_4$ ), карбонат кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). Окраска индикатора в растворах солей часто нейтральная, то есть pH соответствует цифре 7. Соли состоят из атомов металла и кислотных остатков (частей молекул кислоты без ионов водорода).

### Самое необыкновенное вещество

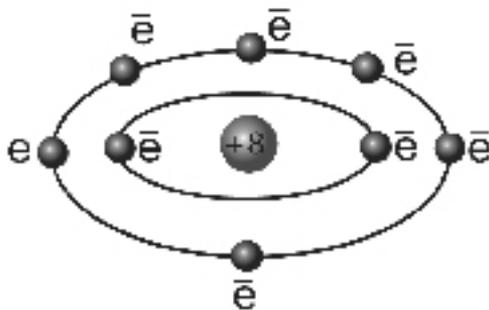
О чем вы подумали? О золоте, алмазах или необычных сплавах? А мы с вами попробуем доказать, что самое необыкновенное вещество на планете – наша обыкновенная вода!

Формула воды всем известна –  $\text{H}_2\text{O}$ .

Если подсчитать массу молекулы воды ( $1 \text{ а.е.м.}^1 \cdot 2 + 16 \text{ а.е.м.}$ ), то получится 18 а.е.м., а воздух имеет среднюю массу 29 а.е.м. То есть, вода должна быть легче воздуха в полтора раза! А вода – жидкость, и при этом достаточно плотная (вспомните, как трудно бежать в воде). Значит, у воды есть какая-то особенность во внутреннем строении. Еще раз обратимся к строению молекул воды. Каждая молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Атомы, хотя их греки и назвали неделимыми, имеют сложное строение. Для нас важно запомнить, что в центре атомов (в ядре) находятся положительно заряженные частицы, а вокруг вращаются отрицательно заряженные электроны. Количество положительных зарядов в ядре атома равно количеству отрицательных зарядов электронов, поэтому атом в целом нейтрален, а его заряд равен нулю.

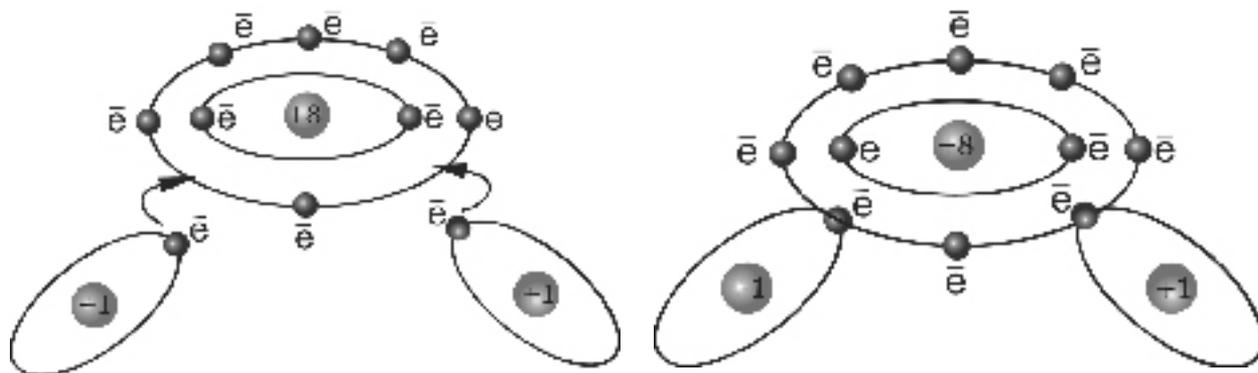


Строение атома  
водорода



Строение атома  
кислорода

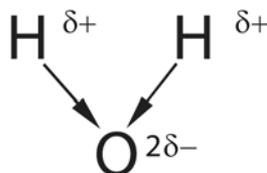
<sup>1</sup> а.е.м. – атомная единица массы



Образование молекулы воды

Строение молекулы воды

Атомы кислорода притягивают атомы водорода столь сильно, что отрицательно заряженные электроны атомов водорода практически полностью переходят к атому кислорода. Тогда в атомах водорода преобладает положительно заряженная часть – ядро, и на них сосредотачивается положительный заряд, а в атоме кислорода становится больше отрицательного электричества. Такие смещения зарядов обозначают  $\delta^+$  и  $\delta^-$ , а на связях между атомами отмечают, куда смещаются электроны:



Смещение зарядов  
в молекуле воды

Схема  
молекулы-диполя

Значит, на одном конце (полюсе) молекулы воды сосредотачивается положительный заряд, а на другом – отрицательный. Такие молекулы называются диполями (двуполусными).

Они в веществе выстраиваются определенным образом, в соответствии с правилом взаимодействия зарядов: одноименные заряды отталкиваются, а различные – притягиваются.

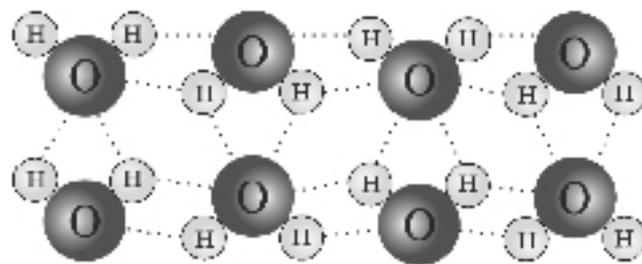
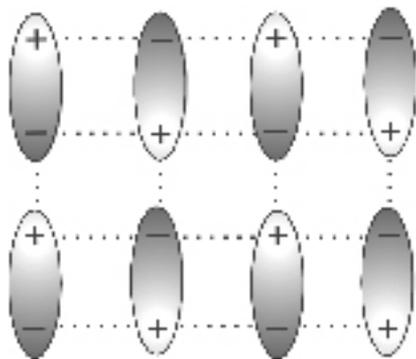


Схема взаимодействия молекул-диполей.  
Точками обозначены водородные связи

Водородные связи создают ассоциации молекул воды. Жидкая вода имеет внутреннюю структуру, поддерживаемую водородными связями.

Притяжение между разноименно заряженными частицами в молекулах воды мы показали точками. Это так называемые водородные связи. Каждая из них не очень прочная, но поскольку их много, они существенно меняют свойства вещества.

Например, ассоциации молекул воды как бы увеличивают массу молекул, и поэтому вода существует при обычных условиях не в виде газа, а в виде жидкости с достаточно высокой плотностью.

Водородные связи определяют формирование шарообразных капель и способность воды на своей поверхности создавать особую пленку, по которой, например, могут скользить водомерки и другие существа.

Силы поверхностного натяжения столь велики, что по узким трубочкам вода может сравнительно быстро подниматься вверх (например, между частицами почвы, по сосудам растений, между порами бумаги). О силе поверхностного натяжения между молекулами воды вы можете получить представление, если на предметное стекло нанесете каплю воды, накроете его другим стеклом и попытаете поднять верхнее стекло строго вертикально. Легко ли это сделать? А ведь вы боретесь только с силами, заключенными в одной капле воды!

Лед – это вода в твердом состоянии. Обычно твердые вещества более плотные, чем жидкие. Но у воды это опять не так! Лед легче воды, поэтому он всплывает на поверхность водоемов, а в глубине озера или реки продолжается жизнь: ведь там есть вода!

Вода – вещество теплоемкое. Чтобы вода нагрелась, закипела и превратилась в пар, необходимо значительное количество энергии. Эта энергия тратится на разрыв водородных связей, чтобы вода перешла в газообразное состояние, когда ее молекулы движутся на большом расстоянии друг от друга независимо от других молекул. Вода медленно отдает тепло, поэтому ее применяют в качестве теплоносителя в системе отопления.

У воды низкая теплопроводность. Вспомните, как долго летом вода в озере или реке ощущается более теплой по сравнению с окружающим воздухом. Летом за день

вода нагревается, а за летнюю ночь она не успевает охладиться, и после прохладного утреннего воздуха вода в реке кажется значительно теплее. Объяснение здесь – в тех же водородных связях. Их трудно разорвать (это происходит при нагревании), зато при охлаждении молекулы воды выстраиваются сами, при этом выделяется энергия.

Полярные молекулы воды «растаскивают» частицы из кристаллов других веществ (перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ , поваренной соли  $\text{NaCl}$ , сахара и других). Этот процесс мы называем растворением веществ. Процесс растворения тоже объясняется образованием или разрушением связей между молекулами воды и частицами растворимого вещества. Вода – универсальный растворитель, она способна растворить самые различные вещества.

Абсолютно чистая вода не проводит электрического тока. Но в природе такой абсолютно чистой воды не существует. Благодаря растворению газов, жидкостей и твердых веществ вода обладает электропроводностью. Напоминаем, что мокрыми руками нельзя дотрагиваться до включенных электроприборов, розеток и вилок.

Вода участвует во многих химических реакциях, создавая новые вещества с иными свойствами. Вода – пожалуй, единственное вещество на поверхности планеты, которое находится одновременно в трех состояниях – парообразном, жидком, твердом.

Благодаря своим уникальным свойствам вода распространена повсюду: и в Космосе, и в атмосфере, в океанах, морях, реках и других водоемах; она входит в состав некоторых камней, всегда находится в почве и в каждом живом организме: растениях, животных, грибах, бактериях, вирусах и, конечно, в людях.

В нашем организме примерно 70 % воды. Если ваш вес 50 кг, то примерно 35 кг из них составляет вода. Понятно, что вокруг нас и в нас должна находиться по возможности более чистая вода.

Итак, приступаем к изучению свойств самого необыкновенного вещества – воды!

## **14. ВОДА РАСТВОРЯЕТ ГАЗЫ**

Налейте в пробирку водопроводную воду. Внимательно изучите ее свойства.

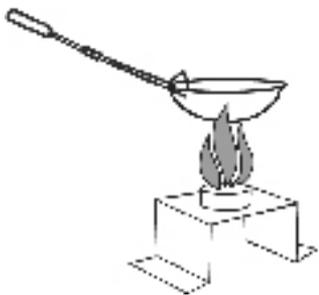
В каком агрегатном состоянии она находится: в твердом, жидком или газообразном?

Какой цвет она имеет? Не торопитесь с ответом, дайте воде отстояться.

Какой запах имеет водопроводная вода?

Во многих городах воду хлорируют, то есть добавляют в нее хлор, поэтому вода иногда пахнет «хлоркой», а в воде заметны мелкие пузырьки газа – это пузырьки воздуха. Значит, вода растворяет различные газы.

## 15. ВОДА РАСТВОРЯЕТ МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ



Имеются ли в воде какие-либо еще вещества в растворенном состоянии?

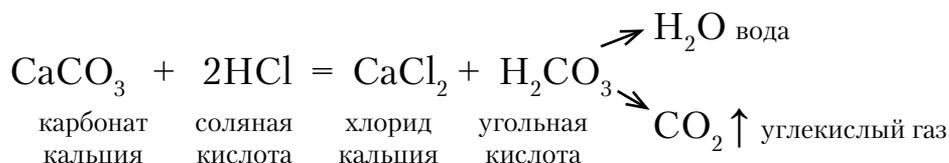
В фарфоровую чашку налейте немного воды. Зажгите топливо на подставке. Нагревайте воду, закрепив чашку в держателе над пламенем, до полного испарения воды. На дне чашке останется пятно серовато-белого осадка.

Это и есть растворенные в воде минеральные соли.

Изучите состав осадка, полученного после упаривания воды в чашке.

Для этого в чашку капните из стеклянной пипетки раствор соляной кислоты. Если произойдет бурная реакция, сопровождающаяся бурным выделением газа, мы можем предположить, что в состав осадка входили соли угольной кислоты – карбонаты, которые реагируют с соляной кислотой, выделяя углекислый газ.

Происходит химическая реакция, сущность которой можно выразить уравнением:

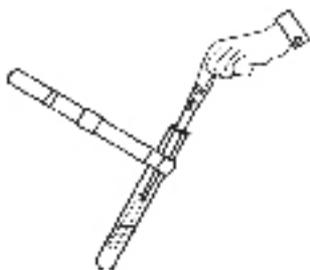


Примечание. Угольная кислота нестойкая и разлагается на воду и углекислый газ.

## 16. КАК ОЧИСТИТЬ ПРОБИРКУ ПОСЛЕ ВЫПАРИВАНИЯ В НЕЙ ВОДЫ?

Аналогично опыту № 15 можно устранить мутный налет на стенках пробирки, в которой выпаривали воду. Ополосните ее небольшим количеством соляной кислоты, и мутный налет растворится. Если после этого дополнительно ополоснуть пробирку кипяченой водой (лучше дистиллированной), можно считать пробирку чистой. Запомните это как практический совет для вашей работы.

## 17. ИЗУЧАЕМ КИСЛОТНОСТЬ ВОДЫ



Определите, какую кислотность имеет водопроводная вода. Напомним, что это можно выяснить с помощью универсального индикатора: в кислой среде (значение pH от 0 до 6) окраска раствора красных оттенков, в щелочной (pH от 8 до 14) – сине-зеленых; при нейтральной среде (pH = 7) – желто-вато-бежевого (телесного) цвета.

Возьмите пинцетом индикаторную бумажку и опустите ее в водопроводную воду. Сравните появившуюся окраску со шкалой значений pH.

Какой вывод можно сделать о кислотности водопроводной воды?

### 18. КАК УСТРАНИТЬ НАКИПЬ В ЧАЙНИКЕ?

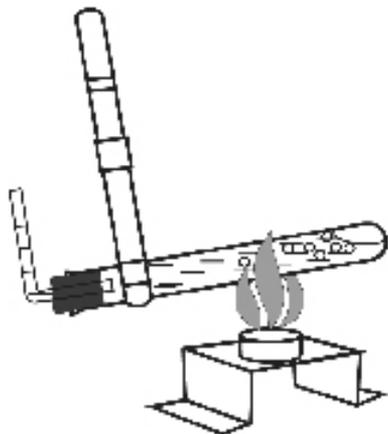
Практическое приложение своих знаний вы можете применить на кухне.

В чайнике, в котором всегда кипятят воду, образуется толстая корка накипи, подобно тому, как на дне чашки оседает углекислый кальций из воды при выпаривании.

Эту накипь нельзя удалить обыкновенной водой, а вот разбавленная соляная кислота быстро ее растворяет. Однако так можно очистить только эмалированный чайник, алюминиевую же посуду кислота может разрушить.



### 19. ОБНАРУЖЕНИЕ ВОЗДУХА В ВОДЕ



Человек, попав в воду без специального снаряжения, может погибнуть, задохнувшись от недостатка воздуха. А вот рыба не задыхается под водой, потому что в воде содержится небольшое количество воздуха, достаточное для дыхания рыб.

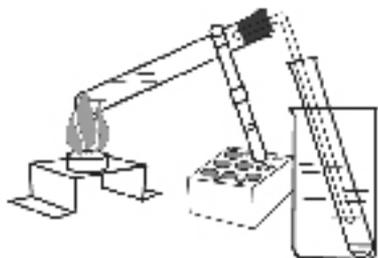
Попробуйте сами обнаружить воздух в воде. Наполните пробирку до краев водой и закройте ее пробкой с изогнутой трубкой. В пробирке не должно быть пузырьков, и вода должна заполнить часть изогнутой трубки. Расположите пробирку с помощью держателя для пробирок слегка наклонно (так, чтобы дно пробирки было чуть выше отверстия пробирки) и нагрейте воду в пробирке.

Пузырьки воздуха начнут подниматься и собираться в верхней части пробирки в один большой пузырь. Нельзя воду нагревать до кипения, так как образовавшийся при этом пар может выбросить всю воду через трубку.

Пузырек воздуха, который образовался в пробирке после нагревания, содержит кислород, которым дышат рыбы и другие живущие в воде организмы.

Значит, вода растворяет в себе воздух.

## **20. ПОЛУЧАЕМ ЧИСТУЮ ВОДУ**



В предыдущих опытах вы доказали, что в водопроводной воде есть растворенные газы и минеральные соли.

Попробуйте получить чистую воду. Налейте в пробирку немного водопроводной воды, закройте пробкой с Г-образной газоотводной трубкой. Длинный конец газоотводной трубки опустите во вторую пустую пробирку, которая опущена в стакан с холодной водой.

Нагрейте пробирку в верхней части пламени. Наблюдайте появление пузырьков. Это выходят растворенные газы. При кипении вода испаряется, собирается в мельчайшие капельки тумана и устремляется по изогнутой трубке во вторую пробирку, где охлаждается и превращается в воду. Эта вода называется дистиллированной, а процесс – перегонкой, или дистилляцией.

В первой пробирке должно остаться немного воды, чтобы с парами минеральные соли не попали в чистую воду.

Дистиллированную воду используют для приготовления лекарств, растворения реактивов.

## **21. МНОГО ЛИ ВОДЫ В ОВОЩАХ И ФРУКТАХ?**



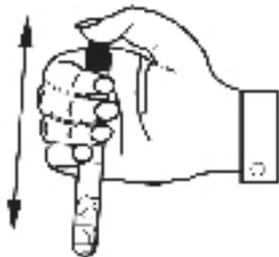
Да, много. Убедитесь в этом на опыте. Взвесьте 100 г салата, щавеля или других овощей. Поместите взвешенные листья в теплое сухое место и высушите листья. После повторного взвешивания убедитесь, что вес листьев станет меньше на столько, сколько весила испарившаяся из них вода. Например, если из взвешенных 100 г овощи потеряли 95 г, то в них было не меньше 95 % воды.

Для сравнения сделайте опыты с протертым картофелем, яблоками, огурцами и убедитесь, что содержание воды в овощах и фруктах колеблется от 75 % до 97 %.

Учтите, что влага также содержится в воздухе, поэтому даже высушенные овощи и фрукты содержат влагу. В этом можно убедиться, если поместить высушенные овощи в сухую пробирку и нагреть ее. На стенках пробирки появится легкий туман – это мельчайшие капельки воды.

И хотя в овощах и фруктах так много воды, тем не менее, они вкусны и содержат в себе ценные, необходимые для нашего питания вещества.

## 22. МОЖЕТ ЛИ САХАР СТАТЬ НЕВИДИМЫМ?



Разбейте кусочек сахара и высыпьте эти мелкие кусочки в пробирку, на  $\frac{3}{4}$  заполненную водой. Закройте пробирку пробкой и хорошенько встряхните ее. Сахар постепенно растворится.

Значит, вода растворяет вещество сахар.

Аналогично можно провести опыт с сахарным песком.

Раствор оставте для опыта 24.

## 23. «ИСЧЕЗНУВШАЯ» ТОВАРЕННАЯ СОЛЬ

Налейте в стакан или чашку немного воды и всыпьте туда четверть чайной ложки обычной соли, которую используют в пищу. Хорошенько размешайте соль ложкой. Соль как бы «исчезла». И только попробовав воду из чашки на вкус, можно узнать о присутствии соли в воде.

Этот опыт можно провести и в пробирке, насыпав в нее соль, залив водой и хорошенько встряхнув пробирку.



Вода растворяет поваренную соль.

Но пробовать соленую воду из пробирки нельзя, так как существует правило — ничего нельзя пробовать из химической посуды.

Раствор оставте для опыта 24.

## 24. САХАР И СОЛЬ ПОЯВЛЯЮТСЯ ВНОВЬ

Вылейте сладкую воду, полученную в опыте 22, из пробирки в фарфоровую чашку и поставьте ее в теплое место. Через несколько дней вода испарится, и на дне чашки останется сахарная корка, внутри которой блестят кристаллы сахара.

Аналогичный опыт можно провести и с поваренной солью, если половину соленого раствора полученного в опыте 23, подогреть в чашке до полного испарения воды. На дне чашки останется корка сухой поваренной соли, которую можно соскоблить.

## 25. ИСКУССТВЕННЫЙ «СНЕГ»

Положите в тарелку несколько камешков, между ними укрепите сухие веточки.

На камешки и вокруг них насыпьте 12 столовых ложек поваренной соли. Края тарелки обязательно следует смазать вазелином.

После этого аккуратно смочите соль 6-ю столовыми ложками воды и поставьте тарелку в теплое место.

Каждый день пипеткой надо добавлять к смеси в тарелку 1–2 ложки воды, и уже на второй день появится «снег» на камешках, а через 15 дней он уже покроет ветки и стенки тарелки.

Сущность явления заключается в том, что сухая соль, впитывая



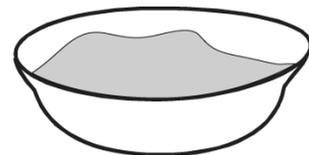
воду, растворяется в ней. Полученный концентрированный раствор благодаря капиллярности проникает в промежутки между камнями, в трещины коры, в сосуды веточек, образуя тонкую пленку. Вода испаряется, а соль остается.

Этот процесс протекает непрерывно и поэтому «снег» растет в течение нескольких дней.

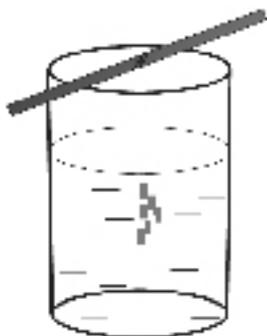
### 26. «ГЕОМЕТРИЯ» ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Поставьте чашку с очень соленой водой на некоторое время в теплое место. Вода постепенно испарится, а поваренная соль выпадет на дне чашки в виде блестящих кубических кристаллов.

При кристаллизации поваренная соль всегда принимает форму кубиков. Другие вещества кристаллизуются в других геометрических формах.



### 27. ВЫРАЩИВАЕМ КРИСТАЛЛЫ САХАРА



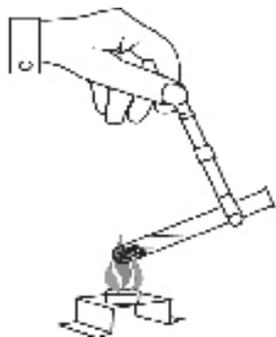
Можно сделать так, что кристаллы будут не только образовываться в растворе, но и постепенно расти.

Попробуйте, например, вырастить кристаллы сахара. Для этого растворите как можно больше сахара в стакане с теплой водой. Затем привяжите короткую нитку к карандашу, сделайте ниткой несколько оборотов вокруг карандаша и положите его на стакан.

На нитке в жидкости со временем образуются кристаллы, которые будут постепенно становиться все больше и больше. Постепенно опускайте нитку с растущими на ней кристаллами в сладкую воду, вращая карандаш.

При испарении воды сладкая вода будет все более насыщенной, и сахар будет кристаллизоваться на стенках стакана.

### 28. ТЕПЛО ПОВЫШАЕТ РАСТВОРИМОСТЬ



Положите в пробирку немного сульфата меди (медного купороса) из набора так, чтобы высота слоя была около 1,5 см и добавьте 2 см воды (по высоте пробирки). Для того чтобы купорос растворился скорее, пробирку встряхните несколько раз, предварительно закрыв ее пробкой. Раствор окрасится в голубой цвет, однако еще не весь медный купорос растворился. Часть его останется на дне. Такой раствор можно назвать насыщенным. Теперь пробирку осторожно нагреем.

Медный купорос растворится полностью, и цвет раствора станет темно-синим. Следовательно, нагревание способствует растворению.

Если горячему раствору дать остыть, то на дне пробирки осядут кристаллики медного купороса. Такой раствор стал перенасыщенным. Эти маленькие кристаллики мы используем в последующих опытах.

### 29. КОСОУГОЛЬНЫЕ КРИСТАЛЛЫ



Полученные вами в предыдущем опыте кристаллы химика называют монокристаллами. Монокристаллы различных веществ, например, кварца, широко применяются в оптике и электронике.

Было бы интересно, если бы вы с товарищами устроили соревнования по выращиванию самого большого кристалла медного купороса.

Возьмите  $\frac{1}{2}$  пробирки воды и при постоянном встряхивании растворите в ней медный купорос до получения интенсивной окраски раствора. Раствор вылейте в стакан и оставьте его до тех пор, пока вода не испарится. На дне стакана останутся синие кристаллики медного купороса. Они похожи на ромбические столбики.

Отберите несколько наиболее правильных по форме кристалликов, которые и будут зародышами для выращивания больших кристаллов.

### 30. ПРОЦЕСС ВЫРАЩИВАНИЯ БОЛЬШИХ КРИСТАЛЛОВ МЕДНОГО КУПТОРОСА

Прежде всего, необходимо приготовить раствор медного купороса, в котором будут расти кристаллики. Возьмите  $\frac{1}{2}$  пробирки воды и поместите туда немного медного купороса. Пробирку встряхивайте до тех пор, пока купорос не растворится. Затем добавляйте постепенно еще медного купороса до тех пор, пока даже после энергичного встряхивания он не растворится. Теперь раствор нужно нагреть. Избыток медного купороса в теплой воде растворится. Оставьте раствор до следующего дня, и купорос снова выпадет в осадок. Жидкость над остатком, или так называемый маточный раствор, вылейте в стакан.



Положите в маточный раствор 2–3 кристаллика, отобранные в предыдущем опыте так, чтобы они не касались друг друга на дне стакана. Стакан закройте листом бумаги или картона, чтобы вода не испарялась слишком быстро, и каждый день кристаллики переворачивайте пинцетом. Помните, они всегда должны быть полностью покрыты раствором, поэтому время от времени необходимо приготавливать и доливать новый маточный раствор. Выращивание новых кристаллов продлится довольно долго, например пятисантиметровые кристаллы нужно выращивать почти полгода. Наберитесь терпения, и вы сможете вырастить крупные кристаллы.

## Кислоты знакомые и незнакомые, или у кого рН меньше семи

Вы уже знаете, что кислоты – это сложные вещества. Поэтому схематично формулу любой кислоты можно выразить так: Н-КО. Сокращение КО означает кислотный остаток.

От атомов водорода отрицательно заряженные электроны смещаются к кислотному остатку, а атом водорода превращается в ион водорода, заряженный положительно ( $H^+$ ).

Вы знаете, что с помощью индикаторов можно определить показатель (р) водородных ионов (Н). Для кислот показатель водородных ионов или, сокращенно, рН находится в диапазоне от 0 до 6: чем меньше величина рН, тем больше ионов водорода в растворе.

В химии есть целый ряд веществ, обладающих способностью менять свою окраску в присутствии кислот и щелочей (щелочь – хорошо растворимое основание). Эти вещества называются индикаторами.

Индикаторами пропитывают бумагу. Существует много видов различных индикаторных бумаг.

В вашем наборе имеется универсальная индикаторная бумага.



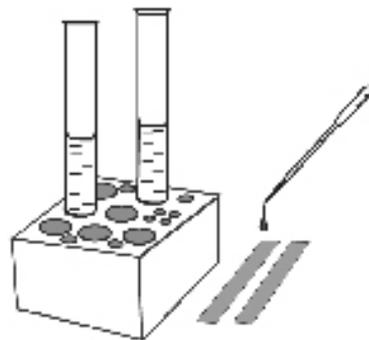
### 31. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИНДИКАТОРНОЙ БУМАГИ



Осторожно!  
Кислота

Поставьте в штатив две пробирки. В одну налейте 1–2 мл уксусной кислоты, в другую столько же соляной кислоты. Возьмите пинцетом полоску универсальной индикаторной бумаги. Стеклой палочкой или пипеткой нанесите каплю раствора уксусной кислоты на конец полоски индикаторной бумаги. Появившуюся на бумаге окраску сравните с окраской на шкале (на упаковочной коробочке).

Промойте стеклянную палочку в кипяченой воде, просушите ее чистой тряпочкой и нанесите с помощью этой палочки каплю раствора соляной кислоты на свободный конец той же полоски индикаторной бумаги. Сравните полученную окраску с окраской на шкале. А теперь сравните окраски,



полученные от растворов уксусной и соляной кислот, и обратите внимание на цифры у шкалы. Чем меньше число, тем сильнее кислота. Следовательно, соляная кислота – сильная, а уксусная – слабая.

Существуют еще сильные кислоты – это серная, азотная и другие кислоты.

Угольная и сернистая кислоты являются слабыми кислотами.

В нашем наборе есть флакон с раствором соляной кислотой. Это уже разбавленная кислота.



Запомните на будущее!

При разбавлении следует кислоту вливать в воду, а не наоборот. Даже с разбавленной соляной кислотой следует обращаться очень осторожно. Не оставляйте флакон с кислотой на виду, чтобы он не попал в руки младшим братьям и сестрам!

## 32. НЕКОТОРЫЕ НАПИТКИ СОДЕРЖАТ УГОЛЬНУЮ КИСЛОТУ

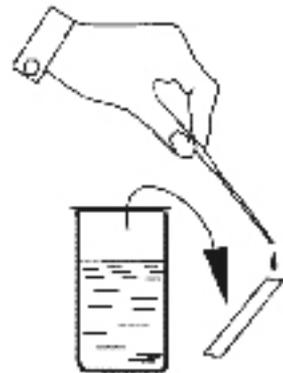


Некоторые разбавленные кислоты можно пить или употреблять в пищу. Это, например, органические кислоты: уксусная (но только пищевой уксус!) и лимонная, которые используются в домашнем хозяйстве, а также угольная кислота, которая содержится в минеральной воде и в газированных напитках.

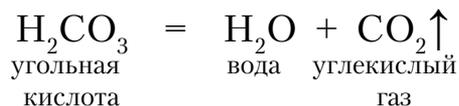
В том, что в этих напитках содержится кислота, можно убедиться, смочив ими полоску индикаторной бумажки.

Но если немного газированного напитка прокипятить в течение минуты в пробирке и после этого вновь испытать на кислоту, то вы увидите, что изменения окраски бумажки не происходит. Это объясняется тем, что нагревание разрушает угольную кислоту (при этом образуется вода и углекислый газ).

Поэтому лимонад и минеральную воду нужно хранить в холодильнике, чтобы сохранить их вкусовые качества.

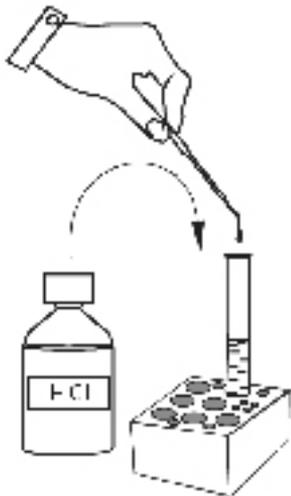


нагрев



На основании проведенных опытов постарайтесь объяснить, почему не следует пить много газированной воды.

### 33. КИСЛОТА В ЖЕЛУДКЕ ЧЕЛОВЕКА



Желудочный сок, который помогает переваривать пищу в желудке человека, содержит в небольшом количестве настоящую соляную кислоту. Если по каким-то причинам в желудке выделяется больше соляной кислоты, чем это необходимо для пищеварения, то избыточная кислота вызывает изжогу или боль. Многие люди для снятия боли принимают ложечку пищевой соды.

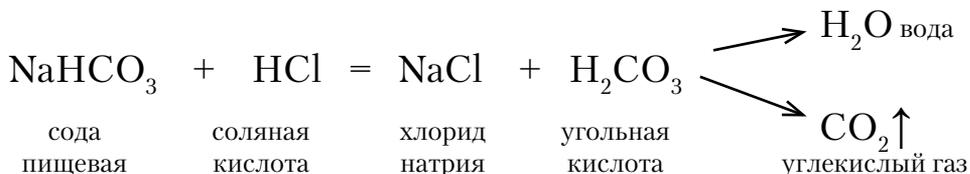
Если в пробирку, наполненную почти до верха водой, накапать приблизительно 20 капель раствора соляной кислоты, то получится раствор, аналогичный желудочному соку. Проверьте реакцию среды с помощью универсальной индикаторной бумажки и сравните полученную окраску с окраской на шкале. Раствор стал розовым. А теперь проверьте действие пищевой соды.

Добавьте в пробирку с «желудочным соком» несколько кристалликов пищевой соды. «Желудочный сок» вскипает.

После того, как кислота перестанет вскипать, вновь проверьте реакцию среды универсальной индикаторной бумажкой. Вы увидите, что среда стала нейтральной.

Вот вы и доказали, что пищевая сода помогает нейтрализовать избыток кислоты в желудочном соке.

Произошла реакция:



### 34. ЖИДКОСТЬ ИЛИ ГАЗ?

Налейте в пробирку немного раствора соляной кислоты HCl, закрепите ее в держателе для пробирок и слегка нагрейте на спиртовке.



При работе с раствором соляной кислоты будьте очень осторожны. Соляная кислота – кислота сильная.

Над отверстием пробирки, не касаясь ее, подержите влажную универсальную бумажку. Сравните полученный цвет бумажки с окраской на шкале. Бумажка покажет вам кислую среду. При нагревании из соляной кислоты будет выделяться газ, который, соприкасаясь с влажной индикаторной бумажкой, вновь образует кислоту.

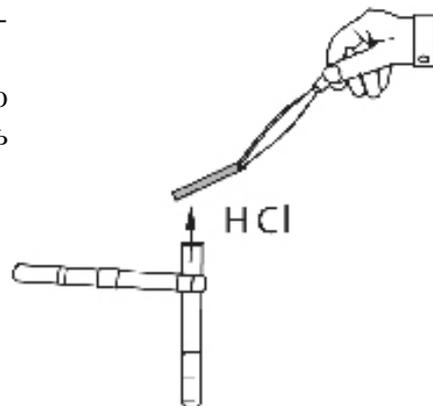
Этот газ называется хлороводородом, причем хорошо известная нам соляная кис-

лота представляет собой не что иное, как раствор хлороводорода в воде. Формула хлороводорода  $\text{HCl}$ .

В наборе представлена уже разбавленная кислота. Но даже с разбавленной кислотой следует обращаться очень осторожно.



Не оставляйте флакон с кислотой на виду, чтобы он не попал в руки младшим братьям или сестрам!



### 35. КРАСНАЯ КАПУСТА В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА



В природе имеется целый ряд веществ, которые в присутствии кислот и оснований изменяют свою окраску. Таким свойством обладает антоциан – красящее вещество хорошо известной красной капусты.

Если к 1–2 мл красно-фиолетового сока из листа красной капусты добавить несколько капель кислоты, он окрасится в красный цвет. Антоциан меняет окраску в растворе кислоты, поэтому антоциан – индикатор.

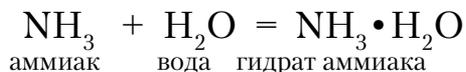
# Едкие щелочи и другие гидроксиды, или как нейтрализовать кислоту

Среди неорганических веществ выделяют группу основных гидроксидов, или оснований. Основные гидроксиды – это сложные вещества, для которых характерна группа атомов  $\text{OH}^-$ , соединенная с атомом металла. В группе  $\text{OH}^-$  атом кислорода соединен с атомом водорода, при этом на всей группе имеется отрицательный заряд. Отрицательно заряженная группа атомов  $\text{OH}^-$  иначе называется гидроксид-ионом. Поэтому основания химики и называют гидроксидами.

В основаниях гидроксид-ион  $\text{OH}^-$  соединен с атомами металлов, поэтому в общем виде формулу оснований можно изобразить так:  $\text{Me}(\text{OH})_n$ . Число  $n$  означает, что группа  $\text{OH}^-$  может быть повторена несколько раз (обычно – не более трех). Как вы помните, цифра 1 в индексах не пишется.

Растворимые основания издавна называют щелочами. Это  $\text{NaOH}$  – гидроксид натрия, или едкий натр;  $\text{KOH}$  – гидроксид калия или едкое кали.

По свойствам к ним близок нашатырный спирт  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Строго говоря, к щелочам его отнести нельзя, так как в формуле этого вещества на первом месте не металл, зато  $\text{OH}^-$  группа так же подвижна, как в щелочах. Гидрат аммиака, который раньше называли нашатырным спиртом, – это вещество, получающееся при растворении газа аммиака в воде:



К малорастворимым основаниям относится гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; часть этого вещества может находиться в растворе, а часть быть в осадке на дне пробирки. Растворимая часть гидроксида кальция называется известковой водой.

К нерастворимым основаниям относятся очень многие вещества:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – гидроксид железа;  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  – гидроксид меди,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  – гидроксид алюминия и другие гидроксиды металлов.

Растворимые и малорастворимые гидроксиды можно определить с помощью индикаторов. Растворы таких гидроксидов имеют значения по шкале pH от 8 до 14.

Откуда же взялись ионы водорода?

Дело в том, что вода способна распадаться (по научному – диссоциировать) на ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ . Привнесение дополнительных гидроксид-ионов из щелочей вызывает уменьшение количества ионов  $\text{H}^+$  в воде в пропорции, определяемой особым математическим соотношением.

## 36. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ



Осторожно!  
Едкое вещество

Испытайте универсальной индикаторной бумагой растворы трех веществ: гидроксида натрия, гидроксида кальция (известковую воду), гидроксида аммония (раствора аммиака).

Поставьте в штатив 3 пробирки. Налейте в первую пробирку 2–3 мл раствора гидроксида натрия, во вторую – известковую воду, в третью – раствор аммиака.



Капните на полоску универсальной индикаторной бумажки по капле раствора из каждой пробирки с помощью пипетки или стеклянной палочки. Сравните полученные окраски с окраской на шкале. Во всех пробирках индикаторная бумажка покажет щелочную среду. В случае щелочной среды, наоборот, чем больше число, тем сильнее щелочь.

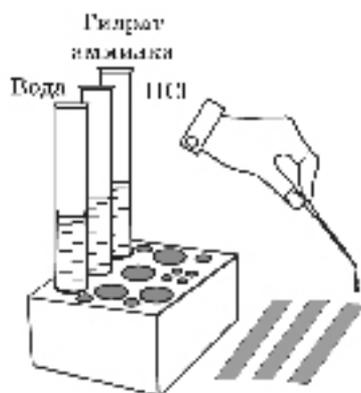
Числа на шкале показывают значение «рН» – показатель содержания водородных ионов, или водородный показатель. Советуем запомнить: от 0 до 2 – среда кислая, от 3 до 6 – слабо кислая, 7 – нейтральная, от 8 до 10 – слабо щелочная, 11–12 – сильно щелочная.

Таким образом, с помощью универсальной индикаторной бумаги можно определить присутствие кислоты или щелочи.

При работе со щелочами соблюдайте осторожность. Не случайно они названы едкими (например гидроксид натрия называют также едким натром).

Не забывайте: от щелочей надо оберегать глаза и руки, они оставляют на поверхности стола несмываемые пятна, портят краску.

## 37. ИССЛЕДУЕМ рН СРЕДЫ



Исследуйте, как будет меняться окраска универсального индикатора в кислой, щелочной и нейтральной среде.

Разместите в штативе для пробирок 3 пробирки. Налейте в 1-ую пробирку раствор соляной кислоты, во 2-ю – раствор аммиака (нашатырный спирт), в 3-ю – чистую воду. Жидкости в пробирки надо наливать на 1 см по высоте пробирок.

Разместите на чистом листе бумаги три полоски универсальной индикаторной бумаги. Перенесите с помощью пипеток или стеклянных палочек содержимое 1-ой пробирки на 1-ую полоску, содержимое 2-ой пробирки

– на 2-ую полоску и содержимое 3-ей пробирки – на 3-ю полоску.

Пипетку каждый раз следует использовать чистую, а стеклянную палочку – промывать водой и протирать чистой тряпочкой.

Изменения в окраске полосок индикаторных бумажек занесите в таблицу:

Среда	Кислая ( $\text{pH} < 7$ )	Нейтральная ( $\text{pH}$ около 7)	Щелочная ( $\text{pH} > 7$ )
Цвет индикаторной бумажки			

Сравните полученные окраски со шкалой на коробке.

### 38. ОКРАСКА РАЗНЫХ ИНДИКАТОРОВ

В кабинете химии можно взять растворы индикаторов: лакмуса, метилоранжа, фенолфталеина. Исследуем, как будет меняться их окраска в кислой, щелочной и нейтральной среде. Разместим в штативе 3 пробирки. Для удобства пробирки удобно пронумеровать (с № 1 по № 3). Налейте в пробирки № 1, 2, 3 раствор соляной кислоты. Добавляйте в каждую из трех пробирок по каплям растворы разных индикаторов, используя пипетку или стеклянную трубочку.

Ваши наблюдения запишите в соответствующие строки таблицы. Содержимое всех пробирок слейте в банку для отходов (объем банки – 0,5–1 литр). Пробирки хорошо промойте с помощью ершика, сполосните их чистой водой из промывалки. Повторите эксперимент используя вместо раствора соляной кислоты раствор гидроксида натрия (или аммиака), а потом чистую воду не забывая сливать содержимое пробирок в банку для отходов, промывать пробирки и споласкивать их чистой водой из промывалки. Наблюдения записывайте в соответствующие строки таблицы.

Название индикатора	Окраска индикаторов в различных средах		
	Кислая среда ( $\text{pH} < 7$ )	Нейтральная среда ( $\text{pH}$ около 7)	Щелочная среда ( $\text{pH} > 7$ )
Универсальный индикатор			
Лакмус			
Метилоранж			
Фенолфталеин			

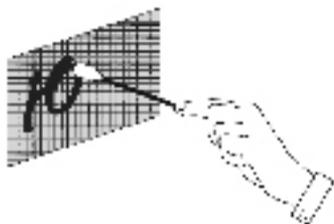
После выполнения всех опытов долейте в банку для отходов водопроводную воду, а затем осторожно слейте ее содержимое в раковину, пустив при этом струю из водопроводного крана.

После окончания работы слейте содержимое всех пробирок в банку для отходов (объем банки – 0,5–1 литр). Пробирки хорошо промойте с помощью ершика, сполосните их чистой водой из промывалки и просушите.



Долейте в банку для отходов водопроводную воду, а затем осторожно слейте ее содержимое в раковину, пустив при этом струю воды из водопроводного крана.

### **39. НЕВИДИМЫЕ ЧЕРНИЛА ПРОЯВЛЯЮТСЯ ФЕНОЛФТАЛЕИНОМ**



Напишите раствором гидроксида натрия несколько букв на листе бумаги чистой палочкой и дайте записи просохнуть. Надпись высохнет, и на листе бумаги не останется никаких следов. Затем смочите кусочек ваты раствором фенолфталеина и проведите полученным тампоном по бумаге. Тотчас появится четкая надпись ярко-малинового цвета. Можно сделать аналогичную надпись разбавленным раствором сернистой

меди. Когда бумага просохнет, проведите по сделанной надписи ваткой, смоченной в растворе аммиака, и появится надпись синего цвета.

### **40. ЕЩЕ ОДИН ПОМОЩНИК, КОТОРЫЙ СПОСОБЕН ОПРЕДЕЛИТЬ КИСЛОТУ И ЩЕЛОЧЬ (РАСТВОРИМОЕ ОСНОВАНИЕ)**

В листьях красной капусты содержится красящее вещество антоциан. Опустите листья красной капусты в кипящую воду, и вода окрасится в красно-фиолетовый цвет. Этот раствор поможет вам в определении кислот и щелочей.

Значит, антоциан – тоже индикатор.

### **41. ИЗ ЧЕГО ЕЩЕ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ РАСТВОР АНТОЦИАНА?**

Раствор антоциана также можно получить из спелых вишен или черешен. Из плодов необходимо выжать сок, который окрашен в красный цвет. Для опыта удобнее иметь раствор фиолетового цвета. Приготовьте его так: добавьте в сок раствор аммиака или гидроксида натрия из пипетки по каплям и перемешивайте приготовленный раствор красного цвета стеклянной палочкой до тех пор, пока он не станет фиолетовым. Раствор такого красителя можно приготовить и из других плодов (черной смородины, черники).

Поскольку в плодах черники и красной смороды красящее вещество находится, главным образом, в кожуре, то плоды следует опустить в кипящую воду, затем удалить их процеживанием.

## **42. КАК ОПРЕДЕЛИТЬ КИСЛОТЫ И ЩЕЛОЧИ ПРИ ПОМОЩИ КРАСЯЩЕГО ВЕЩЕСТВА КРАСНОЙ КАПУСТЫ (АНТОЦИАНА)?**

Добавьте к раствору антоциана немного кислоты, и фиолетовый раствор приобретет красную окраску. Если же к раствору добавить щелочь, например, немного раствора едкого натра, то раствор станет синим, даже зеленым.

## **43. ЗНАКОМЫЙ ЗАПАХ НАШАТЫРНОГО СПИРТА**

Поместите в фарфоровую выпарительную чашку по 1–2 порции дозатора хлорида аммония и гидроксида кальция. Перемешайте содержимое стеклянной палочкой.

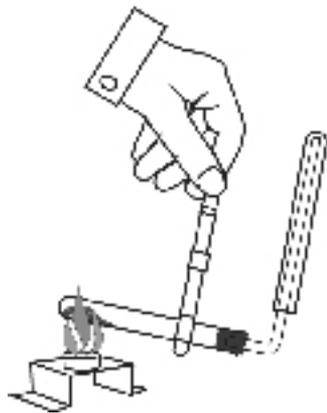


Осторожно понюхайте. Вспомните правила определения запаха химических веществ! Чувствуется знакомый сильный запах нашатырного «спирта». Это пахнет выделяющийся из хлорида аммония газ, который называется аммиаком.

## **44. А ЧТО НАМ ПОКАЖЕТ ИНДИКАТОРНАЯ БУМАЖКА?**

Если к смеси в чашке поднести смоченную водой индикаторную бумажку, она покажет нам, что среда слабо щелочная, и тем самым обнаружит гидрат аммиака.

## **45. ВОДА ПОГЛОЩАЕТ АММИАК**



Аммиак легче воздуха, и поэтому он поднимается вверх. Приготовьте смесь гашеной извести и хлорида аммония, как это указано в опыте 43. Перенесите эту смесь в пробирку. Закройте пробирку пробкой с отводной трубкой. Нагрейте смесь. Выделяющийся аммиак соберите в пробирку, повесив ее на поднятую вверх отводную трубку. Затем, убрав предварительно пламя и надев на руки резиновые перчатки, закройте пальцем пробирку с газом и опустите в стакан с водой.



Легким движением пробирки приведите в соприкосновение воду с газом, вода начинает подниматься в пробирку. Это объясняется тем, что аммиак очень хорошо растворяется в воде.

## 46. НАШАТЫРНЫЙ СПИРТ – ОБЕЗБОЛИВАЮЩЕЕ СРЕДСТВО

При защите муравей выпрыскивает муравьиную кислоту, вызывающую резкую боль. Если место укуса смочить нашатырным спиртом, боль пропадает, так как основание нейтрализует кислоту.

Пчелиный яд тоже содержит муравьиную кислоту, поэтому при пчелином укусе нашатырный спирт также смягчает боль.

## 47. ЧТО ТАКОЕ ХЛОРИД АММОНИЯ?



Осторожно!  
Кислота

Поместите пробирку в штативе и налейте в нее раствор аммиака. Опустите туда кусочек индикаторной бумажки, который тут же окрасится в синий цвет. Следовательно, раствор аммиака можно считать гидроксидом (основанием). Теперь с помощью пипетки прилейте к раствору аммиака по каплям раствор соляной кислоты, соблюдая осторожность.

После каждого добавления кислоты в пробирке проверяйте среду с помощью индикаторной бумажки. Кислоту приливайте до тех пор, когда бумажка покажет нейтральную среду (окраска бумажки будет близка окраске для числа 7 на шкале). Если теперь потрогать пробирку рукой, то можно убедиться, что пробирка нагрелась. Это признак химической реакции.

Если жидкость из пробирки вылить в фарфоровую чашку и выпарить ее в вытяжном шкафу на спиртовке, на дне чашки мы увидим белое кристаллическое вещество, которое химики называют хлоридом аммония. Хлорид аммония – соль. Значит, в результате реакции образовались соль и вода.



## Соли, но не все соленые

Соли – это сложные вещества, в состав которых входят атомы металлов и кислотные остатки. Схематично их состав можно изобразить так:



где Me – металл, KO – кислотный остаток.

Названия солям дают по названию кислоты и металла, входящего в их состав. Например, известная всем поваренная соль – это NaCl – хлорид натрия, натриевая соль соляной кислоты HCl. В состав поваренной соли входят частицы натрия  $\text{Na}^+$  и частицы  $\text{Cl}^-$  (кислотный остаток соляной кислоты). Соли соляной кислоты называют хлоридами.

Соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  называются сульфатами. Например,  $\text{CuSO}_4$  – сульфат меди, в состав которого входят атомы меди и кислотного остатка  $\text{SO}_4^{2-}$ . Раньше их по названию кислоты называли сернокислыми: например, сернокислая медь  $\text{CuSO}_4$ .

Соли угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$  называют карбонатами.  $\text{CaCO}_3$  – карбонат кальция, состоящий из атомов кальция и остатка угольной кислоты  $\text{CO}_3^{2-}$ .

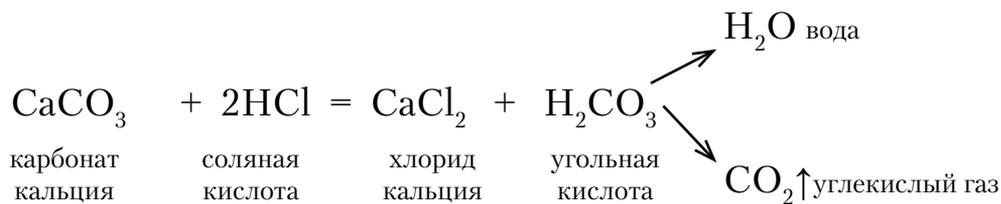
$\text{NaHCO}_3$  – гидрокарбонат натрия, или пищевая сода. В составе этого вещества один атом водорода из угольной кислоты остался (он и определяет введение сочетания «гидро» в название соли), а второй замещен металлом натрием. Сохранилось и другое название солей угольной кислоты – углекислые: например, углекислый кальций  $\text{CaCO}_3$ ; кислый углекислый натрий  $\text{NaHCO}_3$ .



### 48. ОПЫТ С КУСОЧКОМ МЕЛА

Если вы из пипетки покапаете соляной кислотой на кусочек мела, то по вспениванию можно определить, что из мела выделяется газ. Вещество, из которого состоит мел, называют углекислый кальций или карбонат кальция.

При этом происходит химическая реакция:



## 49. МРАМОР И ГИПС



Мрамор, как и мел, представляет собой карбонат кальция. Поэтому при действии соляной кислотой на кусочек мрамора происходит вспенивание. Вы уже имели возможность в этом убедиться, когда изучали кислоты.

Гипс внешне похож на мрамор, но при действии на него соляной кислоты вспенивания не происходит. Это можно проверить, если на кусочек гипса подействовать соляной кислотой.

Гипс — это сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$ , реакция с соляной кислотой не происходит.

## 50. РАКОВИНА УЛИТКИ

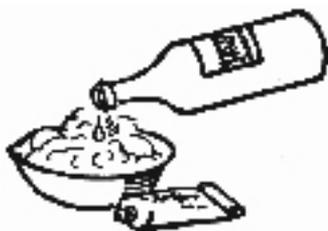


Наверное, вы не раз видели раковину улитки. Это домик, в котором живет улитка, и возле водоемов часто можно найти пустую раковину улитки.

Если соскоблить с раковины темное покрытие и затем капнуть на это место соляной кислотой, происходит вспенивание. Значит, раковина улитки содержит углекислый кальций (посмотрите опыт 15).

Подумайте, что может произойти от кислотных дождей, которые попадут в водоемы, с водными обитателями.

## 51. ЧТО СОДЕРЖИТСЯ В ЗУБНОЙ ПАСТЕ?



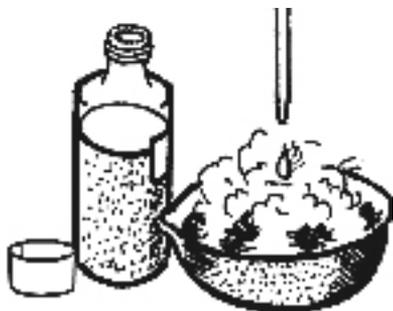
Выдавите немного зубной пасты в фарфоровую чашку и прилейте раствор уксусной кислоты.

Наблюдайте бурное вспенивание. Это выделяется углекислый газ. Следовательно, зубная паста содержит карбонат кальция.

Вы уже знаете, что углекислый газ выделяется из угольной кислоты, так как она химически очень непрочная. Карбонаты — это соли угольной кислоты, поэтому из них можно выделить углекислый газ.

## 52. ЧТО ТАКОЕ СОДА?

Возьмите из набора металлическую петельку, закрепленную в стеклянной палочке. Смочите петельку чистой кипяченой водой и опустите ее в баночку с пищевой содой. Частички соды прилипнут к влажной петельке. Внесите петельку с частичками соды в пламя спиртовки. Пламя окрасится в желтый цвет. Точно такую же окраску пламени дадут и частицы стиральной соды (карбоната натрия).

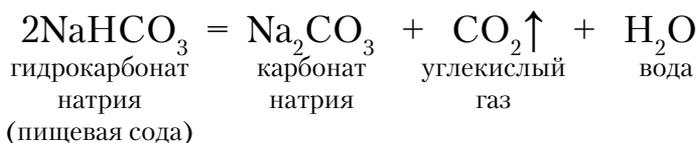


Желтую окраску пламени придает химический элемент натрий, входящий в состав пищевой и стиральной соды.

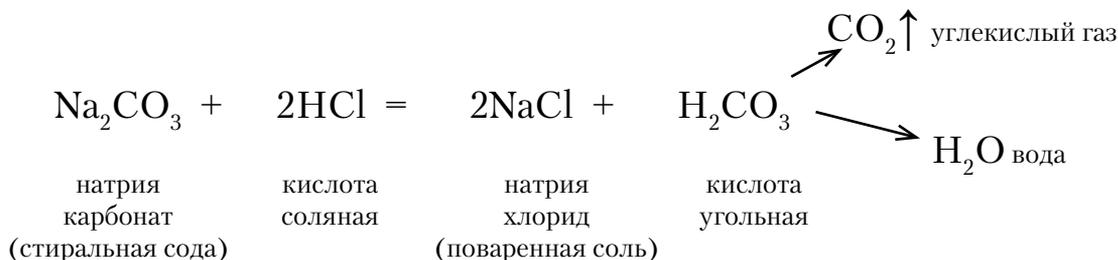
Кроме того, вы можете убедиться, что при нагревании из пищевой соды выделяется углекислый газ. Стиральную соду называют карбонатом натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), а пищевую – гидрокарбонатом ( $\text{NaHCO}_3$ ), так как в ее состав входит еще один элемент – водород. Латинское название водорода – гидrogenium.

Если порошок пищевой соды долго нагревать, то выделение газа прекратится. Однако половина углекислого газа продолжает оставаться в соде, как говорят химики, в «связанном состоянии». Добавив уксус или соляную кислоту к уже прокаленному остатку соды, можно выделить вторую часть газа.

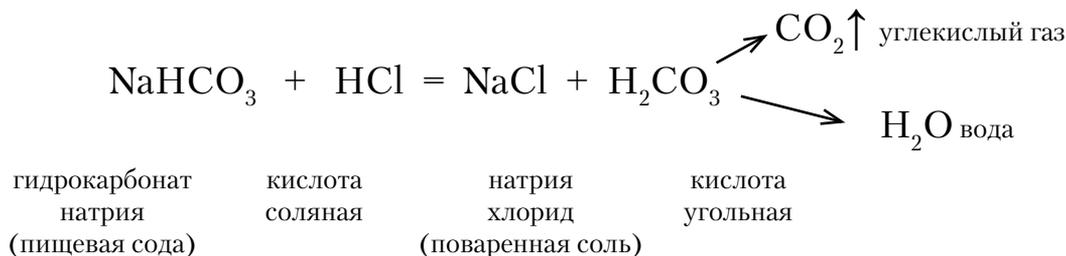
Содержание двойного количества углекислого газа в соде позволяет уточнить название пищевой соды: двууглекислый натрий или натрий углекислый кислый.



Прилейте к небольшой порции порошка прокаленной соды в чашку немного соляной кислоты. Наблюдается бурное вспенивание. Это выделяется углекислый газ:

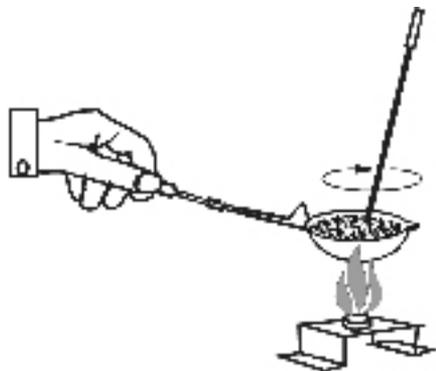


Аналогично проведите испытание с пищевой содой:



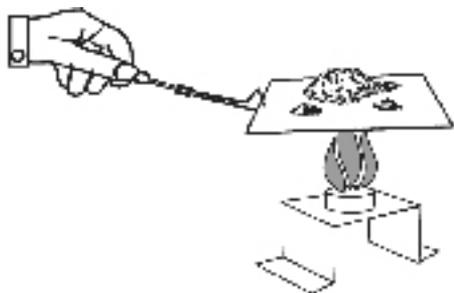
Вывод: соли угольной кислоты нестойкие, при взаимодействии с сильной кислотой из них выделяется угольная кислота, которая тут же разлагается на воду и углекислый газ.

## 53. КАК СОДА СПОСОБСТВУЕТ ВЫПЕЧКЕ ХЛЕБА?



Сначала приготовьте искусственные дрожжи. Для этого перемешайте две небольшие равные части лимонной кислоты и пищевой соды. Для опыта потребуются мука, которая найдется в хозяйстве. Насыпьте муку в фарфоровую чашку. Добавьте к ней приготовленный порошок и основательно перемешайте. После этого добавьте немного воды и вновь как следует все перемешайте так, чтобы получилось полужидкое тесто. Теперь нагрейте тесто на слабом пламени спиртовки.

Вы увидите, что тесто увеличивается в объеме («поднимается») из-за выделения газа. Это углекислый газ, благодаря которому тесто становится рыхлым.



Углекислый газ выделяется при взаимодействии соды с лимонной кислотой в присутствии влаги так же, как и при взаимодействии соды с соляной кислотой (смотри опыт 52), причем выделение газа усиливается при нагревании. Кроме того, как вы уже знаете (смотри так же опыт 52), углекислый газ выделяется при нагревании даже сухой соды.

Однако нашу выпечку нельзя сравнить с домашней, поэтому пробовать ее не стоит.

Этот опыт показывает, как сода помогает придать рыхлость и пышность хлебным и кондитерским изделиям.

## 54. ПРИГОТОВИМ ЛИМОНАД!



Можно самим приготовить пенящийся лимонад. Учтите, что для этого опыта следует использовать совершенно чистые пробирки, в которых еще не проводились никакие опыты.

Насыпьте в чистую сухую пробирку порошок лимонной кислоты и пищевой соды (по 2 см по высоте пробирки) и порошок растолченного сахара или сахарного песка (6 см по высоте). Затем, пересыпав эту смесь на лист бумаги или в сухую чистую чашку, основательно перемешайте и разделите на несколько приблизительно равных частей.

Каждую часть можно упаковать в пакетик, подобный аптечному для порошков.

Один такой порошок всыпьте в стакан и налейте в него воды, получится шипящий и пенящийся напиток.

При растворении в воде кислота начинает взаимодействовать с пищевой содой, при этой химической реакции выделяется углекислый газ, который и дает пузырьки, как в лимонаде.

Кисло-сладкий вкус полученного напитка определяют непрореагировавшая лимонная кислота и сахар.

Советуем проверить лакмусом или универсальным индикатором среду полученного напитка. Розовая окраска свидетельствует, что напиток имеет кислую среду. Вы помните, что у нас в желудке содержится небольшое количество разбавленной соляной кислоты. Если часто пить лимонад, то кислотность в желудке может измениться, и нарушится пищеварение.

В напиток можно продолжать добавлять соду до тех пор, пока не прекратится выделение газа.

### **55. РАСТВОР ПИЩЕВОЙ СОДЫ ИМЕЕТ ЩЕЛОЧНУЮ СРЕДУ**

Приготовьте раствор пищевой соды: поместите в стаканчик 2–3 ложки-дозатора пищевой соды (гидрокарбоната натрия). Прилейте в стаканчик чистую кипяченую воду — одну четверть его объема. Размешайте содержимое стаканчика стеклянной палочкой с пластиковым наконечником.

Опустите в полученный раствор универсальную индикаторную бумажку, сравните полученную окраску бумажки со шкалой на коробке и вы увидите, что раствор соды имеет щелочную среду.

Значит, в предыдущем опыте добавление соды вызвало нейтрализацию остатка лимонной кислоты.

### **56. ЧТО СОДЕРЖИТСЯ В ШТУКАТУРКЕ?**

Каплю соляной кислоты поместите на оштукатуренную поверхность стены. Предварительно подумайте, где это сделать, не вызвав нареканий родителей. Наблюдайте бурное вспенивание. Это выделяется углекислый газ. Следовательно, штукатурка содержит углекислый кальций.

Углекислый газ выделяется из угольной кислоты, так как она химически очень непрочная. Карбонаты — это соли угольной кислоты, поэтому при взаимодействии с сильной кислотой из них выделяется углекислый газ.

### **57. ОТВЕРСТИЕ В ЯЙЦЕ**

Если накапать несколько капель соляной кислоты на скорлупу яйца, происходит вспенивание. Скорлупа состоит из карбоната кальция (углекислого кальция), который растворяется в кислоте.



Если капать кислотой на одно и то же место, то постепенно в скорлупе образуется отверстие, через которое видно содержимое яйца.

## 58. МЫ ПОЛУЧАЕМ ПОВАРЕННУЮ СОЛЬ

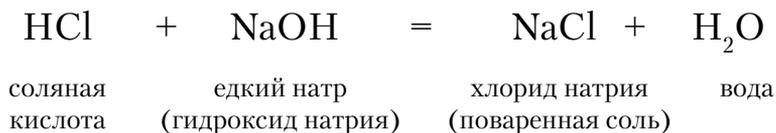


Осторожно!  
Едкие вещества

Трудно представить, что поваренную соль, которую мы употребляем в пищу, можно получить из едкого натра и соляной кислоты. Но представьте себе, что именно эти два опасных вещества образуют при взаимодействии друг с другом вещество совсем безвредное, которое в домашнем обиходе называют просто солью. Попробуйте сами приготовить поваренную соль.

Налейте в пробирку на 2 см по высоте раствор соляной кислоты. Перелейте это количество кислоты в фарфоровую чашку и добавляйте к кислоте с помощью пипетки по каплям раствор гидроксида натрия. После каждого добавления гидроксида натрия содержимое чашки перемешивайте стеклянным концом палочки и проверяйте реакцию среды в чашке универсальной индикаторной бумажкой. Как только индикаторная бумажка покажет, что среда в чашке стала нейтральной (по шкале pH цифра 7), поставьте чашку на день в теплое место (например, на батарею). Через день в чашке образуется небольшое количество маленьких кристалликов в форме кубиков. Это не что иное, как поваренная соль.

Пробовать эту соль на вкус нельзя!

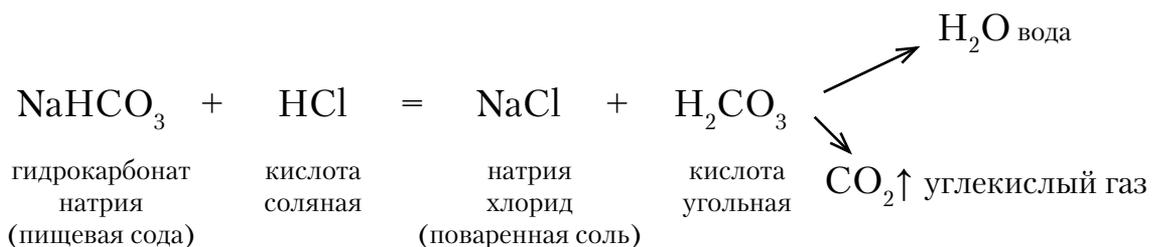


Эта реакция является примером реакции нейтрализации.

## 59. ЕЩЕ ОДИН СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Возьмите немного пищевой соды, растворите в пробирке, до половины заполненной водой. Добавьте к раствору соды с помощью стеклянной пипетки одну каплю соляной кислоты. Жидкость некоторое время пенится – выделяется углекислый газ. Когда пена спадет, капните еще раз кислоту. Вспенивание начнется снова.

Если таким образом продолжать добавлять кислоту по каплям, то вспенивание постепенно прекратится. Это говорит о том, что вся сода израсходовалась. Перелейте содержимое пробирки в фарфоровую чашку и поставьте чашку на день на подоконник. Когда вода испарится, на дне чашки увидите знакомые кубики. Так можно из соды приготовить поваренную соль.



## 60. ФОКУС С КАРТОФЕЛЕМ, ИЛИ ПОЧЕМУ КАРТОФЕЛЬ ПЛАВАЕТ В ВОДЕ?

Этот опыт вы можете показать своим младшим братьям и сестрам. Заранее приготовьте сильно насыщенный раствор поваренной соли. Для этого налейте в обычный стакан (чашку), которую вы используете в быту, воды на  $\frac{2}{3}$  объема и внесите в него половину чайной ложки поваренной соли. Хорошо размешайте соль. Если она вся растворилась, добавьте следующую порцию и вновь хорошо размешайте ложкой. Продолжайте добавлять соль до тех пор, пока при перемешивании кристаллы соли уже не растворяются. Это и будет насыщенный раствор поваренной соли.

Спросите у своих младших друзей, что произойдет, если клубень картофеля положить в банку с водой.

В литровую стеклянную банку до половины налейте воды и положите клубень картофеля, который тут же опустится на дно.

Затем прилейте в банку насыщенный раствор поваренной соли (можете малышам назвать этот раствор водой). Клубень картофеля всплывает наверх.

Чем можно объяснить такое явление?

Дело в том, что обычно картофель в воде тонет, но плотность раствора поваренной соли больше, чем у воды и картофеля, который состоит в основном из воды и крахмала, поэтому картофель всплывает.



Аналогичный опыт можно провести с куриным яйцом: свежее яйцо – тонет, несвежее – всплывает. В несвежем яйце содержимое разлагается, при этом выделяются газы, понижающие плотность яйца.

### 61. МАРГАНЦОВКА – ХИМИЧЕСКИЙ ХАМЕЛЕОН



Осторожно!  
Не вдыхать пылящее вещество!

Приготовьте раствор марганцовки (или используйте раствор приготовленный в опыте 3). Химическое название этого вещества – перманганат калия или марганцовокислый калий,  $\text{KMnO}_4$ . Для этого налейте в химический стакан на  $\frac{1}{2}$  его объема чистой воды и внесите в него с помощью ложки-дозатора кристаллы перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  (несколько кристалликов!).

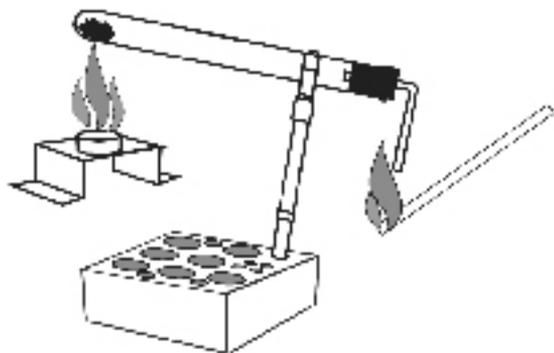
Помните: обращаться с твердым марганцовокислым калием следует очень осторожно: следите, чтобы порошок не попадал на кожу и не вдыхайте его, потому что он способен обуглить кожу и слизистые оболочки носа.

Перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой с пластиковым накопчиком. Раствор должен быть красно-фиолетовым, но прозрачным.

Затем добавляйте в стакан по каплям раствор гидроксида натрия. Окраска раствора по мере добавления гидроксида натрия будет меняться: сначала раствор станет фиолетовым, затем синим, и, наконец, зеленым.

Так марганцовка, подобно хамелеону, меняет свой цвет по мере того, как среда в стакане становится все более щелочной. При этом происходят сложные химические реакции.

### 62. ГАЗ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ ГОРЕНИЕ, МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ИЗ СОЛИ



Наполните сухую пробирку на 1 см сухим порошком перманганата калия. Плотно закройте пробкой с изогнутой газоотводной трубкой. Ручку зажима для пробирки вставьте в косое отверстие деревянной подставки так, чтобы пробирка удерживалась в наклонном положении пробкой вниз, и нагрейте порошок над пламенем спиртовки. При этом пробирка снаружи должна быть тоже абсолютно сухой, иначе она лопнет.

Поднесите к свободному отверстию изогнутой трубки тлеющую лучину, она вспыхнет и энергично загорится.

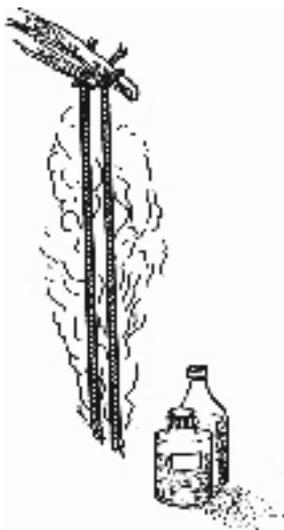
Газ, который поддерживает горение, называется кислородом.

После этого оставьте горючее в сторону и закройте его плотным колпаком. Сохраните оставшийся в пробирке порошок (это диоксид марганца  $MnO_2$ ), он понадобится при проведении других опытов.

### 63. БЕЧЕВКИ ДЫМЯТ, НО НЕ ГОРЯТ



Надо работать в перчатках! Хорошо проветрить помещение после опыта!



Этот опыт можно демонстрировать как фокус своим товарищам или малышам. Накройте поверхность стола, где вы будете проводить этот опыт, клеенкой или полиэтиленом. Попросите у взрослых две освободившиеся из-под лекарств баночки и налейте в одну из них нашатырный спирт (гидроксид аммония), а во вторую — раствор соляной кислоты.

Затем возьмите две бечевки длиной 40–50 см и смочите с помощью пинцета одну в нашатырном спирте, а вторую — в растворе соляной кислоты.

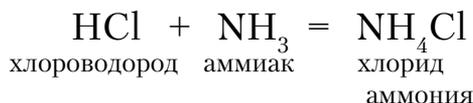
Затем бечевки по всей длине параллельно приблизьте на расстояние до одного сантиметра. Если будете брать бечевки в руки, наденьте резиновые перчатки. Чтобы концы бечевки не держать руками, их следует закрепить на лучинках или в бельевых прищепках.

Появляется «дым», то есть образуется хлорид аммония, пары которого имеют белый цвет.

Соляная кислота летучая, из нее выделяется газ — хлороводород ( $HCl$ ).

Нашатырный спирт также летуч, из него выделяется аммиак ( $NH_3$ ).

Хлороводород взаимодействует с аммиаком и образуется хлорид аммония в виде белого «дыма».



При удалении бечевки друг от друга «дым» исчезнет.

### 64. ХЛОРИД АММОНИЯ ДЛЯ ПАЙКИ МЕТАЛЛОВ

Вы, вероятно, знаете, что спаиваемые металлы всегда протирают хлоридом аммония, чтобы они стали чистыми и хорошо спаялись.

Действие хлорида аммония поясним на следующем опыте. Зажмите в пинцете медную пластину и нагрейте ее в пламени спиртовки. Медь покроется черным слоем.

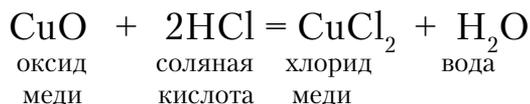
Это оксид меди. Он препятствует хорошему соединению металлов при пайке, и, следовательно, этот слой нужно удалить. Если посыпать медную пластину хлоридом аммония и снова нагреть, то посыпанное хлоридом аммония место очистится от оксида, и покажется чистая красная медь.

Под действием нагревания из хлорида аммония выделяется хлороводород, который, растворяясь в парах воды, находящихся в воздухе, образует соляную кислоту. Кислота соединяется с оксидом меди, и поверхность медной пластинки очищается.

нагр.

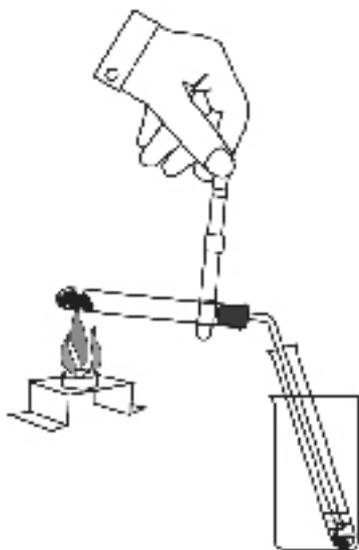


Раствор HCl в воде – соляная кислота.



## 65. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ВОДЫ В МЕДНОМ КУПРОСЕ

Насыпьте в пробирку немного медного купороса. Пробирку укрепите в штативе наклонно в сторону пробки.



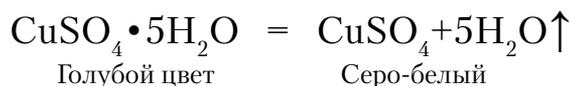
Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Трубку опустите в другую пробирку, в которую положите несколько кристалликов перманганата калия.

Пробирку с медным купоросом нагревайте в пламени спиртовки. Через некоторое время в пробирке появляется вода, которая по трубке стекает в пробирку с перманганатом калия, постепенно растворяя его.

Откуда эта вода? Только из медного купороса, который из голубого вещества, содержащего воду, превращается в серовато-белый безводный порошок.

Следовательно, кристаллы медного купороса содержат воду, которая именно поэтому получила название кристаллизационной.

Нагрев





После окончания опыта необходимо дать пробирке остыть, и только тогда вынуть ее из держателя.

## **66. ОПАСНЫЕ И ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА МАРГАНЦОВКИ**

Возьмите ложечкой несколько кристалликов перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ), растворите их в пробирке с небольшим количеством воды до получения темно-фиолетовой окраски.

На стеклянную трубку закрепите небольшое количество ваты (лучше затянуть ниткой) и опустите ее в полученный раствор.

На неокрашенную и нелакированную маленькую дощечку или фанеру нанесите ваткой несколько штрихов. Подождите несколько секунд, и дощечка потемнеет, так как частично обуглится.

$\text{KMnO}_4$  – сильный окислитель. Попадание концентрированных растворов  $\text{KMnO}_4$  на поверхность кожи опасно, поскольку может вызвать ожоги. Протравливание раствором на основе перманганата калия используется для придания древесине темных оттенков.

Попробуйте, постепенно разбавляя раствор, получить на обороте деревянной линейки постепенное изменение цвета древесины или выжечь на чистой доске определенный узор.

## **67. «ОГНЕННЫЙ» ПОРОШОК**



Работу надо проводить в присутствии взрослых!  
Будьте очень осторожны, на столе не должно быть горючих веществ.

Если зажечь в пламени спиртовки деревянную щепку или лучину, а потом погасить ее пламя, она продолжает тлеть над поддоном. Посыпьте на тлеющую лучину с помощью ложки-дозатора порошок марганцовки (перманганата калия).



**Осторожно!**  
Не вдыхать пылящее вещество

Везде, куда попадут крупинки перманганата, вспыхнет огонь. Вы уже знаете, почему: при нагревании перманганат разлагается, выделяя кислород – газ, поддерживающий горение. Поэтому перманганат калия также способствует горению.

## **68. НЕСГОРАЕМЫЕ ТКАНИ**

После предыдущих опытов особенно важно получить несгораемые ткани.

Конторский силикатный клей – не что иное, как жидкое стекло – натриевая соль кремниевой кислоты  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . Разбавьте клей наполовину водой, погрузите в этот раствор жидкого стекла приблизительно на час кусок холста, затем просушите его. Пропитанный материал, если его поджечь, не горит, а только тлеет.

Такой же опыт можно проделать с фанерной дощечкой.

Пропитанный жидким стеклом театральный занавес из ткани, бумажные и матерчатые абажуры, сценическая бутафория и другие предметы становятся несгораемыми.

Тонкая пленка из высохшего жидкого стекла полностью прекращает доступ воздуха к горящему материалу, и пламя гаснет. Жидким стеклом пропитывают рукавицы и спецодежду рабочих горячих цехов.



## Металлы создают цвета, цветы, огни

Металлы в окружающем нас мире находятся как в чистом виде, так и в составе сложных веществ.

В чистом виде типичные металлы обладают металлическим блеском и практически все являются твердыми веществами (кроме ртути).

Наиболее известные металлы: Fe (железо), Al (алюминий), Au (золото), Ag (серебро), Cu (медь), Cr (хром), Ni (никель), W (вольфрам), Sn (олово), Pb (свинец).

Часто несколько металлов входят в состав сплавов. Например, разные виды стали отличаются тем, какие металлы и другие химические элементы и в каких соотношениях добавлены к железу. Наиболее известные виды сплавов: сталь, чугун, бронза, латунь, мельхиор, нихром, дуралюмин.

Со многими металлами мы встречаемся в виде частиц, входящих в состав других веществ. Вам, возможно, приходилось иметь дело с содой, в состав которой входят атомы элемента-металла натрия; с мелом, где в составе – атомы кальция, с малахитом, содержащим атомы меди; едким кали, в котором есть атомы металла калия. Калий (K) и натрий (Na) – тоже металлы, хотя и щелочные.

В соединениях с другими химическими элементами атомы металлов не проявляют свойств чистых металлов, хотя там присутствуют.

Начнем изучение металлов с наиболее известного и широко распространенного – железа. Сразу договоримся, что реально вы работаете не с чистым железом (это большая редкость), а со сплавами, где железо составляет более 90 % их состава.

Все металлы можно разделить на две большие группы: черные и цветные. К черным металлам относится железо и сплавы на его основе (чугун, сталь). Черные металлы благодаря наличию в них железа способны притягиваться к магниту, а цветные металлы такого свойства не имеют.

### 69. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ТЕЛ НА РАССТОЯНИИ

Известно, что железо притягивается магнитом. Проверьте, имеют ли мелкие предметы (скрепки, кнопки, булавки, маленькие гвозди, бритвы и другие предметы) в своем составе железо.

Если у вас нет отдельного магнита, можно воспользоваться магнитной держалкой с холодильника или магнитной защелкой шкафа.

Опыт можно усложнить, выяснив, с какого расстояния разные магниты притянут, например, стальную скрепку или портновскую булавку на деревянной линейке, лежащей горизонтально. Можно выяснить, на какую вы-



соту линейки способна будет «подпрыгнуть» скрепка, если поднести к ней разные магниты.

### 70. МЕТАЛЛЫ... В ТОРТАХ, КОЛБАСЕ, СЫРЕ

Для украшения некоторых кондитерских изделий используются пищевые добавки:

E 173 – алюминий (порошок);

E 174 – серебро (порошок);

E 175 – золото.

В продукты животного происхождения часто добавляют пищевые добавки, которые используются как консерванты, фиксаторы цвета и стабилизаторы:

E 252 – нитрат калия ( $\text{KNO}_3$ , или калийная селитра);

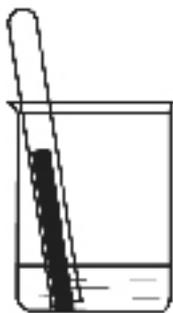
E 251 – нитрат калия ( $\text{NaNO}_3$ , натриевая селитра);

E 249 – нитрит калия ( $\text{KNO}_2$ );

E 250 – нитрит натрия ( $\text{NaNO}_2$ ).

На упаковках продуктов можно увидеть обозначения использованных пищевых добавок.

### 71. РЖАВЧИНА И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ МЕТАЛЛОВ



На смоченную водой картонную полоску равномерно насыпьте порошок железа. Поместите полоску в пустую пробирку. Затем пробирку поместите вверх дном в стакан в наклонном положении и налейте в него немного воды. Через несколько дней железо покроется ржавчиной. Железо постепенно ржавеет, причем в местах, где оно соприкасается с воздухом и водой, ржавление происходит быстрее.

При ржавлении происходит несколько химических процессов, при которых образуются разные соединения железа (II) и железа (III).<sup>1</sup>

Суммарно процесс ржавления может быть выражен следующим уравнением:

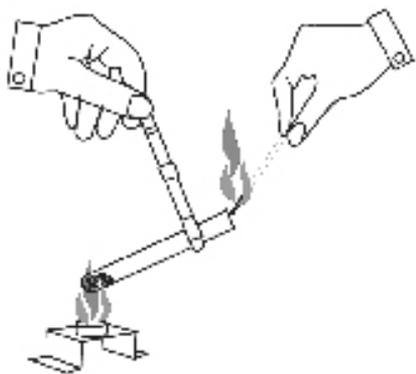


Чтобы предотвратить процесс ржавления, железные изделия стараются изолировать от воды и воздуха, покрывая их слоем какого-либо устойчивого при обычных условиях металла: цинка (получают «оцинкованное железо») или олова («луженое железо»). Часто применяется и никелированное покрытие – покрытие тонким слоем никеля; используют и покрытие керамической эмалью. Чтобы предохранить изделия из железа от ржавчины, их можно также смазать жиром или покрыть краской. Эти способы защиты действуют до тех пор, пока не нарушена целостность покрытия. Старайтесь относиться к таким вещам особенно аккуратно и бережно.

<sup>1</sup> Объяснение римских цифр смотрите в опыте 75.

Есть ли у вас дома таз, ведро или кастрюля с поврежденным слоем эмали? Замечали ли вы вокруг повреждения ржавчину? Ржавчина может оказаться в воде или продуктах и попасть в наш организм.

### 72. ЖЕЛЕЗНЫЙ ПОРОШОК ВЫТЕСНЯЕТ ИЗ КИСЛОТЫ ВОДОРОД

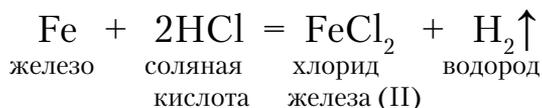


Поместите на дно пробирки немного железного порошка (по объему не более горошины), прилейте 2–3 мл раствора соляной кислоты и осторожно подогрейте содержимое пробирки, направив ее отверстие от лица. Постепенно раствор в пробирке окрашивается в зеленый цвет, и в нем видны пузырьки выделяющегося газа. Поднесите к отверстию пробирки зажженную спичку (лучше лучинку). Если раздается легкий хлопок – это признак того, что газ в пробирке чистый. Этот газ называется водородом.

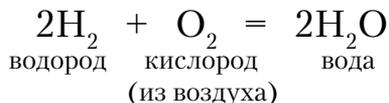
Если звук будет свистящим, значит, в пробирке частично остался воздух (водород не весь воздух вытеснил из пробирки). Водород в смеси с воздухом издает свистящий звук.

А в больших количествах такая смесь взрывоопасна!

Образование водорода происходит по уравнению реакции:



Хлопок и свистящий звук раздаются вследствие реакции:



### 73. РАСТВОРЯЕМ ЖЕЛЕЗО

Кусочки железной проволоки поместите в пробирку с соляной кислотой и немного нагрейте. Сначала выделяется газ, затем выделение газа прекратится даже при повторном нагреве. Это значит, что некоторое количество кислоты израсходовалось, так как часть железа растворилась в ней, образовав зеленоватый раствор хлорида железа (II). Слейте раствор с остатка в другую пробирку через воронку с фильтром. На фильтре могут остаться и частички угля, которые также попадают в железо при выплавке в доменной печи.

Полученный раствор сохраните для следующих опытов.



## **74. ЖЕЛТОЕ ПЛЮС ЗЕЛЕНОЕ, ПОЛУЧАЕТСЯ СИНЕЕ**

Налейте в пробирку 1 мл желтого раствора калия железосинеродистого  $K_3[Fe(CN)_6]$  (он еще называется красной кровяной солью) и прилейте к нему такой же объем зеленого раствора хлорида железа (II) от предыдущего опыта или полученного ранее.

Появится характерное темно-синее окрашивание.

## **75. КАК ОБНАРУЖИТЬ ЖЕЛЕЗО?**

Опыт (пробу) с калием железосинеродистым (красной кровяной солью), подобный описанному опыту 74, проводят всегда, когда хотят убедиться в наличии железа (II).

Знак (II) означает, что железо находится в данном соединении в виде химического элемента, где имеет так называемую степень окисления +2. Существует соединение железа и со степенью окисления +3. Например, хлорид железа (III). Его химическая формула  $FeCl_3$ , а химическая формула хлорида железа (II) –  $FeCl_2$ .

Реакция хлорида железа (II) с красной кровяной солью называется качественной реакцией, с помощью которой можно определить наличие железа со степенью окисления +2 в том или ином соединении. А качественной реакцией на соединения железа со степенью окисления +3 является реакция с желтой кровяной солью  $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ .

При помощи таких качественных реакций анализируют, например, земные породы при поиске железной руды.

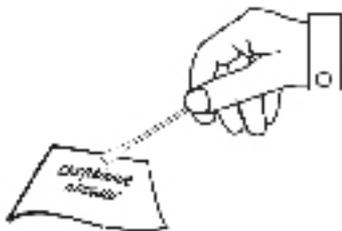
Вы можете сами провести такое испытание, если раздобудете кусочек горной породы или какой-нибудь камешек с прожилками, похожими на ржавчину. Надо растворить немного этой породы в соляной кислоте и добавить к полученному раствору желтую кровяную соль. Если раствор окрасится в ярко-синий цвет, значит, в породе содержится железо со степенью окисления +3.

## **76. ПОЛУЧЕНИЕ ЯРКО-СИНЕЙ ЛАЗУРИ ИЗ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА**

Налейте в пробирку немного (2–3 мл) зеленоватого раствора хлорида железа (II) от предыдущих опытов. Поставьте пробирку в штатив для пробирок и оставьте ее открытой на 2–3 дня. Раствор в ней постепенно становится бурым.  $FeCl_2$  – хлорид железа (II) под действием кислорода воздуха превращается в другое вещество  $FeCl_3$  – хлорид железа (III), который имеет бурую окраску.

Если к этому (бурому) раствору добавить 1 мл раствора калия железисто-синеродистого (желтой кровяной соли), то появляется ярко-синее окрашивание. Полученное ярко-синее вещество называют «берлинской лазурью».

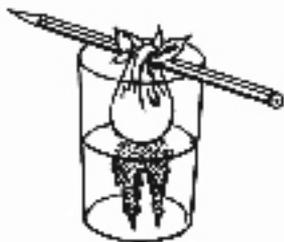
## **77. НЕВИДИМЫЕ ЧЕРНИЛА ИЗ ЖЕЛЕЗНЫХ СТРУЖЕК**



Из железных стружек можно приготовить невидимые чернила. Для этого стружки высыпьте в пробирку и залейте их соляной кислотой. Через некоторое время в пробирке образуется жидкость зеленого цвета, представляющая собой раствор хлорида железа (II). Отфильтруйте этот раствор через фильтровальную бумагу и полученными зелеными чернилами напишите несколько слов.

Когда надпись высохнет, проведите ваткой, смоченной в растворе красной кровяной соли, по этому месту. Появится надпись ярко-синего цвета.

## **78. УДИВИТЕЛЬНЫЕ СТАЛАГМИТЫ И ДИКОВИННЫЕ РАСТЕНИЯ**



Налейте в стакан раствор желтой кровяной соли, а в небольшую тряпочку положите немного кристаллов медного купороса, завяжите и укрепите ее так, чтобы она только касалась раствора. Спустя некоторое время вы увидите, как из узелка начнут расти красно-коричневые нити. У вас в стакане растут сталагмиты, как в пещерах. Только там сталагмиты имеют совсем иной состав и состоят из известняка.

Если положить на дно стакана кристаллы медного купороса, то через некоторое время медный купорос в растворе желтой кровяной соли как бы обрастает «мхом».

## **79. ЖЕЛЕЗО В КРОВИ**

Если дома имеется парное мясо, то можно выдавить из него немного крови в фарфоровую чашку. Для испытания на содержание железа кровь следует сначала высушить в чашке.

Затем надо растворить кровь в соляной кислоте, отфильтровать раствор и испытать его раствором желтой кровяной соли. Испытание покажет, что в крови присутствует железо со степенью окисления +3.

## **80. САЛАТ И ШПИНАТ СОДЕРЖАТ ЖЕЛЕЗО**

Утверждают, что в салате и шпинате содержится много железа, и вы сами можете убедиться в этом.

Для этого листья салата или шпината надо подсушить на солнышке или над горячей плитой, а потом сжечь в фарфоровой чашке до пепла. Пепел в чашке нужно растереть, растворить в соляной кислоте, а раствор отфильтровать. Синее окрашивание при

добавлении к этому раствору желтой кровяной соли доказывает наличие в листьях железа со степенью окисления +3.

### 81. МЫ ДЕЛАЕМ ЧЕРНИЛА

Растворите в пробирке, наполовину наполненной водой, немного танина из вашего набора.

Добавьте к танину раствор, содержащий хлорид железа (II). Раствор окрашивается в черно-синий чернильный цвет.



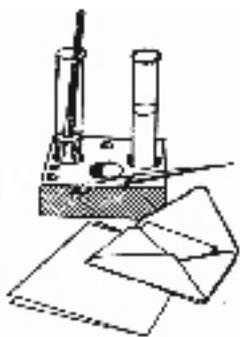
### 82. ПОЧЕМУ НОЖ ТЕМНЕЕТ ОТ ФРУКТОВОГО СОКА?

Если к раствору, содержащему железо со степенью окисления +2, например, раствору хлорида железа (II), добавить немного фруктового сока, происходит характерное черно-синее окрашивание. Значит, фрукты содержат танин. Именно танин, содержащийся во фруктовом соке, и действует на железный нож, которым мы режем фрукты.

### 83. В ЧАЕ ТОЖЕ ЕСТЬ ТАНИН

Если настой чая смешать с раствором, в котором есть железо, чай становится темным, как чернила, а это подтверждает, что в чае тоже содержится танин.

### 84. «ТАЙНОЕ» ПИСЬМО



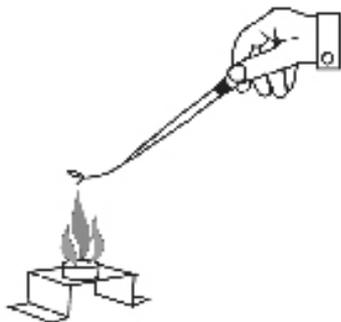
Вы можете написать товарищу небольшое письмо или записку слабым раствором хлорида железа (II), и текст записки не будет виден. Запомните его и передайте на словах товарищу то, что вы ему написали. Потом дайте ему раствор красной кровяной соли и предложите «расшифровать» письмо, смочив лист этим раствором.

Он сам вам расскажет о том, что обнаружил на листе именно то, что вы передали ему на словах.

А вам из предыдущих опытов должно быть понятно, что текст письма проявляется благодаря реакции раствора, содержащего железо, с красной кровяной солью.

### 85. ЖЕЛТОЕ ПЛАМЯ

Возьмите из набора металлическую петельку, закрепленную на стеклянной палочке. Смочите ее чистой водой и посыпьте на влажную петельку несколько крупных кристалликов поваренной соли. Подержите их в пламени спиртовки. Пламя окрасится



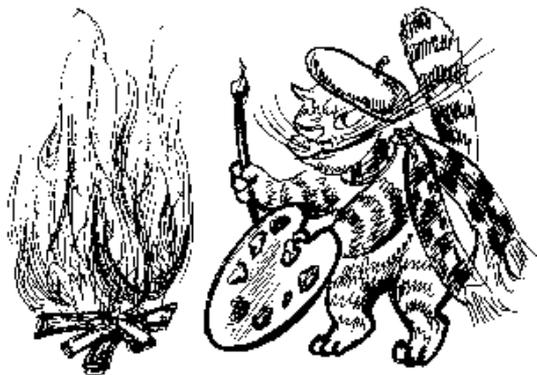
в красивый желтый цвет. Желтое пламя можно получить, если петельку смочить в воде, окунуть в раствор гидрокарбоната натрия (пищевой соды) и потом поместить в пламя спиртовки. В состав поваренной соли и гидрокарбоната натрия входит элемент натрий, который всегда окрашивает пламя спиртовки ярко-желтым цветом.

### 86. ЗЕЛЕНЕЕ ПЛАМЯ

Смочите медную проволоку или пластинку в соляной кислоте и поместите в пламя спиртовки. Через некоторое время пламя станет ярко-зеленым. Медь, из которой изготовлена медная проволока и пластинка, вызывает ярко-зеленое окрашивание пламени.

### 87. КРАСНОЕ ПЛАМЯ

Капните на кусочек мела соляную кислоту и смоченным концом внесите с помощью пинцета в пламя. Пламя окрасится в красный цвет. В состав мела (карбоната кальция) входит элемент кальций, который окрашивает пламя спиртовки красным цветом.



### 88. ГОРИТ ЛИ ЖЕЛЕЗО?



Работу следует проводить в присутствии взрослых! На поверхность стола положите огнеупорный материал.

Если поставить в горящую печь железный противень или сковородку, они не загорятся. А вот железо в виде мелкого железного порошка способно гореть. Если железный порошок (из вашего набора) посыпать в пламя легким постукиванием по пробирке, он горит и образует дождь огненных искр. Горят и другие вещества, которые в обычном виде горению не поддаются, если они достаточно тонко размельчены. Ведь лежащий в лесу ствол дерева не так просто поджечь спичкой, но дерево быстро загорается, если его расколоть на мелкие щепки.



## 89. ГОРЯЩАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ПРОВОЛОКА



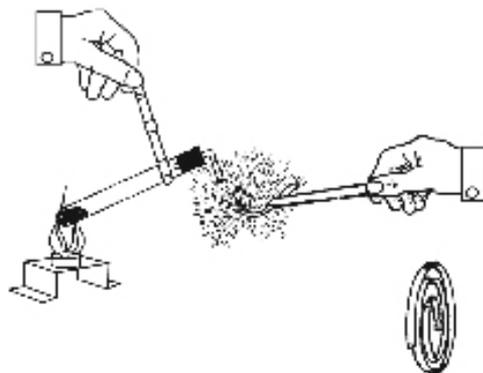
Работу следует проводить в присутствии взрослых!

В свободном кислороде могут гореть даже такие вещества, которые на воздухе обычно не горят.

Для получения кислорода повторим опыт 62 (газ, поддерживающий горение, можно получить из соли).

Из тонкой железной проволоки с помощью гвоздя свейте спираль или пружинку, на конце которой укрепите уголек размером со спичечную головку.

Затем конец пружинки раскалите в пламени и поднесите пинцетом близко к отверстию трубки, из которой выделяется кислород, продолжая нагревать пробирку с перманганатом калия. Проволока начнет гореть и сгорит, разбрасывая искры.



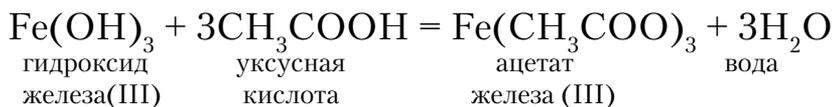
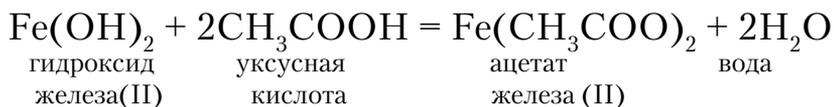
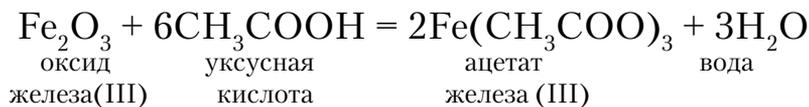
## 90. УДАЛЕНИЕ ПЯТЕН РЖАВЧИНЫ

Ржавым гвоздем сделайте пятно на куске белой ткани и опустите ее в горячий раствор уксуса.

Потом промойте ткань 2–3 раза водой. Пятно пропадет. Почему?

В состав ржавчины входят оксид и гидроксид железа, которые реагируют с кислотой. А ведь столовый уксус – это и есть разбавленная уксусная кислота.

При удалении пятен ржавчины происходят следующие химические реакции:



# Уголь, графит и углекислый газ – дети углерода

Углерод – химический элемент, дающий наибольшее количество разнообразных соединений. Он встречается среди неорганических веществ, но значительно больше его соединений среди органических веществ.

Почти чистый углерод – это сажа, графит (в грифеле простого карандаша), алмаз, таблетки активированного угля. Оксиды углерода – это углекислый газ  $\text{CO}_2$  и угарный газ  $\text{CO}$ . Углекислый газ в воде образует известную вам угольную кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

## 91. КУДА «ИСЧЕЗЛА» ОКРАСКА ЧЕРНИЛ? (АДСОРБЦИЯ)

Активированный уголь должен быть вам хорошо известен. Он продается в аптеке как лекарственный препарат.

Приготовьте бледный раствор чернил любого цвета. Для этого налейте в пробирку воды на  $\frac{2}{3}$  ее высоты, опустите в нее перьевую авторучку и помешайте ею воду в пробирке, пока вода не окрасится. Затем положите в пробирку с окрашенной водой 1–2 таблетки активированного угля, закройте ее пробкой и хорошо встряхните. Раствор посветлеет на глазах.

Если в доме нет перьевой авторучки (или чернил во флаконе), то можно использовать краску – гуашь или акварель и с их помощью приготовить окрашенную воду.

Активированный уголь состоит из мельчайших частиц угля, которые имеют огромную суммарную поверхность. На этой поверхности они и удерживают молекулы красителя.

## 92. УГОЛЬ КАК АДСОРБЕНТ



Соблюдайте правила ознакомления с запахом вещества!

Вспомните, как в химии принято знакомиться с запахом веществ! Нельзя нюхать вещество прямо из банки, а следует легким движением руки направить к носу воздух вместе с парами летучего вещества.

Возьмите пол-литровую стеклянную банку и капните на дно с помощью пипетки или стеклянной трубочки 1 каплю одеколона. Обхватите банку ладонями и подержите ее 1–2 минуты, чтобы немного нагреть одеколон. Тогда он будет быстрее испаряться и сильнее пахнуть. А теперь положите в банку 1–2 таблетки активированного угля, закройте ее плотно крышкой и оставьте на несколько минут. Снимите крышку и вновь направьте к себе воздух взмахом ладони. Запах «исчез». Он поглощен углем, а точнее, поглощены молекулы летучего вещества.

Вещество, которое поглощает частицы другого вещества, называется адсорбент,

то есть уголь – это адсорбент. А явление, когда поверхность одного вещества (угля) поглощает частицы другого вещества (чернил, краски, летучего вещества) называется адсорбцией. Если вместо активированного угля взять просто кусочки древесного угля, то он тоже будет поглощать краситель и запах, но значительно слабее.

Активированный уголь отличается от обычного тем, что у него гораздо большая поверхность. Его частицы буквально пронизаны порами. Для этого обычный уголь особым способом обрабатывают, из него удаляют примеси. А поскольку адсорбция – это поглощение поверхностью, то ясно: чем больше поверхность, тем более полно происходит поглощение веществ.

### 93. КУКУРУЗНЫЕ ПАЛОЧКИ ТОЖЕ АДСОРБЕНТ

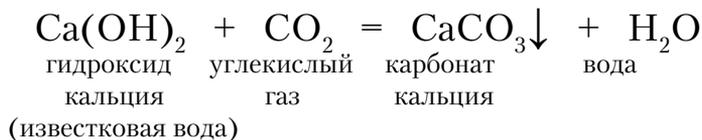
Повторим опыт с пахучим веществом (одеколоном), только вместо таблеток активированного угля внесем в банку с одеколоном несколько палочек воздушной кукурузы. Результат будет тот же. Рыхлая поверхность зерен кукурузы благодаря большой площади поверхности поглощает огромное количество молекул пахучего вещества. Конечно, после опыта есть эти палочки уже нельзя.

### 94. ПОЧЕМУ МУТНЕЕТ ИЗВЕСТКОВАЯ ВОДА?

Налейте немного известковой воды  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в пробирку и оставьте ее на воздухе. На следующий день прозрачная известковая вода покроется белым налетом.

Белый налет – это соль карбонат кальция; мел имеет тот же состав. Карбонат кальция образовался при взаимодействии известковой воды (гидроксида кальция) с углекислым газом, который всегда содержится в воздухе. Углекислый газ – это оксид, но поскольку в состав его молекулы входят два атома кислорода, химики называют его диоксид углерода. Его состав можно выразить химической формулой  $\text{CO}_2$ .

Углекислый газ всегда можно обнаружить при помощи известковой воды. При пропускании углекислого газа прозрачная известковая вода мутнеет, так как образуется белый осадок – карбонат кальция.

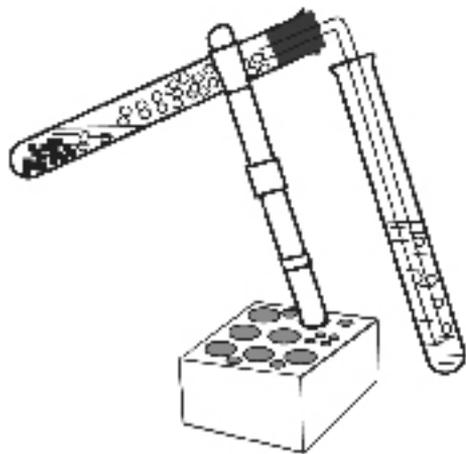


### 95. УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ИЗ МРАМОРА

Углекислый газ – продукт горения угля в воздухе или в чистом кислороде.

Вам уже известен способ получения углекислого газа из соды.

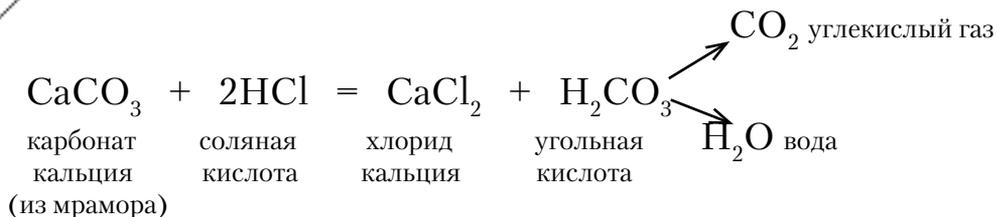
Закрепите пробирку с помощью держателя для пробирок чуть наклонно в под-



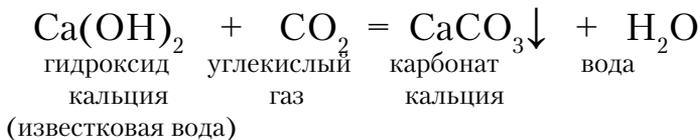
ставке. Поместите в пробирку 4–5 кусочков мрамора и прилейте раствор соляной кислоты на 1/4 высоты пробирки.

Закройте пробирку пробкой с изогнутой

Г-образной стеклянной трубкой. Свободный конец этой трубки опустите в другую пробирку с 2–3 мл известковой воды ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – водный прозрачный раствор гидроксида кальция). В первой пробирке происходит энергичное вспенивание кислоты. Это пузырьки углекислого газа.

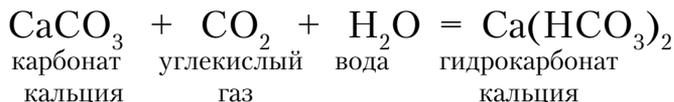


По газоотводной трубке он поступает во вторую пробирку с известковой водой. Прозрачный раствор известковой воды  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  мутнеет. Это образовался белый осадок карбоната кальция (углекислый кальций).



## 96. ГИДРОКАРБОНАТ КАЛЬЦИЯ, ИЛИ ПОЧЕМУ МУТНАЯ ИЗВЕСТКОВАЯ ВОДА СВЕТЛЕЕТ?

Продолжайте пропускать углекислый газ. Помутневшая известковая вода постепенно светлеет и скоро становится совсем прозрачной. В растворе образовалось новое вещество – гидрокарбонат кальция.



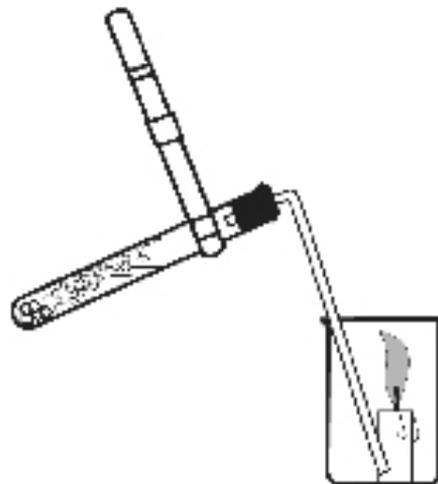
## 97. УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗ ПИЩЕВОЙ СОДЫ

Соберите прибор, как показано на рисунке. В наклонно закрепленную пробирку поместите пищевую соду. Нагревайте пробирку с пищевой содой. Известковая вода во второй пробирке мутнеет. Значит, из пищевой соды выделяется углекислый газ.

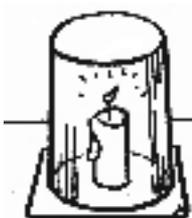


## 99. УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ГАСИТ ПЛАМЯ

В углекислом газе ничего не горит, он не поддерживает горения. Если поставить свечу в широкий сосуд и долгое время наполнять этот сосуд (или стакан) углекислым газом из пробирки с содой и соляной кислотой, газ поднимется постепенно до верха свечи и погасит ее.



## 100. УГАСАЮЩЕЕ ПЛАМЯ, ИЛИ КАК ЗАГАСИТЬ ПЛАМЯ СВЕЧИ?



Попробуйте загасить пламя свечи, не прикасаясь к свече, к самому пламени и не задувая свечу.

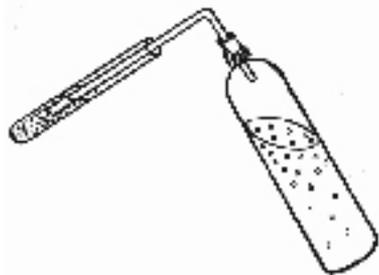
Вы скажите, что это невозможно?

Зажгите свечу, накройте ее банкой или стаканом и наблюдайте до тех пор, пока свеча не погаснет.

Почему это происходит? Дело в том, что для горения свечи нужен кислород. Когда свеча отделена от окружающего воздуха банкой, доступ кислорода из воздуха к пламени свечи затруднен.

В воздухе под стаканом содержится небольшое количество кислорода и, как только он израсходуется, свеча погаснет. Под стаканом после горения остаются азот, углекислый газ, пары воды и немного инертных газов, которые не поддерживают горения. Поэтому и гаснет свеча.

## 101. ГАЗ В ЛИМОНАДЕ - УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ



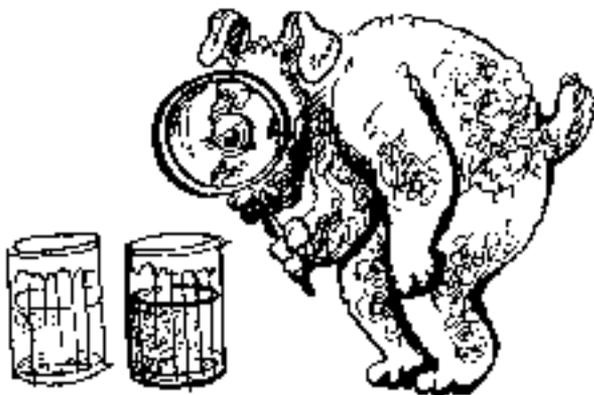
Если открыть лимонад или газированную воду, предварительно встряхнув бутылку, из них выделяется много пузырьков.

Закроем бутылку с лимонадом пробкой с изогнутой трубкой. Свободный конец трубки опустим в пробирку с известковой водой. Известковая вода быстро помутнеет. Следовательно, в лимонаде содержится знакомый нам углекислый газ.

## **102. ПИВО ТОЖЕ СОДЕРЖИТ УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ**

Чтобы это доказать, надо с бутылкой пива поступить так же, как мы поступили с бутылкой лимонада в предыдущем опыте.

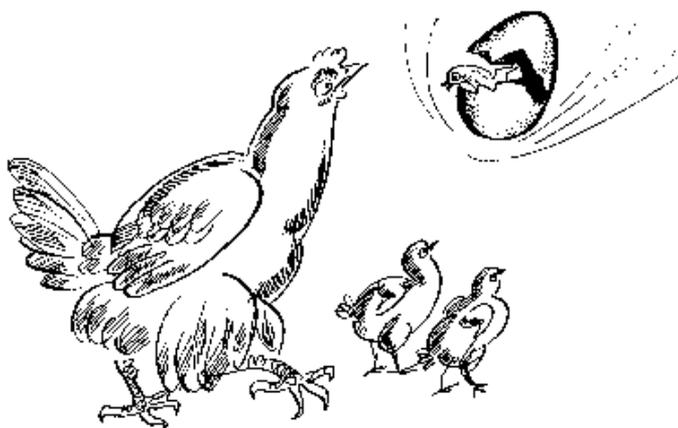
Пиво специально насыщают углекислым газом, чтобы улучшить его вкус и увеличить срок хранения.



## **103. «НЫРЯЮЩЕЕ ЯЙЦО»: ЕЩЕ ОДИН ФОКУС**

В стакан с раствором соляной кислоты опустите яйцо. Оно тонет, но через некоторое время всплывает на поверхность, а потом снова ныряет. Почему?

Дело в том, что на поверхности яйца в растворе начинается химический процесс между содержащимся в скорлупе углекислым кальцием и соляной кислотой. В результате этого процесса образуется углекислый газ, пузырьки которого пристают к скорлупе и поднимают яйцо вверх. С поверхности яйца пузырьки срываются и уходят в воздух, яйцо снова погружается на дно, а потом опять поднимается. Так яйцо ныряет, пока не растворится скорлупа.



# Часть 3

## Мир органических веществ, или большая семья углерода

### Какие бывают органические вещества

Вы уже знаете, что органические вещества – это соединения углерода, поэтому при нагревании они обугливаются, то есть образуют (рождают) уголь. При полном сгорании углерод окисляется до углекислого газа. Впервые органические вещества были обнаружены в живых организмах, поэтому и названы органическими. Впоследствии многие из них получены искусственным путем.

Познакомьтесь с основными группами (или классами, как говорят химики) органических веществ, с которыми мы часто встречаемся в быту.

Формулы органических веществ, как правило, очень сложные, поэтому мы их писать почти не будем. Желающие могут взять энциклопедию или учебник химии для старших классов.

Углеводороды:  $\text{CH}_4$  – метан (газ, входящий в состав природного газа в кухонной плите), пропан, бутан, парафин и др. Бензин, керосин – это смеси различных углеводородов.

Спирты:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  – этиловый спирт, входящий в состав водки или тоника, глицерин и др.

Кислоты:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  – уксусная кислота, используется в маринадах;  $\text{HCOOH}$  – муравьиная кислота; витамин С – аскорбиновая кислота; винная, щавелевая; яблочная, лимонная кислоты и др.

Эфиры: легколетучие вещества с запахом; часто используются как отдушка в стиральных порошках и лимонадах, в производстве кондитерских изделий; при изготовлении духов, одеколонов.

Углеводы:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  – глюкоза (вспомните таблетки витамина С с глюкозой);  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  – сахароза (почти чистая сахароза – наш пищевой сахар); крахмал и др.

Белки: белок куриного яйца, белки мяса, белки крови и др.

Протекание химических реакций с органическими веществами имеет ряд особенностей. Большинство органических соединений в природе встречаются в виде смесей, состоящих из многих веществ, поэтому трудно предсказать, какие реакции могут происходить одновременно и какие новые вещества получатся. К тому же, многие реакции происходят в несколько стадий и образующиеся продукты могут взаимодействовать друг с другом.

Поэтому схемы химических реакций записывают в виде уравнений, где правая и левая части (исходные и полученные вещества) соединены не знаком равенства, а

стрелкой. Однако закон сохранения массы веществ (как один из всеобщих законов природы) сохраняет свое значение и в органической химии.

Химические реакции с органическими веществами происходят, как правило, при обычных условиях (без сильного нагревания, при нормальном давлении и т.п.).

# Нефть, бензин, парафин и другие углеводороды

Углеводороды – органические вещества, состоящие из атомов углерода и водорода.

## 104. МЫ УЛАВЛИВАЕМ ДЫМ



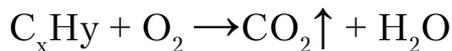
Если что-нибудь поджечь, появится дым. Он может быть белым, черным или почти невидимым. Над горящей свечой, например, поднимается как раз такой невидимый дым (продукты сгорания). Чтобы уловить немного этих продуктов сгорания, надо подержать чистую пробирку невысоко над пламенем свечи и затем быстро закрыть пробирку пробкой. Сохраните эту пробирку для следующего опыта.

## 105. КАК ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ ДЕЙСТВУЮТ НА ИЗВЕСТКОВУЮ ВОДУ?



Быстро налейте прозрачной известковой воды в пробирку, содержащую продукты сгорания свечи, и, закрыв пробирку пробкой, встряхните ее. Вы увидите, что прозрачная известковая вода становится мутной.

Значит, при горении образовался углекислый газ. Это свидетельствует о том, что в составе свечи имелись атомы углерода, характерные для всех органических веществ. Условно состав свечи можно записать так:  $C_xH_y$ , где  $x$  и  $y$  – некоторые индексы. Их нельзя точно определить, так как в парафиновой свече содержится смесь углеводородов.



Стрелка вместо знака равенства показывает основное направление химических реакций.

## 106. СВЕЧА ПОМОГАЕТ ИССЛЕДОВАТЬ СОСТАВ ВОЗДУХА



Возьмите глубокую тарелку и укрепите в центре ее свечу. Нижний конец свечи лучше нагреть, чтобы расплавленный парафин надежно закрепил свечу. В тарелку примерно на 5 см от дна налейте воды.

Накройте свечу стаканом. Восковым карандашом или клейкой лентой отметьте на стакане уровень воды в тарелке. Затем разделите оставшийся над водой объем стакана на 5

частей и сделайте метки.

Зажгите свечу и сразу же аккуратно накройте ее стаканом. Через некоторое время свеча погаснет, так как весь кислород будет израсходован на горение. Выделившийся при горении углекислый газ растворяется в воде. Поэтому в стакане создается разрежение, и вода устремляется вверх, поднимаясь на  $1/5$  объема воздуха в стакане. Значит, в составе воздуха  $1/5$  приходится на кислород.

Возможные причины неудач с опытом и пути их устранения:

- Свеча сразу погасла. Нужно аккуратнее сверху накрыть свечу стаканом.
- Вода после окончания горения не поднимается вверх. Причина – в плотном соприкосновении стенок стакана и тарелки. Полезно немного наклонить стакан, и вода тотчас поднимется на  $1/5$  объема стакана.
- Если вода поднялась, но на меньшую высоту, значит надо быстрее закрывать свечу.

## 107. НАШ НОС В КАЧЕСТВЕ «ДЫМОВОЙ ТРУБЫ»



Каждый день мы получаем вместе с хлебом, сахаром, маслом много углерода. Этот углерод медленно «сгорает» (окисляется) в нашем организме, и за счет этого поддерживается температура нашего тела около  $+37$  градусов тепла. Чтобы этот жизненный огонь не угасал, нам необходимо днем и ночью вдыхать воздух, содержащий кислород.

Везде, где сгорает уголь, образуется газ, который химики называют углекислым газом. Он образуется и в нашем организме. Печь избавляется от дыма через дымовую трубу, а мы выдыхаем углекислый газ через рот и нос.

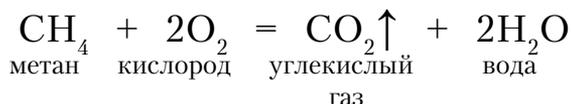
В этом можно убедиться, если сделать выдох через изогнутую трубку, опущенную в небольшое количество известковой воды. Раствор сильно мутнеет, так как мы выдыхаем много углекислого газа. Поэтому мы можем не в шутку, а всерьез сказать, что наш нос действует как «дымовая труба».

Наш нос выделяет воздух, только обогащенный углекислым газом.

Из настоящей дымовой трубы вместе с горячим воздухом поднимаются вверх и

потом рассеиваются несгоревшие частицы угля, продукты неполного сгорания топлива, среди которых есть канцерогены (вещества, вызывающие раковые заболевания).

Поэтому многие котельные переводят на газовое топливо, которое сгорает полностью. В основе природного газа – газ метан, который легко окисляется до конечных продуктов – углекислого газа и воды.

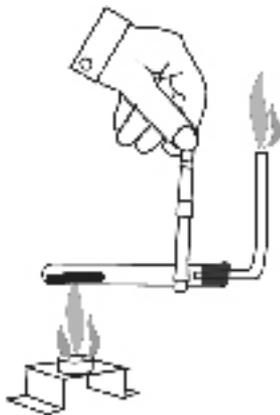


Продукты полного сгорания метана безвредны: углекислый газ растения используют для процесса фотосинтеза, вода также включается в круговорот веществ в природе.

### 108. ГАЗ ИЗ ДЕРЕВА



Опыт следует проводить в присутствии взрослых!

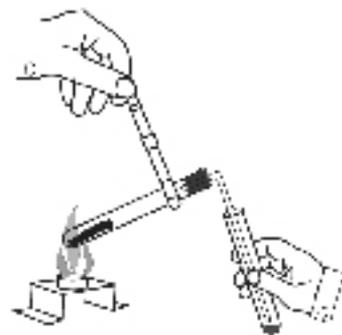


Положите в горизонтально укрепленную пробирку немного сухих кусочков дерева (стружек, опилок), закройте отверстие пробкой с отводной трубкой. Нагрейте пробирку с древесиной. Из верхнего отверстия отводной трубки начнет выделяться белый дым, который можно зажечь. Получающееся пламя внизу голубое, вверху желтое – такой же вид имеет пламя газовой горелки. Аналогичный газ можно получить из каменного угля.

### 109. ПЕРЕГОНКА ДРЕВЕСИНЫ

Отставьте спиртовку в сторону. Осторожно, чтобы не обжечься, разверните пробирку таким образом, чтобы газотводная труба была направлена вниз. Опустите конец этой трубки в пустую пробирку, вновь нагревайте пробирку с кусочками древесины. Через некоторое время в пустой пробирке соберется коричневая жидкость с характерным запахом – это деготь (или смола).

В пробирке, где нагревалось дерево, после отделения



газа и смолы останется черный древесный уголь. Им можно рисовать на белом листе, а при внесении в пламя он тлеет, как угли в печи.

При перегонке древесины получались разнообразные углеводороды: жидкие и газообразные, а также уголь (практически чистый углерод). Значит, в составе древесины имелись атомы углерода.

### 110. ПОЧЕМУ БЕНЗИН ВЫВОДИТ ПЯТНА?



Осторожно!  
Ядовитые пары!

Налейте в пробирку бензин (5 см по высоте пробирки). Осторожно, не вдыхайте его! Положите в него кусочек масла, закройте пробирку пробкой и встряхните. Масло скоро растворится. Значит, бензин растворяет жир. Вот почему бензином можно вывести с одежды жирное пятно, которое не может смыть вода.

### 111. БЕНЗИН ЛЕТУЧ

Но если надолго оставить бензин с растворенным маслом в открытой чашке, то через некоторое время вы увидите, что в чашке осталось только масло, а бензин испарился.



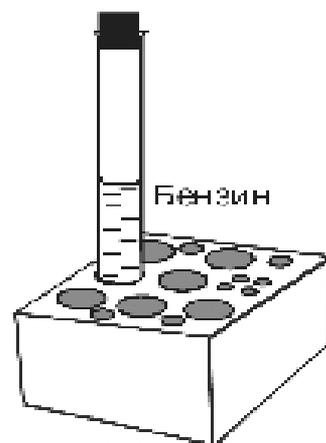
### 112. ПОЛУЧАЕМ МАСЛО



В опыте применяется легковоспламеняющееся вещество!  
Помните: рядом не должно быть огня, так как бензин может загореться. Не вдыхайте пары бензина!

Измельчите несколько ядрышек ореха или горсть семечек подсолнуха (без шелухи), положите их в пробирку и залейте бензином.

Хорошо встряхните пробирку, закрыв ее полиэтиленовой пробкой, и поставьте в штатив для пробирок часа на два, не забывая время от времени пробирку встряхивать. Через два часа перелейте содержимое пробирки в фарфоровую чашку и поставьте ее на сквозняк или в помещение с хорошей вентиляцией. Когда бензин испарится, на дне чашки вы увидите масляное пятнышко. Так с помощью бензина вы извлекли масло из семян. Процесс этот называется экстракция. Произошло это потому, что масло хорошо растворяется в бен-



зине. Попробуйте приготовить масло из других семян, только не вздумайте пробовать его на вкус!

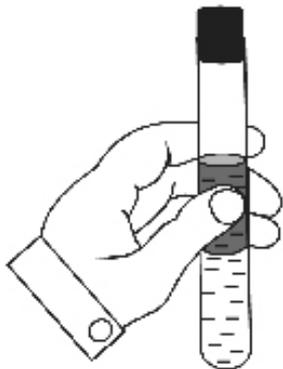
Бензин – прекрасный растворитель для экстракции.

### 113. ИЗВЛЕКАЕМ ЙОД



Осторожно!

Легковоспламеняющееся и ядовитое вещество.



Налейте в пробирку дистиллированную воду на 1/2 ее объема и внесите 2–3 мл йодной настойки. Раствор окрасится в бурый цвет. Добавьте к содержимому пробирки 2–3 мл бензина. Помните о правилах работы с бензином! Не забудьте закрыть пробирку пробкой.

Встряхните хорошенько пробирку и поставьте ее в штатив для пробирок. Отметьте: через некоторое время смесь в пробирке расслоилась: верхний слой (бензиновый) стал темнобурым, а нижний (водный) – почти бесцветным.

Йод в воде растворяется плохо, а в бензине – хорошо. Поэтому он из водного раствора перешел в бензиновый. Йод хорошо растворяется в спирте, поэтому в аптеке продают спиртовую йодную настойку.

## **Спирт как объект изучения**

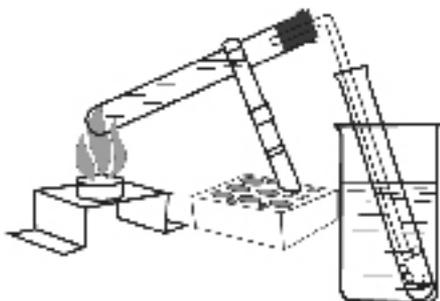
К спиртам относится большая группа органических веществ, имеющих подвижную группу  $\text{ОН}$ . Среди них известные вам вещества: винный спирт (химики называют его этиловый спирт), который содержится в вине, одеколоне, духах, в лекарствах (например, в настойке календулы и др.), глицерин и другие вещества. С ними вы познакомитесь, когда будете изучать органическую химию в школе. Вы сможете познакомиться лишь с некоторыми свойствами спиртов на примере этилового (винного) спирта.

Так как в нашем наборе нет спирта, то попросите у родителей немного одеколона, водки или вина.

### **114. СПИРТ В ВИНЕ**



Опыт следует проводить в присутствии взрослых!



В стакане вина спирта не увидишь. Попробуйте его отогнать. Нагрейте вино (осторожно!) в пробирке, как показано на рисунке. Через отводную трубку пары спирта собираются в другой пробирке, которая стоит в стакане с холодной водой. Полученная жидкость (отгон) резко пахнет. Используем отгон для следующих опытов.

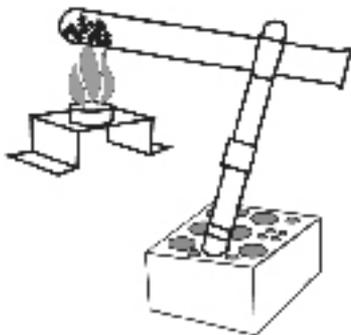
### **115. МЫ ИССЛЕДУЕМ СПИРТ**

Если вы отольете чуть-чуть безводного спирта (отгона) в пробирку и внесете в него кристаллики обезвоженного медного купороса, то увидите, что кристаллики останутся белыми, то есть, в таком спирте практически нет воды. Оставшийся спирт следует перелить во флакон с хорошо закрывающейся пробкой из набора и сохранить.

### **116. В ОДЕКОЛОНЕ СОДЕРЖИТСЯ НЕ ТОЛЬКО СПИРТ**

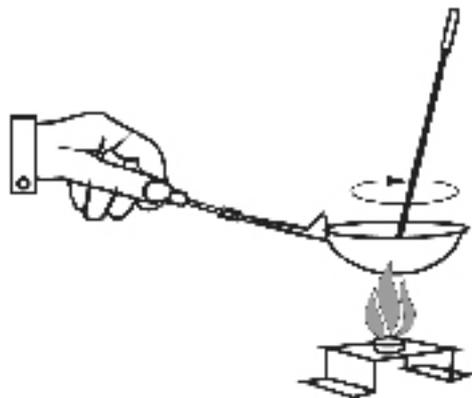
Поместите в пробирку немного твердого медного купороса и нагрейте на спиртовке: закрепите пробирку с медным купоросом в держателе для пробирок и внесите пробирку в пламя спиртовки таким образом, чтобы дно пробирки было чуть выше отверстия. Вы увидите, как на стенке пробирки осаждаются мелкие капли воды, а порошок изменяет свою окраску и становится серовато-белым. Накапайте несколько капель воды на порошок после охлаждения, и он снова приобретает синюю окраску.

Следовательно, кристаллы медного купороса, содержащие воду, имеют синюю



окраску. Проведение этого предварительного, но важного опыта поможет нам понять, как можно определить воду в спирте или одеколоне.

Для дальнейших опытов вам потребуется именно такой серовато-белый порошок, который называется безводным сульфатом меди. Получить его можно также, поместив в фарфоровую чашку 2–3 ложки-дозатора голубых кристаллов медного купороса и нагревая его на спиртовке при помешивании стеклянной палочкой (концом, свободным от пластикового наконечника). Нагревание следует вести до тех пор, пока все голубые кристаллы не превратятся в серовато-белый порошок (см. опыт 65).

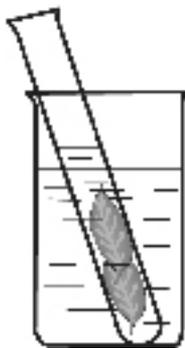


Этот порошок можно хранить, перенеся его после охлаждения (с помощью ложечки) в банку с плотно закрывающейся крышкой.

Теперь начинайте исследование спирта. Если в пробирку со спиртом (одеколоном) добавить несколько серовато-белых кристалликов безводного медного купороса (сульфата меди), они тотчас окрашиваются в голубой цвет. Они превратились

в кристаллогидрат, забрав воду из спирта или одеколона. Следовательно, спирт или одеколон содержит воду.

### 117. ИЗВЛЕКАЕМ ЗЕЛЕНЬЙ ПИГМЕНТ ЛИСТА - ХЛОРОФИЛЛ



Если дома есть водка, спросите у старших и возьмите ее совсем немного – 1/2 пробирки. Вместо водки можно воспользоваться одеколоном, разбавив его пополам с водой.

Поместите в пробирку свежий зеленый листочек какого-нибудь растения и залейте водкой (или разбавленным одеколоном). Поставьте пробирку с листом в стакан с горячей водой. Через 30 минут достаньте пинцетом листочек: он обесцветился, а водка (одеколон) стал изумрудного цвета. Так вы провели экстракцию хлорофилла – зеленого пигмента из листочка.

Если взять листья съедобного растения – салата или шпината и использовать в качестве растворителя чистый медицинский спирт, то из листьев таким способом можно извлечь пищевой краситель для подкраски крема. Так поступают на пищевых фабриках при изготовлении тортов.

## **118. РАЗДЕЛЯЕМ СМЕСИ (ХРОМАТОГРАФИЯ)**

Вы уже проводили операцию, называемую фильтрованием. С помощью фильтра вы отделяли твердое вещество от жидкости. Но существуют много других способов разделения смесей. Один из них называется хроматография. Познакомимся с этим способом.

Если вы уже пытались получать чистый спирт из вина (опыт № 114), то должны были сохранить полученный спирт для последующих опытов.

Кроме чистого спирта, вам еще потребуется медицинский препарат – настойка валерианы или календулы.

Возьмите из набора фильтр и капните в его центр капельку настойки валерианы или календулы. Когда капля подсохнет, на фильтре останется пятно. Капните в центр пятна несколько капель спирта: он будет играть роль растворителя. Через некоторое время вокруг пятна образуется несколько колец. Следовательно, настойка валерианы, которая представляет собой экстракт из корней, это не одно вещество, а смесь. Растворитель (спирт), словно по фитилю продвигаясь между бумажных волокон фильтра, разносит содержащиеся в настойке вещества от центра пятна во все стороны.

Крупные молекулы, как более тяжелые, остаются в центре, а более подвижные небольшие молекулы разносятся растворителем (спиртом) по краям от пятна. С помощью хроматографии можно достаточно точно разделить смеси сложных веществ.



## Кислоты в яблоках, лимонах, щавеле и др.

К органическим кислотам относятся уже знакомые вам уксусная кислота, яблочная, щавелевая, лимонная, муравьиная и многие другие.

У органических кислот, как и у неорганических, в составе молекул имеется подвижный ион  $H^+$ .



### 119. ЛИМОННАЯ КИСЛОТА

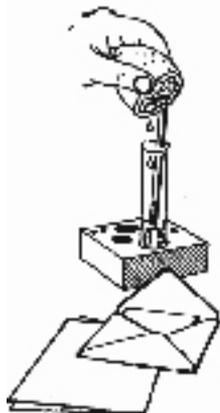


Возьмите лимон и выжмите каплю лимонного сока на индикаторную бумажку. Сравните полученную окраску с окраской на шкале рН и обратите внимание на цифру. Она покажет вам кислую среду. Следовательно, в состав лимонного сока входит кислота, которую химики называют лимонной кислотой.

Можно воспользоваться и другими индикаторами.

Аналогичный опыт с яблоком показывает, что в яблоке тоже есть кислота. Только эта другая кислота, яблочная.

### 120. НЕВИДИМЫЕ ЧЕРНИЛА ИЗ ЛИМОННОГО СОКА



Невидимые чернила можно приготовить из лимонного сока. Для этого выжмем сок лимона в пробирку и сделаем этой жидкостью какую-нибудь надпись. Когда лимонный сок высохнет, подержим лист над пламенем осторожно, чтобы бумага не загорелась. На бумаге возникнет четкая надпись. Вместо лимонного сока можно воспользоваться соком, выжатым из мелко нарезанной луковицы.

Органические вещества, содержащиеся в лимонном или луковом соке, при нагревании обугливаются.

## **121. ИССЛЕДУЕМ СОК ИЗ ЛИСТЬЕВ ЩАВЕЛЯ И КЛЕВЕРА**

Если растереть между пальцами лист щавеля или клевера и капнуть образовавшимся при этом соком на индикаторную бумажку, то она окрасится в красный цвет. Как щавель, так и клевер содержат кислоту, которая называется щавелевой кислотой.

## **122. КИСЛОТА...В МУРАВЕЙНИКЕ!**



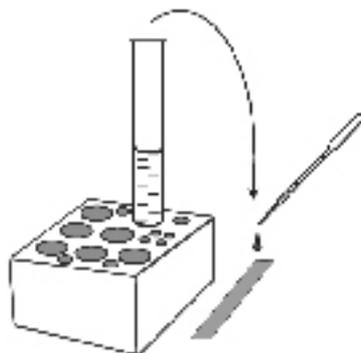
Если вы окажетесь летом в лесу, то наверняка найдете там хоть один муравейник.

Не забудьте захватить с собой в лес верного помощника юного химика – индикаторные бумажки, и тогда вы сможете узнать еще об одной кислоте.

Нельзя трогать муравейник руками, это вы знаете. Но вы можете осторожно с помощью палочки нажать индикаторной бумажкой на хвою так, чтобы побеспокоить муравьев. Бумажка вскоре покроется красными точками от муравьиных выделений.

Защищаясь, муравей выпрыскивает кислоту, которая вызывает жгучую боль. Эта кислота так и называется: муравьиная.

## **123. ТВЕРДЫЕ КИСЛОТЫ**



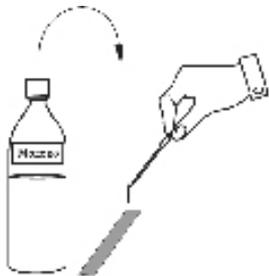
Не надо думать, что кислоты всегда бывают только жидкими. В нашем наборе, например, есть винная кислота, которая представляет собой твердые бесцветные кристаллы.

Чтобы убедиться в том, что эти бесцветные кристаллы являются кислотой, растворите их в чистой воде и испытайте полученный раствор индикатором.

Если после праздничного дня в доме останется вино, можно попросить у мамы немножко белого виноградного вина. Налейте его в пробирку и с помощью лакмусовой бумажки убедитесь, что вино тоже содержит кислоту. Это винная кислота. Щавелевая кислота, которая находится в соке листьев щавеля и клевера, тоже представляет собой белые кристаллы, но в листьях она находится в растворенном состоянии.

## **124. ЕСТЬ ЛИ В МОЛОКЕ КИСЛОТА?**

Если оставить молоко на ночь в теплом месте, оно может скиснуть. Тогда утром вместо молока можно увидеть жидкую белую массу с белым хлопьевидным осадком и отстоявшейся водой (молочная вода или сыворотка). Если с помощью чайной ложечки

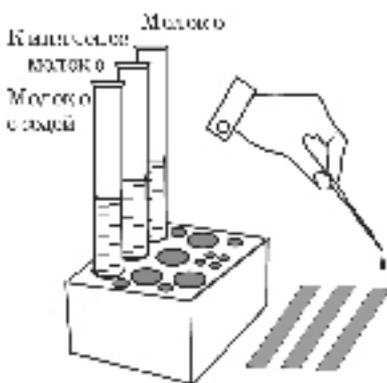


отобрать несколько капель жидкости и попробовать на язык, то вы обнаружите, что сыворотка на вкус кислая.

Индикаторная бумажка покажет, что в молоке есть кислота. Это молочная кислота. Она образуется благодаря деятельности маленьких живых организмов – молочнокислых бактерий.

Если вечером прокипятить молоко, то есть уничтожить микроорганизмы, то молоко может сохраниться до следующего утра. Молоко хорошо сохраняется в холодильнике, так как на холоде бактерии не вызывают процесса скисания.

### 125. ПОЛЕЗНЫЙ СОВЕТ: КАК ЛУЧШЕ ПРЕДОХРАНИТЬ МОЛОКО ОТ СКИСАНИЯ



Вы знаете, что индикаторная бумага в состоянии обнаружить самые незначительные количества кислоты. Налейте молоко в три пробирки и испытайте его через несколько часов индикаторной бумагой. Для проведения опыта молоко в первой пробирке оставьте стоять до скисания. Во вторую пробирку добавьте для разрушения молочной кислоты немного порошка соды и наблюдайте, насколько сода задержит процесс скисания молока. В третьей пробирке молоко предварительно прокипятите.

Через несколько часов вы обнаружите, что во второй и третьей пробирках молоко осталось свежим. Следовательно, добавлением соды и кипячением можно приостановить процесс скисания молока.



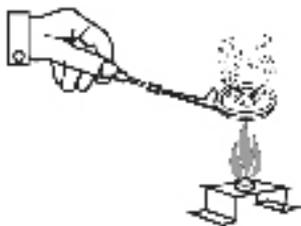
# Глюкоза, сахар, крахмал, целлюлоза – углеводы сладкие и не очень

В составе углеводов, как показывает само их название, содержатся атомы углерода, водорода и кислорода. Многие из распространенных углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза и др.) в своем составе имеют соотношение атомов водорода и кислорода 2:1, как в молекулах воды.

Термин «углеводы» (предложен в 1844 г. К. Шмидтом) возник потому, что молекулы известных в то время веществ этого класса по составу рассматривали как сочетание углерода («угля») с водой.

В дальнейшем, с развитием учения о химическом строении, название «углеводы» утратило свой первоначальный смысл. Некоторые углеводы вообще не отвечают указанному составу.

## 126. УГЛЕРОД В САХАРЕ



Положите в фарфоровую выпарительную чашку кусочек сахара, и сильно нагревайте чашку с сахаром на спиртовке. Сначала сахар расплавится, затем начнет выделяться дым, и вскоре расплавленный сахар превратится в черную массу. Это уголь, в состав которого входят атомы углерода.

Значит, в составе молекул сахара есть атомы углерода. Сахар – это органическое вещество.

## 127. ЖАРИМ САХАР



Несколько кусочков сахара поместите в фарфоровую выпарительную чашку и смочите аккуратно при помощи пипетки водой так, чтобы они пропитались ею. Фарфоровую чашку поставьте на огонь спиртовки над пламенем.

Сахар постепенно начнет плавиться, и скоро в чашке образуется вязкая желтоватая жидкость. Это и есть жареный сахар.

Долго нагревать сахар нельзя: он станет коричневым и загорится.

При нагревании образуется множество различных углеводов, которые имеют желтовато-коричневый цвет.

## 128. ПОЛУЧАЕМ ЛЕДЕНЦЫ

Как только сахар превратился в светло-желтую жидкость, накапайте из чашки небольшое количество ее на тарелку или на лист бумаги и дайте жидкости остыть. Когда сахар затвердеет, приподнимите с помощью ножа прозрачную светло-желтую мас-



су и попробуйте ее на вкус – получился сладкий леденец. Произошло превращение сахара в другие углеводы, об этом свидетельствует появление другого цвета, запаха и вкуса у получившихся при нагревании веществ. Теперь вы можете научить своих товарищей делать такие леденцы дома.

### **129. ГОРИТ ЛИ САХАР?**

Попробуйте это проверить. Возьмите пинцетом кусочек сахара и подержите его в пламени. Сахар потемнеет, начнет плавиться и капать, как свечка, но гореть не будет. А теперь насыпьте на этот кусочек сахара пепел от сигареты и опять поместите в пламя спиртовки. Сахар загорается ярким пламенем и сгорает дотла, как смоченное бензином дерево.

Пепел сигареты в этом случае является катализатором, который во много раз ускоряет реакцию горения сахара.

### **130. «ЧЕРНЫЙ ХЛЕБ» ИЗ БЕЛОГО ХЛЕБА**

Возьмите кусочек белого хлеба и накапайте на него несколько капель настойки йода. Он мгновенно станет черным. Кусочек белого хлеба превратился в «черный хлеб», но только есть его уже нельзя.

Настойка йода позволяет по сине-черной окраске узнать о присутствии в продуктах крахмала. Это характерная, или качественная реакция на крахмал. Значит, в белом хлебе содержится крахмал.

### **131. ХЛЕБ СОДЕРЖИТ КРАХМАЛ**

Для опыта требуется немного крахмала и мел. Если кусочек мела из набора поскоблить ножом, чтобы получился порошок, то вы увидите, что крахмал и мел похожи друг на друга.

Но если накапать на тот и другой порошок по несколько капель раствора йода, то мел окрасится в коричневый цвет, а крахмал становится сине-черным. Такая окраска получилась и на кусочке белого хлеба (см. предыдущий опыт). Значит в хлебе также содержится крахмал.

### **132. МУКА СОДЕРЖИТ КРАХМАЛ**

Хлеб пекут из муки, поэтому крахмал должен содержаться в муке. Проведите испытание с настойкой йода на маленькой кучке муки, и синее окрашивание также укажет вам на присутствие крахмала в муке.

### **133. КРАХМАЛ В КАРТОФЕЛЕ**

Если разрезать сырую картофелину и капнуть на срез йодной настойкой, появится синее окрашивание. Следовательно, в картофеле тоже есть крахмал.



### **134. КРАХМАЛ ЕСТЬ ВО МНОГИХ ПРОДУКТАХ**



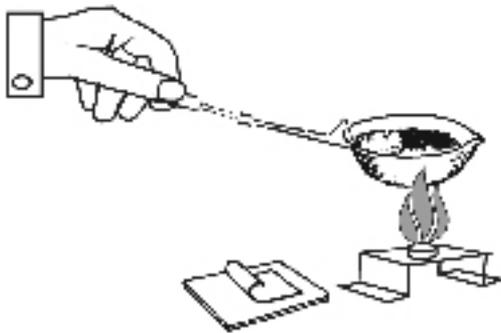
Исследуйте с помощью настойки йода разные продукты, например горох, фасоль, разрезанные зерна риса, бананы, спелые и неспелые яблоки, колбасу. Вы обнаружите, что во всех этих продуктах содержится крахмал. А вот мясо не содержит крахмала. Можно проверить это на опыте, капнув на кусочек мяса настойку йода. Характерное для крахмала сине-черное окрашивание не появится.

### **135. СЕКРЕТ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПУДРЫ**



Если кусочек прессованной пудры поместить на стекло и капнуть на нее настойку йода, происходит очень интенсивное синее окрашивание. Следовательно, пудра содержит крахмал. Если опыт не получился, значит, этот вид пудры не содержит крахмала.

### **136. КРАХМАЛЬНЫЙ КЛЕЙСТЕР**



Поместите крахмал в фарфоровую чашку с водой и нагрейте, перемешивая, почти до кипения. Получится слизистая масса, называемая клейстером. Можно использовать этот клейстер в качестве клея для бумаги.

Интересно проверить, сохранился ли в клейстере крахмал. Проба с йодной настойкой дает синее окрашивание, значит, в клейстере сохранился крахмал.

### **137. УДАЛЕНИЕ ПЯТЕН ЙОДА С ТКАНЕЙ**



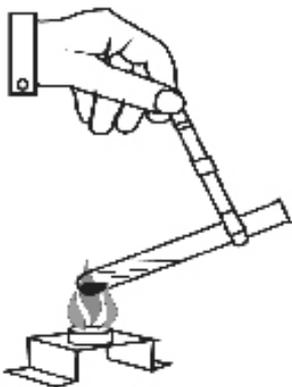
Сделайте пятно йодной настойкой на белой ткани. Смочите пятно холодной водой и несколько раз, с обеих сторон ткани, протрите его свежим срезом клубня сырого картофеля.

Пятно «исчезнет». Почему? Потому, что в состав картофеля входит крахмал, который взаимодействует с йодом.

## **138. СЛАДКОЕ И КИСЛОЕ В ВИНОГРАДЕ**

Капля виноградного сока оставляет на индикаторной бумажке красное пятно. Это значит, что в винограде есть кислота. Но виноград сладкий на вкус, следовательно, он содержит еще и сахар. Это виноградный сахар, или глюкоза. Попробуйте определить наличие глюкозы в винограде.

## **139. ПРОБА НА ВИНОГРАДНЫЙ САХАР (ГЛЮКОЗУ)**



Налейте в пробирку немного раствора едкого натра. Затем добавьте по каплям раствор медного купороса до образования голубого студнеобразного осадка. Этот осадок осторожно нагрейте.

При этом наблюдайте изменение окраски осадка от бурого до черного.

Вещество черного цвета – это оксид меди  $\text{CuO}$ . Оксид – это сложное вещество, состоящее из двух химических элементов, одним из которых обязательно является кислород.

А теперь немного видоизмените опыт.

Налейте в пробирку виноградный сок (1 см по высоте пробирки). Прибавьте столько же раствора едкого натра, а затем по каплям – раствор медного купороса.

Раствор окрашивается в красивый синий цвет. Получившийся раствор нагрейте на спиртовке.

Постепенно раствор меняет окраску: синий, зеленый, желтый, красный.

Появление красной окраски (цвета томатного сока) свидетельствует о том, что в виноградном соке содержится виноградный сахар – глюкоза.

Эта и есть проба, или качественная реакция, на глюкозу.

## **140. НАХОДИМ САХАР В ЯГОДАХ**

Несколько капель сока, выжатого из смородины или малины, подвергните вышеописанной пробе. Желто-красная окраска подтверждает, что эти ягоды тоже содержат виноградный сахар.

## **141. МЁД И ВАРЕНЬЕ СОДЕРЖАТ ВИНОГРАДНЫЙ САХАР (ГЛЮКОЗУ)**

Растворите в небольшом количестве воды в отдельных пробирках понемногу варенья и мёда. Сделайте, как описано выше, пробу на глюкозу.

В обеих пробирках вы найдете глюкозу.

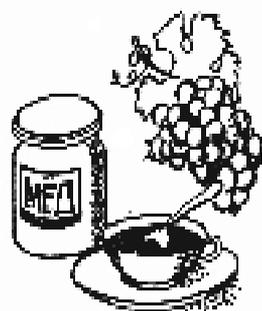
Следовательно, в мёде и варенье содержится виноградный сахар.



## 142. ГДЕ ЕЩЕ СОДЕРЖИТСЯ ГЛЮКОЗА?

Проверьте, есть ли сахар в изюме, инжире, яблоке. Из яблока выжмите сок, а из изюма и инжира нужно приготовить вытяжку. Для этого поместите в одну пробирку несколько ягод изюма, а в другую – несколько кусочков инжира. Добавьте в каждую пробирку воду в таком количестве, чтобы покрыть плоды. Прокипятите содержимое каждой пробирки и слейте воду от изюма и инжира в две другие пробирки. Проверьте наличие глюкозы в соке яблока и вытяжке из изюма и инжира с помощью известной вам пробы.

Изюм – это сушеный виноград. Глюкоза сохраняется в нем и после высушивания.



## 143. МОЛОКО СОДЕРЖИТ САХАР



Осторожно!  
Едкая щелочь

Налейте в пробирку сыворотку, полученную при отделении творога и дополнительно отфильтрованную. Проверьте, содержится ли в этой светлой жидкости сахар?



Помните о правилах безопасности при работе с раствором едкого натра!

Для этого нагрейте 1–2 мл сыворотки с раствором едкого натра и несколькими каплями медного купороса. Великолепная красная окраска доказывает, что в сыворотке содержится ценнейший сахар. Это особый вид сахара – молочный сахар, или лактоза.



## 144. ТРЕТИЙ ВИД САХАРА

Проделайте с водным раствором сахара (кускового или сахарного песка, который мы употребляем в пищу), опыт, аналогичный пробе на глюкозу (опыт 139). Красного окрашивания, как в присутствии виноградного сахара, в вашем опыте не получится. Дело в том, что кусковой сахар или сахар-песок вырабатывают из сахарной свеклы или сахарного тростника. Это другой вид сахара, отличающийся от виноградного сахара (глюкозы) и молочного сахара (лактозы). Химики называют его сахарозой.

## **145. ТРОСТНИКОВЫЙ САХАР (САХАРОЗА) ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ВИНОГРАДНЫЙ (ГЛЮКОЗУ)**



Кусочек сахара растворите в фарфоровой чашке с водой, добавьте 10 капель соляной кислоты и прокипятите 3 минуты. Если затем сделать пробу на глюкозу, получите красное окрашивание. Дело в том, что свекловичный (тростниковый) сахар при обработке его кислотой частично превращается в виноградный сахар.

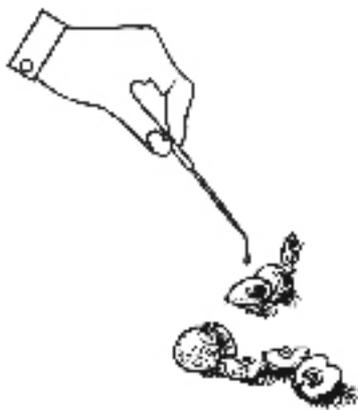
## **146. ЕСТЬ ЛИ ГЛЮКОЗА В ХЛЕБЕ?**

Поместите в пробирку небольшой кусочек хлеба, залейте его водой, добавьте 10 капель соляной кислоты и прокипятите 3 минуты. Вы получили вытяжку из хлеба. Профильтруйте содержимое пробирки в другую пробирку и проверьте пробой на глюкозу в полученном фильтрате наличие глюкозы. Проба будет отрицательной, следовательно, в хлебе глюкозы нет.

Но если кусочек хлеба пожевать, поместить получившуюся кашу в пробирку и сделать пробу на глюкозу, то можно обнаружить в хлебе виноградный сахар. Он образуется из крахмала хлеба в результате воздействия слюны.

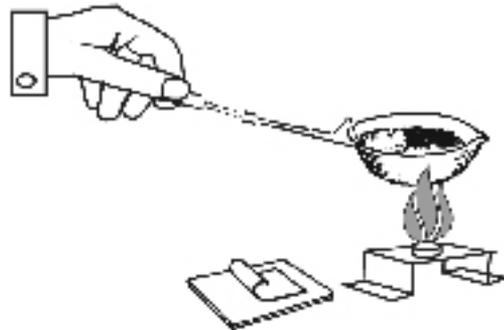
Глюкоза, сахароза, крахмал – это вещества, которые принадлежат к одной группе углеводов.

## **147. НЕСПЕЛОЕ И СПЕЛОЕ ЯБЛОКО**

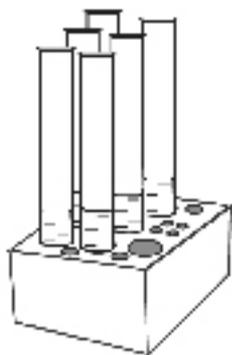


Неспелое яблоко не содержит сахара, зато в нем много крахмала. Наличие крахмала в яблоке можно проверить с помощью йодной настойки. Если разрезать яблоко и капнуть на срез 1–2 капли йодной настойки, то появляется синее окрашивание. Так всегда с помощью йодной настойки можно проверить наличие крахмала в продуктах. А наличие виноградного сахара в спелом яблоке можно проверить сахарной пробой на глюкозу.

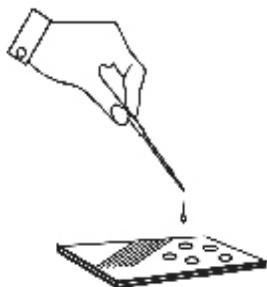
Созревание фруктов представляет собой химический процесс, при котором происходит превращение крахмала в сахар.



## **148. КРАХМАЛ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ГЛЮКОЗУ**



Приготовьте крахмальный клейстер. Для этого поместите в пробирку 2 ложечки крахмала, залейте его холодной чистой водой на  $\frac{3}{4}$  пробирки. Далее налейте в химический стакан кипятка. Содержимое пробирки хорошо взболтайте, закрыв пробирку пробкой, и вливайте его в стакан с кипятком, одновременно перемешивая содержимое стакана стеклянной палочкой с пластиковым наконечником. Перелейте полученный крахмальный клейстер в фарфоровую чашку. Добавьте в нее 20–25 капель раствора соляной кислоты.

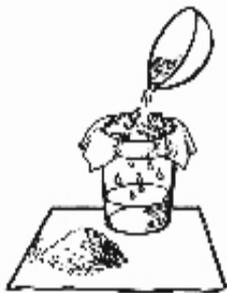


Затем начинайте нагревать фарфоровую чашку со смесью на спиртовке. В самом начале нагревания отберите пипеткой немного клейстера в пробирку или на предметное стекло и добавьте к нему каплю настойки йода. Темносиняя окраска покажет, что крахмал еще находится в растворе. В ходе опыта время от времени отбирайте пробы раствора из чашки в пробирки, размещенные в штативе для пробирок (либо на предметное стекло), и добавляйте каплю настойки йода. После нескольких минут нагревания отбираемая проба начнет окрашиваться в слабо фиолетовый цвет. Теперь пробы нужно отбирать чаще.

Последующие пробы уже будут окрашиваться йодом в красно-бурый цвет, и, наконец, окраска станет желтой.

Можно с уверенностью сказать, что в чашке крахмала уже нет. Возьмите еще пробу, добавьте к ней щепотку соды (чтобы нейтрализовать кислоту), проведите испытание на глюкозу, и вы ее обнаружите.

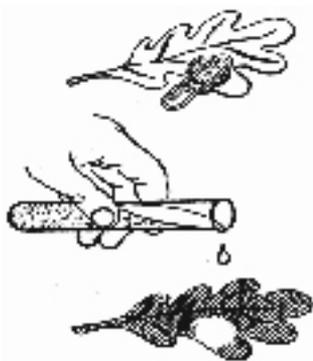
## **149. КРАХМАЛЬНЫЙ ЗАВОД НА ДОМУ**



Очищенный картофель натрите на терке и полученную массу хорошо размешайте в воде, затем положите в чистый мешочек (узелок) из редкого полотна и отожмите. Остаток массы в полотне следует вновь перемешать с водой и отжать. Повторите этот процесс несколько раз. Дайте жидкости отстояться. Зерна крахмала осядут на дно посуды. Слейте жидкость, а осевший крахмал вновь размешайте в чистой воде. Снова повторите операцию несколько раз до тех пор, пока крахмал не станет чистым и совершенно белым. Просушите его. Полученный вами крахмал пригодится в домашнем хозяйстве.

## **150. СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ И ХЛОРОФИЛЛ**

Зерна крахмала находятся в зеленых листьях растений, но без солнечного света образование крахмала в зеленых листьях растений не происходит. Покажем это на опыте.



Выберите для опыта растение с широкими, не слишком толстыми и твердыми листьями – например, дуб, пеларгонию (герань). Выбранный лист должен хорошо освещаться солнцем в течение дня. Вечером прикрепите к листу скрепками два кусочка плотной бумаги так, чтобы они находились друг против друга на верхней и нижней стороне листа.

На следующий вечер осторожно сорвите лист, снимите пробки (бумагу) и погрузите лист на несколько секунд в кипящую воду. После этого поместите лист в спирт (водку) и оставьте его там в течение нескольких часов, пока вся зеленая краска листа не перейдет в раствор. Выньте лист из спирта с помощью пинцета, протрите затемненный кружок и окружающую поверхность листа йодной настойкой. Вокруг кружка лист окрасится в черно-синий цвет – там есть крахмал. Кружок, который был закрыт от света, не темнеет. Крахмала там нет. Почему?

Дело в том, что крахмал образуется в процессе фотосинтеза днем под действием солнечного света в зеленых листьях растений, а ночью он превращается в сахар. На затемненном месте листа крахмал не образовался, и характерного окрашивания не произошло.

Фотосинтез – это процесс образования органических веществ из воды и углекислого газа в хлоропластах на свету, сопровождающийся выделением кислорода. Органические вещества образуются в растениях, а затем используются и самими растениями, и животными, и грибами, и бактериями. Фотосинтез – это процесс, от которого зависят многие проявления жизни на Земле.

## 151. ГОРЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

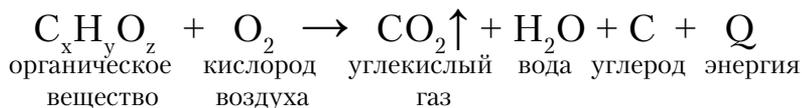
Свойства многих органических веществ – способность к обугливанию. Древесина состоит в основном из целлюлозы, это тоже углевод, но с очень длинными молекулами.

Деревянную лучину подожгите над пламенем сухого горючего и вскоре потушите, задув выдыхаемым воздухом или опустив в пробирку.

Рассмотрите поверхность лучины. Она обуглилась.

В составе органических веществ, в том числе в древесине, всегда есть углерод, который при полном сгорании превращается в углекислый газ, а при неполном остается в виде черного угля. Помимо углерода, в составе молекул органического вещества обычно имеются атомы водорода и кислорода.

Обобщенно процессы могут быть представлены следующей схемой:



Выделяющаяся при сгорании древесины энергия используется для обогрева. Неполное сгорание древесины может вызвать появление угарного газа (соединение с формулой CO). Оно опасно для дыхания человека, так как прочно соединяется в крови с гемоглобином, и кровь не может больше переносить кислород. От угарного газа случались отравления, поэтому очень важно добиваться полного сжигания топлива в печах и каминах до полного исчезновения язычков пламени.

### 152. ВЕРШКИ И КОРЕШКИ

Этот опыт проводится в течение нескольких недель.

Морковь или свеклу с огорода или из магазина, но не мытую и без обработки специальными веществами, поместите в теплое светлое место и наблюдайте, как и когда происходит появление зелени.

Когда появятся листья, обрежьте корнеплод до половины высоты, поместите в плоскую тарелку с водой и поставьте в теплое светлое место.

Ведите наблюдения за зеленью. Когда зелень начнет вянуть, рассмотрите корнеплод: он стал мягким, вялым, невкусным, в нем появилось небольшое количество жидкости.

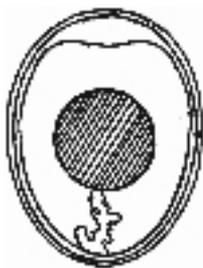
Это означает, что органические вещества в корнеплоде (в основном крахмал) используются для роста листьев.

Расщепление сложных веществ в корнеплодах происходит под действием особых белков – ферментов, которые также содержатся в корнеплодах. Получившиеся молекулы более простых углеводов в виде растворов по сосудам поступают к почкам и листьям и питают их в первое время, пока они сами не станут образовывать достаточное количество органических веществ в процессе фотосинтеза.



## Белки в мясе, молоке, яйцах и других продуктах

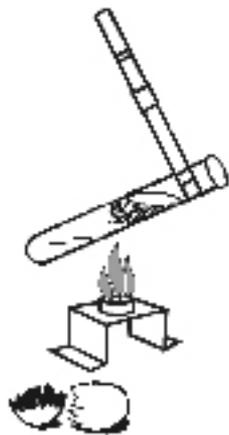
### 153. ИССЛЕДУЕМ ЯЙЦО



Вам хорошо известно, что яйцо состоит из желтка и белка. Белок в сыром яйце имеет вид слизистой массы, которая при нагревании становится белой и сравнительно твердой. Осторожно разбейте сырое яйцо так, чтобы не повредить желтка, а потом отделите слизистую массу (белок) и поместите ее в фарфоровую чашку, а затем разлейте из чашки в две пробирки. Первую пробирку с белком нагрейте на огне, слизистая масса скоро станет белой и твердой, как это бывает при приготовлении яичницы-глазуньи. Об этом явлении говорят так: белок свернулся.

Произошло явление, которое называется денатурация белка (нарушение естественной структуры белка).

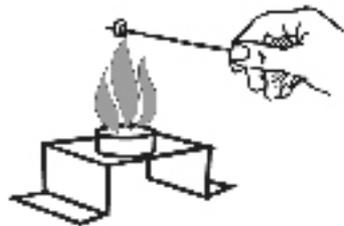
### 154. СВЕРТЫВАНИЕ БЕЛКА ПРИ НАГРЕВАНИИ



Белок во второй пробирке разбавьте вчетверо водой и хорошенько встряхните. Прозрачный белковый раствор нагрейте, но только в верхней части пробирки, с тем, чтобы появившееся изменение можно было сравнить с ненагретым белком. Нагретая часть жидкости скоро мутнеет, что свидетельствует о способности белка свертываться при нагревании.

Теперь вы можете объяснить, почему шерстяные вещи (шерсть содержит разнообразные белки) нельзя стирать в очень горячей воде.

### 155. ПОПРОБУЕМ СЖЕЧЬ БЕЛОК



Закрепите на металлической проволоке крошку свернувшегося белка и нагрейте ее в пламени спиртовки, а потом понюхайте ее. По характерному запаху, который напоминает запах жженого рога, вы всегда узнаете белок.

## 156. ПРОБА НА БЕЛОК

Раствор белка куриного яйца налейте в пробирку до 1/4 ее высоты, добавьте раствор едкого натра (1–2 мл) и по каплям добавляйте раствор медного купороса, встряхивая при этом пробирку. Через некоторое время наблюдайте появление очень красивой фиолетовой окраски раствора – это характерная реакция на белки.

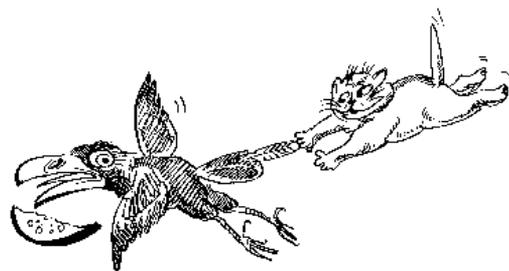
## 157. СОДЕРЖИТСЯ ЛИ БЕЛОК В МЯСНОМ СОКЕ?

Это можно проверить, если взять немного сока сырого мяса и попробовать нагреть его в пробирке. Сильное помутнение показывает, что мясной сок содержит белок. Мясо почти полностью состоит из белка.

## 158. ИССЛЕДУЕМ ПЕРЬЯ И ВОЛОСЫ

Из яиц курица выводит цыплят. В тканях живого цыпленка так же, как и в яйце, из которого он вылупился, содержится много белка.

Если подержать на огне птичье перо или наш волос, мы почувствуем знакомый запах жженого рога. Это говорит о том, что перо и волосы содержат белки.



## 159. НОГОТЬ С ПАЛЬЦА И ЛОШАДИНОЕ КОПЫТО



Подержите с помощью пинцета кусочек срезанного ногтя в пламени спиртовки и потом понюхайте его. Вы почувствуете тот же запах жженого рога. Ноготь состоит из рогового вещества, в котором содержится один из видов белка. Из этого же вещества состоит и копыто лошади.

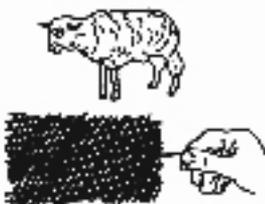
## 160. КАК РАЗЛИЧИТЬ ШЕРСТЬ И ХЛОПОК?

Шерсть получают из волосяного покрова овец, коз и подобных животных. Шерсть содержит белок. Хлопок же получают из растений. И если поджечь хлопок, то вы почувствуете совершенно иной запах – запах сожженной бумаги.

Испытайте кусочки шерстяной и хлопковой ткани из набора. Сделать это очень просто – нужно выдернуть несколько ниток из шерстяной и хлопковой ткани и сжечь. Используйте для этого пинцет.

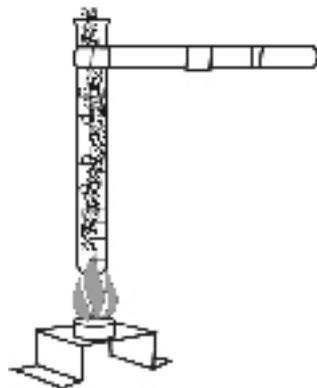
Сгоревшая шерстяная нить имеет запах жженого рога, сгоревшая хлопковая нить – запах жженой бумаги.

Таким образом, по запаху сгоревшей нити легко узнать, шерстяная это или хлопчатобумажная ткань.



## **161. КАК ЕЩЕ МОЖНО ОТЛИЧИТЬ ШЕРСТЯНУЮ ТКАНЬ ОТ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ?**

Поместите в пробирку с раствором едкого натра кусочек шерстяной ткани и осторожно нагревайте раствор. Через некоторое время вы увидите, что ткань растворилась. Если проделать такой же опыт с хлопчатобумажной тканью, этого не произойдет.



## **162. ШЕЛК НАТУРАЛЬНЫЙ ИЛИ ИСКУССТВЕННЫЙ?**

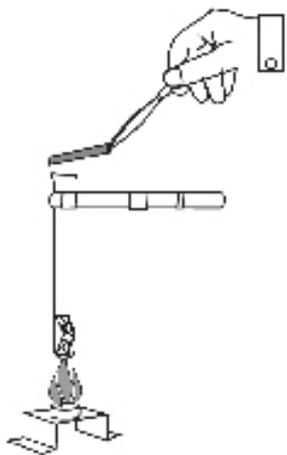


Натуральный шелк ткут из шелковых нитей, которые разматывают из коконов шелковичных гусениц. Шелковые нити животного происхождения, они содержат белки.

Искусственный шелк получают из древесины, как бумагу. Поэтому при сжигании искусственный шелк пахнет горелой бумагой, а настоящей шелк пахнет, как жженный белок. Чтобы отличить настоящий шелк от искусственного, нет необходимости сжигать кусочек ткани, достаточно выдернуть из ткани нитку и испытать ее в пламени.



## **163. ОПЫТЫ С ШЕЛКОМ**



Возьмите небольшой кусочек ткани из натурального шелка. Положите его с помощью пинцета или стеклянной палочки в чистую сухую пробирку и осторожно нагрейте над пламенем спиртовки. Над отверстием пробирки пинцетом подержите влажную лакмусовую бумажку. Вскоре бумажка покажет вам, что среда слабощелочная от присутствия аммиака, который легко обнаружить по его характерному запаху. Такой же опыт можно провести с кусочком искусственного (ацетатного) шелка. В этом случае лакмусовая бумажка покажет слабокислую среду от паров кислоты, выделяющихся из искусственного шелка. Так можно отличить искусственный шелк от натурального.

## **164. МОЛОКО СОДЕРЖИТ БЕЛОК**

Если молоко закипает, убегает через край и пригорает, то при этом сразу же распространяется характерный для жженого белка запах. Следовательно, в молоке тоже есть белки. Такой запах можно воспроизвести, если несколько капель молока нагревать на жестяной крышке.

## **165. ЕСТЬ ЛИ БЕЛОК В СЫРЕ?**

Долго лежащий сыр приобретает неприятный запах. Вам, вероятно, хорошо известно, что сыр готовят из молока. Наденьте кусочек сыра на проволоку и подержите на огне до обугливания. Если потом понюхать его, то обнаружите тоже резкий запах, но другого характера, а именно – так пахнет белок, содержащийся в сыре. Сыр в большой степени состоит из белка, который называется казеин.

Существует еще казеиновый клей, который содержит казеин. Этим клеем часто склеивают деревянные предметы.

## **166. ИЗ КИСЛОГО МОЛОКА ПРИГОТОВИМ ТВОРОГ!**

Вы уже знаете, что молоко, благодаря деятельности молочнокислых бактерий, становится кислым. Можно ускорить этот процесс. Молоко в фарфоровой чашке слегка подогрейте так, чтобы оно стало только чуть теплым, и добавьте в него уксусную кислоту. Молоко тотчас же свертывается, образуя большие хлопья. При этом отслаивается сыворотка, которую нужно отфильтровать через марлю или льняную ткань.

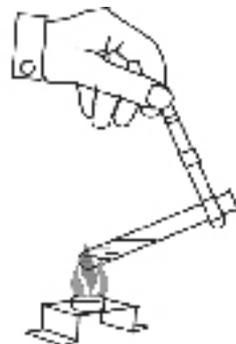
Ткань положите сверху на стакан и, придерживая ее, вылейте на фильтр содержимое чашки. Если потом соединить концы ткани, приподнять над стаканом и отжать, то на фильтре останется густая масса – творог. Сыворотку, находящуюся в стакане, сохраните для последующих опытов.

## 167. ИССЛЕДУЕМ СЫВОРОТКУ

Полученную при изготовлении творога сыворотку профильтруйте еще раз через бумажный фильтр в пробирку и нагрейте почти до кипения. Наблюдайте помутнение. Можно предположить, что в молоке тот же вид белка, что и в яйце. Ученые его называют альбумином.

Белок сыра (творога) казеин, по сравнению с белком яйца при нагревании не свертывается, но он свертывается при воздействии слабых кислот, что мы уже наблюдали в опыте.

Итак, в молоке содержится два вида белка: казеин и альбумин.



## 168. КЛЕЙ ИЗ ПИЩЕВОГО ЖЕЛАТИНА



В домашнем хозяйстве, например, при изготовлении фруктового желе или заливного, используют желатин, состоящий из белка — желатина. Из желатина можно приготовить неплохой клей.

Желатин из набора поместите на ночь в фарфоровую чашку с водой. За ночь он сильно набухнет. Далее набухший желатин нужно варить в чашке на так называемой «водяной бане» (не следует ставить чашку непосредственно на огонь, так как клей может подгореть). Это значит, что чашку с желатином следует поместить в жестяную банку (из-под консервов, сока), которая по размеру больше, чем чашка.

Банку заполните наполовину водой и поставьте в воду чашку с желатином.

Теперь полученное сооружение можно ставить на огонь. В такой кипящей водяной бане желатин спокойно варится и превращается в клей.

Сохраните желатиновый клей: его вполне можно применять для склеивания бумаги, а также использовать в последующих опытах. Аналогично можно самим попробовать сварить клей на водяной бане из столярного клея.

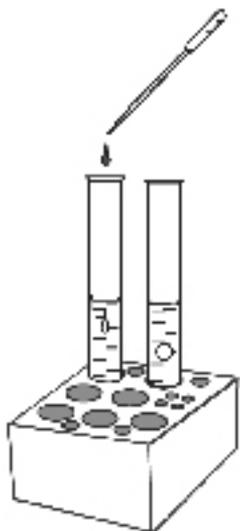


## Жиры в семечках, орехах, апельсине и молоке

Жиры – это группа органических веществ, состоящих из остатков многоатомного спирта (глицерина) и органических кислот.

Жидкие при обычных условиях жиры называют маслами (вспомните растительное масло: подсолнечное или кукурузное). Твердые при обычных условиях жиры – это жиры животного происхождения (сливочное масло получают из коровьего молока).

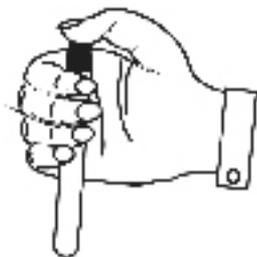
### 169. МАСЛЯНАЯ КАПЛЯ



Налейте в пробирку примерно 1–2 см по высоте пробирки спирта. Если у вас нет спирта, то можно воспользоваться одеколоном, в котором до 80 % спирта.

С помощью пипетки добавьте в пробирку 1 каплю растительного масла. Капля масла падает на дно пробирки. Добавьте чистую воду в ту же пробирку (1–2 см по высоте пробирки) и встряхните полученную смесь. Масляная капля повисает в смеси спирта с водой в виде желтого прозрачного шарика. Растительное масло, спирт и вода имеют различную плотность (удельный вес). Наименьшая плотность – у спирта, наибольшая – у воды. У полученной смеси спирта с водой плотность стала примерно равной плотности растительного масла, поэтому капля масла в ней повисает или свободно плавает.

### 170. ИСКУССТВЕННОЕ МОЛОКО



Вы знаете, что вода и масло плохо смешиваются друг с другом. Если несколько капель масла прилить в пробирку с водой и энергично встряхнуть смесь, то мы получим белую жидкость, напоминающую молоко. Действительно, белый цвет молоку придают мельчайшие капельки жира, которые равномерно распределены в нем. Кроме воды и жиров, в молоке есть также белки, сахара, витамины, минеральные соли, поэтому молоко – очень полезный продукт.

### 171. КАКИЕ ПЛОДЫ СОДЕРЖАТ ЖИР?

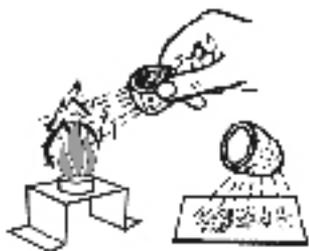
Если на лист бумаги положить кусочек сливочного масла или маргарина и растереть его, останется жирное пятно. Капля подсолнечного масла тоже оставляет жирное пятно.

Ядра грецкого или другого ореха также содержит жир. Если ядро (сердцевину) ореха раздавить на бумаге, то останется жирное пятно. Семечки подсолнечника при надавливании также оставляют на бумаге жирные пятна.

### 172. «ОГНЕОПАСНАЯ» АПЕЛЬСИНОВАЯ КОЖУРА



Опыт следует проводить в присутствии взрослых!



Фрукты содержат не только кислоты и сахара, но и жир или маслянистые вещества. Если взять кусочек апельсиновой кожуры и выжать ее над листом бумаги, то на бумаге появятся жирные пятнышки. Они получаются от эфирного масла, которое содержится в кожуре. Если выжать кожуру около пламени сухого горючего или газовой горелки, то брызги масла могут образовать маленький сноп огня.

### 173. КАК СДЕЛАТЬ МАСЛЯНУЮ ЛАМПУ ИЛИ СВЕТИЛЬНИК? (МАСЛО ТОЖЕ СОДЕРЖИТ УГЛЕРОД)

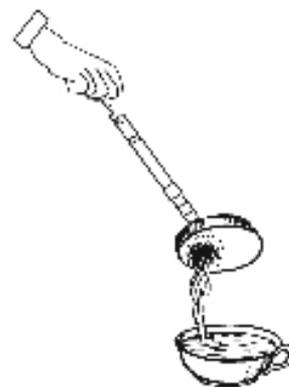


Опыт следует проводить в присутствии взрослых!

Налейте в фарфоровую чашку немного растительного масла и слегка нагрейте его на водяной бане или поставьте в миску с горячей водой. Опустите в чашку вату, свернутую в фитиль. Оставьте один его конец на краю чашки. Этот поднятый над маслом конец фитиля зажгите. У вас получился светильник или масляная лампа.

Если над пламенем этой лампы подержать жестяную крышку или фарфоровую чашку, мы увидим, как они покроются сажей. Сажа — это углерод.

Значит, масло тоже содержит углерод и поэтому оно относится к органическим веществам.



Помните, что горение можно прекратить, если прервать доступ воздуха к пламени. заранее приготовьте миску, которой вы накроете горящую «лампу».

## **Друзья Мойдодыра (мыло и другие моющие средства)**

Мыла – это представители особой группы органических веществ. Мыла являются солями жирных кислот, как правило, натриевыми и калийными солями.

Все моющие средства, стиральные порошки относятся к поверхностно-активным веществам (ПАВ). Убедимся в этом на опытах. Вы помните, что молекулы воды крепко скреплены друг с другом с помощью водородных связей, а на поверхности воды образуется плотная пленка. Эта водная пленка при стирке препятствует удалению грязи и жира. Разрушить ее можно с помощью добавления моющих средств. ПАВ снижают поверхностное натяжение на поверхности воды и загрязнителя, способствуют растворению в воде веществ, которые в обычных условиях в ней не растворимы.

### **174. ВОДА ПОКРЫТА ПЛЕНКОЙ**

Если наполнить стакан почти до краев водой и осторожно положить на поверхность воды кусочек фильтровальной бумаги с иглой, то бумага, как только намочит, утонет, а игла останется на поверхности. Можно даже наблюдать, как поверхность воды прогибается под иглой. Игла не тонет оттого, что поверхность воды покрыта особой пленкой из молекул воды, которая не прорывается под малым весом иглы.

Подобная пленка при стирке препятствует удалению грязи и жира. Ее разрушают добавлением моющих средств.

### **175. КАК РАЗРУШИТЬ ПОВЕРХНОСТНУЮ ПЛЕНКУ ВОДЫ?**

Если около иглы, плавающей на воде, насыпать из ложечки стиральный порошок, игла вскоре утонет.

А если опыт с иглой и бумажкой провести в воде, к которой предварительно добавлен стиральный порошок, игла совсем не удержится на поверхности воды. Это происходит оттого, что поверхностная пленка воды разрушается при добавлении к воде моющих средств.

### **176. ПОЧЕМУ МЫЛО МОЕТ?**

В пробирку с водой добавьте 1–2 капли раствора фенолфталеина. Никакого изменения в окраске не произойдет. Теперь в эту же пробирку опустите кусочек мыла или мыльного порошка и хорошо размешайте раствор. Сразу же появляется малиновая окраска фенолфталеина, указывающая на присутствие щелочи.

Грязь прилипает к тканям или к какой-либо поверхности и прочно удерживается, главным образом, благодаря вза-



имному притяжению пограничных молекул. Вода не способна разорвать эти силы. Мыло же уменьшает силы поверхностного натяжения, обволакивает частички пеной и отрывает их от поверхности. А щелочная среда помогает мылу работать.

Но вы знаете, что не всякая вода пригодна для стирки. В так называемой жесткой воде мыло плохо мылится, растворяются не все стиральные порошки.

Вы сможете смоделировать получение жесткой воды. Сначала приготовьте известковую воду (см. опыт 177).

### 177. ИЗВЕСТКОВАЯ ВОДА

Приготовьте известковую воду. Для этого поместите в пробирку на  $1/5$  ее высоты гашеную известь (гидроксид кальция) и прилейте чистую воду в таком количестве, чтобы, закрыв пробирку пробкой, можно было хорошо перемешать содержимое пробирки энергичным встряхиванием. Поставьте пробирку с содержимым в штатив для пробирок на несколько часов отстаиваться. Когда все твердые частицы осядут на дно, прозрачную жидкость перелейте из пробирки в банку. Это и будет известковая вода.

### 178. ИЗВЕСТКОВАЯ ВОДА И МЫЛЬНАЯ ВОДА



Приготовьте немного мыльной воды, размешав некоторое количество мыльной стружки в стакане с водой с помощью стеклянной палочки. Дайте сутки отстояться получившейся мутной жидкости и отфильтруйте ее в пробирку. Она содержит стеарат натрия. Отфильтрованную слегка мутную жидкость постепенно добавляйте в пробирку с прозрачной известковой водой. Раствор сразу же мутнеет. Это образовалась нерастворимая в воде соль — стеарат кальция, причем, чем больше стеарата кальция в растворе, тем плотнее образовавшаяся муть.

В другую пробирку с известковой водой опустите стеклянную трубочку и выдыхайте через нее воздух. Прозрачный раствор помутнеет. Это происходит оттого, что люди выдыхают углекислый газ, который с известковой водой образует другую нерастворимую соль кальция — карбонат или углекислый кальций. Большинство солей кальция нерастворимы в воде.

В жесткой воде частицы кальция связываются с частицами молекул мыла, при этом теряются моющие свойства мыла, так как оно выпадает в осадок. Затраты мыла в такой воде значительно возрастают.

### 179. КАК СДЕЛАТЬ «ЖЕСТКУЮ» ВОДУ МЯГКОЙ?

Как же сделать «жесткую» воду мягкой?

Надо удалить частицы (правильнее сказать — ионы) кальция.

В известковую воду пропускайте через стеклянную трубочку выдыхаемый воз-

дух до тех пор, пока помутневшая вода не станет снова прозрачной. В растворе образовалось новое вещество – гидрокарбонат кальция или бикарбонат кальция.



Прокипятите полученный раствор гидрокарбоната кальция, раствор вновь становится мутным, потому что образовалась нерастворимая соль – карбонат кальция.



Отфильтруйте полученную жидкость и добавьте в фильтрат немного мыла. Встряхните пробирку, и вы увидите обильную пену, которая характерна для «мягкой» воды. Значит, вы удалили из воды соли кальция, которые придают воде жесткость.

### 180. КАК ОЧИСТИТЬ ЖИРНУЮ ПРОБИРКУ?

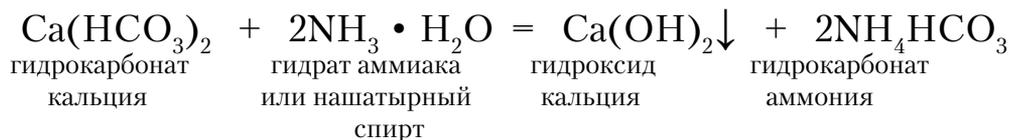
Пробирку, в которой находились животные или растительные масла, нельзя очистить водой. А вот горячий содовый раствор хорошо очищает жирную посуду. Сода образует с жиром мыло, которое растворяется в воде.

Вы знаете, что в состав жиров входят жирные кислоты. Если жир нагревать с водой в присутствии соды, то образуется натриевая соль жирной кислоты, то есть мыло.

Пробирки, которые вы используете для опытов, должны быть всегда чистыми. Теперь вы знаете уже два способа очистки сильно загрязненных пробирок: содовым раствором, если в пробирке был жир, и соляной кислотой, если пробирка загрязнена минеральными солями.

### 181. «ЖЕСТКАЯ» ВОДА И НАШАТЫРНЫЙ СПИРТ

«Жесткую» воду можно сделать «мягкой» также с помощью нашатырного спирта. Для этого к прозрачному раствору гидрокарбоната кальция надо добавить немного гидрата аммиака (связывающий кальций) и отфильтровать образовавшийся осадок гидроксида кальция. Уравнение химической реакции, протекающей в этом опыте, записывается следующим образом.



Фильтрат («мягкую» воду) проверьте с помощью мыла.

# Часть 4

## Экологический взгляд на вещества вокруг нас

Как вы уже знаете, экология — это наука о взаимосвязи живых систем (организмов, природных комплексов, всей биосферы) с окружающей средой.

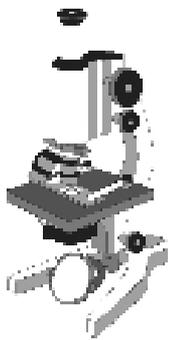
В сущности, все вещества, с которыми мы имеем дело, влияют на нас. Не случайно главный закон экологии, сформулированный Барри Коммонером, звучит так: «Всё связано со всем».

В наибольшей степени наша жизнь и здоровье зависят от тех веществ, которые попадают в наш организм при дыхании, с пищей и питьем. Вы, наверно, знаете, что без воздуха человек не может прожить и 5-и минут; без воды — 5-и дней, без пищи — 5-и недель.

Попадая в наш организм, вещества претерпевают сложные превращения, отдавая свою энергию для жизнедеятельности организма, участвуя в построении клеток тела человека. Непосредственно в организме остается незначительная часть съеденной пищи, выпитой воды, вдыхаемого воздуха. Однако, если в пище, воде или в воздухе были загрязнения, они задерживаются в организме надолго, накапливаясь, в основном, в почках, печени, легких. Вредные вещества нарушают слаженную работу организма, вызывают болезни.

Понятно поэтому, что крайне важно знать, какие вещества попадают к нам в организм из окружающей среды и как можно улучшить экологическое состояние окружающего нас мира.

### 182. ИЗУЧАЕМ ПЫЛЬ



Пыль является типичным загрязнителем воздуха в квартире. Можно изучать пыль, собирая и рассматривая ее под микроскопом или лупой. Наблюдения ее состава, растворимости в воде и разбавленной кислоте помогут узнать источники пыли.

Соберите отложения пыли в нескольких местах, например на мебели, на поверхности пола, из книжного шкафа. Поместите пыль на предметное стекло и накройте его покровным стеклом, приготовив таким образом микропрепарат сухой пыли. Рассмотрите микропрепарат под микроскопом при увеличении в 56 или 80 раз либо под лупой с максимальным увеличением. Опишите форму, размеры, цвет пылинок. Повторите те же операции со всеми образцами пыли.



Сравните образцы пыли по количеству, характеру и составу частиц.

Исследуйте растворимость и химические свойства пыли, добавив пипеткой к образцу пыли по 1–2 капли воды, а потом разбавленной соляной кислоты. Опишите наблюдаемые под микроскопом изменения. Какая часть образца пыли растворилась в каждом случае?

Сделайте предположение об источниках пыли в вашей квартире.

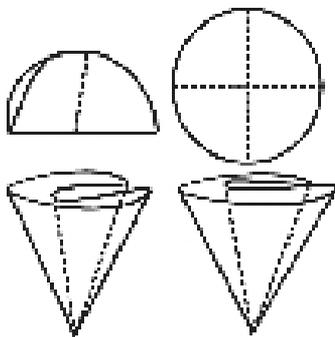
### 183. ОПРЕДЕЛЯЕМ НИТРАТЫ В ОВОЩАХ И ФРУКТАХ



Нитраты – соли азотной кислоты, естественный компонент овощей и фруктов. Однако, попадая в организм человека в больших количествах, нитраты опасны для здоровья.

Возьмите понемногу различных овощей (картофеля, огурцов, капусты, редиса). Возьмите также несколько фруктов (яблоко, груш, бананов, арбузов, апельсинов), немного зелени (укропа, лука, петрушки и др.). Протестируйте их с помощью нитраттеста (порядок использования нитраттеста смотрите на его упаковке). Не забудьте записать результаты тестирования. В каких продуктах найдены наибольшие количества нитратов? Теперь нетрудно рассчитать, какое количество нитратов попадает в организм с обычной порцией (100 г) салата из свежей капусты, огурцов, зелени.

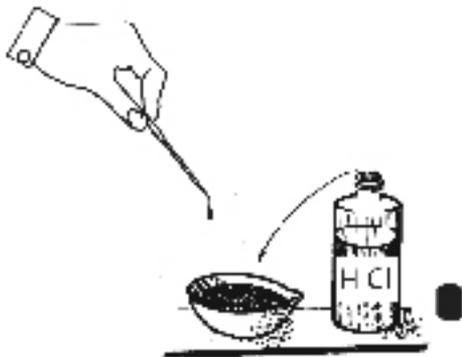
### 184. ФИЛЬТРУЕМ ЗАГРЯЗНЕННУЮ ВОДУ



Положите в стакан с водопроводной водой немного земли и хорошенько размешайте. Вода станет грязной и мутной. Теперь возьмите бумажный фильтр из набора, сложите его так, как это показано на рисунке, и вложите в воронку. Смочите кипяченой водой, и фильтр готов к работе.

Теперь воронку с фильтром поместите в отверстие пробирки и налейте по стеклянной палочке в воронку немного грязной воды. Проходя через фильтровальную бумагу, вода очистится от грязи, и в пробирке соберется чистая вода, а частицы земли останутся на фильтре. Этот способ очистки воды называется фильтрованием. С его помощью нельзя удалить растворенные в воде минеральные соли, но зато фильтры очищают воду от песка, пыли и различных твердых частиц.

## 185. ИСПЫТЫВАЕМ ВОДУ ПОСЛЕ УПАРИВАНИЯ



Возьмите чашку с осадком, полученным при упаривании воды в опыте, и капните на него из пипетки каплю раствора соляной кислоты. Если произойдет реакция, сопровождающаяся бурным выделением газа, то можно сделать вывод: в состав осадка входят карбонаты — соли угольной кислоты. Они реагируют с соляной кислотой, выделяя углекислый газ. Карбонаты часто встречаются в природной воде.

Многие столовые и лечебные минеральные воды являются карбонатными благодаря большому содержанию солей угольной кислоты.

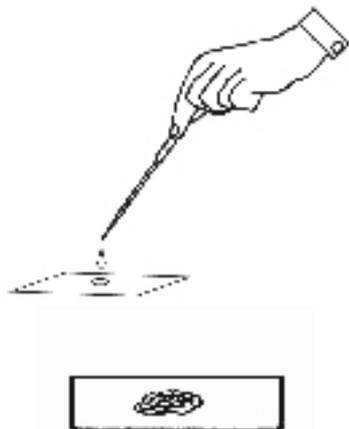
## 186. СНЕГ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ВОДУ

Наберите в чистый химический стакан снег и принесите его в помещение. Когда снег растает, опишите свойства полученной воды по плану, указанному в опытах 14, 15, 17, 19. Обратите внимание на такие показатели талой воды, как мутность, цвет, наличие и внешний вид нерастворимых частиц. Эти показатели характеризуют чистоту снега и не всегда видны при простом взгляде на снег.

Аналогичные опыты проделайте со снегом, взятым из разных мест: у проезжей части улицы, в глубине двора, у входа на лестницу. Сравните количество возможных источников загрязнений на разных участках территории.



## 187. СРАВНИВАЕМ ВОДУ ИЗ СНЕГА И ИЗ-ПОД КРАНА



Проведите фильтрацию талой воды, полученной в предыдущем опыте. Для этого возьмите фильтр из набора, вложите его в воронку (см. опыт 73) и по стеклянной палочке прилейте в воронку воду из стакана.

В пробирке под воронкой будет собираться относительно чистая вода, а нерастворимые частицы загрязнителей останутся на фильтре.

На предметное стекло поместите 1–2 капли отфильтрованной воды и осторожно выпарите ее над пламенем. На предметном стекле останется солевой след, свидетельствующий о наличии в воде растворенных солей.

Сравните количество солей, оставшихся после выпаривания снеговой и водопроводной воды. Сделайте вывод об относительном содержании солей в той и другой воде.

Такие же опыты можно провести с водой из природных или искусственных водоемов вблизи мест вашего проживания и отдыха.

## 188. ОЦЕНИВАЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННО

Продолжите эксперименты с водой и снегом, начатые в предыдущем опыте и ранее. Внимательно осмотрите фильтры, собравшие на себе нерастворимые загрязнения. Помните, что необходимо отбирать пробы воды в чистую посуду, а на фильтрах подписать, какую воду пропускали через них. Для большей точности полезно сравнивать количество видимых на  $1 \text{ см}^2$  фильтра частиц песка, пыли и других загрязнителей. Для этого разверните фильтр на загрязненном участке, отмерьте квадрат со стороной  $1 \text{ см}^2$ . Подсчитайте количество видимых частиц загрязнителей на  $1 \text{ см}^2$  фильтров, через которые была профильтрована разная вода. Полученный вами результат расчета условно можно считать количественной оценкой уровня загрязненности образцов снега и воды.

Объясните полученные результаты. Сделайте предположение об источниках загрязнений воды и снега.

## 189. СТАВИМ БАЛЛЫ ВОДЕ

Изучение характера запаха позволяет судить о наличии в воде летучих пахучих веществ, которые попали в нее естественным путем или со сточными водами. Принято выделять такие естественные запахи: ароматические (напоминающие цветы или запах огурца); болотные (илистый, тинистый); гнилостный (сточной воды, фекалий); древесный (мокрой щепы, коры дерева); землистый (свежевскопанной земли); плесневый (затхлый, застойный); рыбный, сероводородный (тухлых яиц); травянистый (скошенной травы, сена); все остальные запахи, не подходящие под предыдущие оп-

ределения, называются неопределенными.

Запахи искусственного происхождения называют по соответствующим веществам: хлорный, бензиновый, камфорный и т.д.

Определение запаха обычно проводят в помещении, где нет постороннего запаха при температуре +20°C и +60°C. Примерно 50 мл воды наливают в колбу, закрывают пробкой и несколько раз вращательными движениями встряхивают воду. Затем открывают пробку и определяют запах, направляя воздух над сосудом ладонью к носу.

Предлагаем несколько видоизменить опыт. Налейте воды примерно на треть стакана, вращательными движениями взболтайте ее в стакане. Затем рукой направьте струю воздуха от стакана к носу.

Исследуйте, каждый раз наливая воду в чистый стакан, воду из разных источников (из-под крана, из лужи, из пруда). Определите характер запаха и его интенсивность по пятибалльной шкале.

### Качественная и количественная оценка воды

Балл	Интенсивность запаха	Качественная характеристика
0	Никакая	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабая	Запах, который обычно не обнаруживается потребителем, но обнаруживается в лаборатории опытным исследователем
2	Слабая	Запах, не привлекающий внимания потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание
3	Заметная	Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением
4	Отчетливая	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья
5	Очень сильная	Запах настолько сильный, что вода становится непригодной для питья

Обратите внимание, что чем выше оценка, тем хуже качество воды по признаку интенсивности запаха.

## 190. ДОЖДЕВАЯ ВОДА НЕ СОДЕРЖИТ СОЛЕЙ КАЛЬЦИЯ, А РОДНИКОВАЯ СОДЕРЖИТ

Свободной от солей кальция может быть только вода, которая не соприкасалась с известковыми породами. Это дождевая вода.

Если вы соберете немного дождевой воды в чистую банку и добавите к ней мыльный раствор, помутнения не произойдет.

Родниковая вода, в отличие от дождевой, соприкасаясь с горными породами, захватывает примеси, в том числе и соли кальция. Это можно установить испытанием с мыльным раствором. Подобный опыт вы можете проделать на даче, взяв для этого воду из колодца.

## 191. КАК ОТЛИЧИТЬ ЧИСТУЮ ВОДУ ОТ ГЯЗНОЙ

В походных условиях добавление перманганата калия (марганцовки) позволяет обезвредить от болезнетворных микробов воду из природных водоемов.

Наполните одну пробирку водопроводной водой, а вторую – водой из застоявшейся лужи. Добавьте в каждую пробирку по несколько капель раствора марганцовки. В водопроводной воде раствор стал розовым, а в воде из лужи обесцветился.

В теплую погоду в стоячей воде скапливаются продукты жизнедеятельности микроорганизмов (органические вещества), они и взаимодействуют с раствором перманганата калия, обесцвечивая его.

## 192. ВОДА И МАСЛО



Вода и масло плохо смешиваются друг с другом. Если в воду налить растительное масло, оно разливается на поверхности воды тонкой радужной пленкой.

Такая же пленка образуется при попадании машинного масла в водоем, она закрывает доступ воздуха всем водным обитателям, существенно уменьшает проникновение солнечных лучей к водным растениям, а, значит, ухудшает жизнь всего водоема. Поэтому нельзя мыть автомашины и канистры на берегах водоемов.

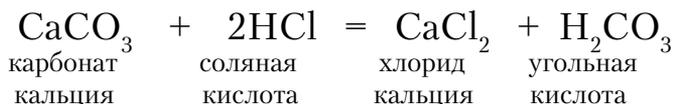
## 193. КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Вы уже знаете, что углекислый газ с водой образует раствор слабой угольной кислоты. Выделяющийся при работе автотранспорта и сжигании топлива сернистый газ  $\text{SO}_2$  образует при взаимодействии с водой уже более сильную сернистую кислоту  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Оксиды азота из выхлопных газов автомобилей и труб предприятий могут образовывать азотистую  $\text{HNO}_2$  и азотную  $\text{HNO}_3$  кислоты. Хлороводород  $\text{HCl}$  образует соляную кислоту.

Над крупными промышленными городами в атмосфере скапливается множество загрязнителей, которые, растворяясь в воде, выпадают в виде кислотных дождей. Их среда может быть очень кислой (от 2–3 до 5 на шкале pH).

В пробирку поместите несколько мелких кусочков мрамора, прилейте не более 1/4 пробирки раствора соляной кислоты и закройте пробкой с газоотводной трубкой. Пробирку укрепите наклонно в штативе. Длинный конец газоотводной трубки поместите в пробирку с известковой водой.

Известковая вода быстро мутнеет, значит, выделяется углекислый газ:



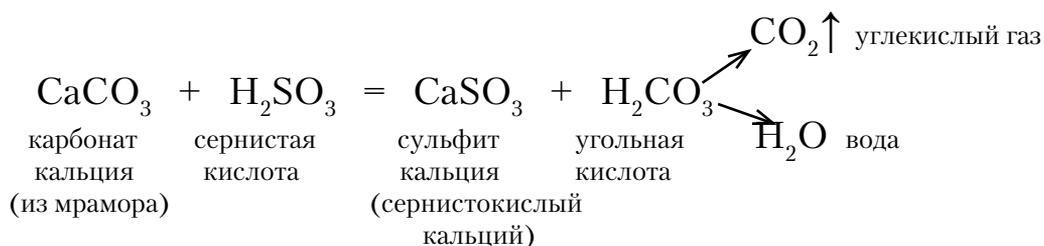
## 194. ПОЧЕМУ МРАМОР СТАТУЙ ТЕРЯЕТ КРАСОТУ?

Наверное, теперь вы поняли, почему мраморные статуи в Летнем саду Санкт-Петербурга покрылись некрасивой, рыхлой массой и их заменяют копиями из устойчивых материалов.

Дело, конечно, в кислотных дождях, которые образуются при взаимодействии воды с выбросами автотранспорта, котельных и предприятий. Кислоты «разъедают» мрамор, то есть разрушают его структуру, образуя на поверхности прежде прекрасных белоснежных фигур безобразную массу получившихся солей.

Так, сернистый газ  $\text{SO}_2$  при взаимодействии с водой образует сернистую кислоту  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Эта кислота достаточно сильная и взаимодействует с карбонатом кальция в мраморе. Выделяющийся углекислый газ создает пористую корку солей на поверхности статуй.

Химическими уравнениями это выражается так:



# Часть 5

## Еще несколько опытов с дрожжами, плесенями, бактериями

Дрожжи – не вещества, а живые существа, относящиеся к особой группе – царству грибов. Еще есть царства растений, животных, бактерий. Но в процессе жизнедеятельности каждого живого существа происходят миллионы миллионов химических реакций. Некоторые из них можно наблюдать. Но в процессе наблюдений мы видим только итоговый результат. Все процессы в живых организмах происходят через множество промежуточных стадий, в них участвуют очень сложные вещества.

Споры дрожжей (это мельчайшие клетки, покрытые плотной оболочкой) всегда находятся в воздухе. Из воздуха они попадают в пищевые продукты, в которых содержится сахар, и вызывают их брожение.

### 195. УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ИЗ ДРОЖЖЕЙ

Возьмите небольшой кусочек дрожжей (лучше свежих), положите его в пробирку, наполовину заполненную сладкой водой.

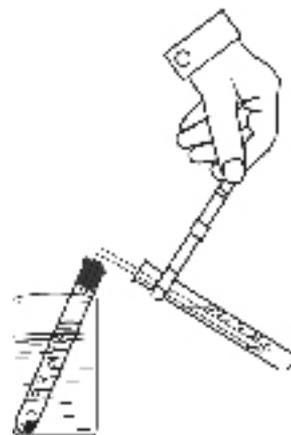
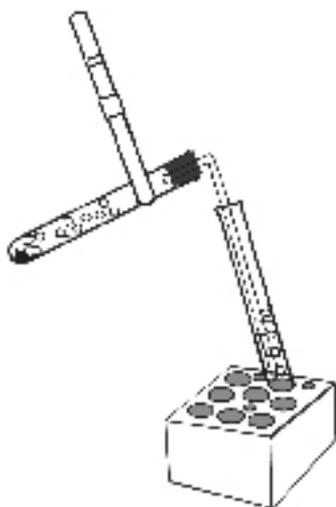
Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, свободный конец которой опустите в другую пробирку – с известковой водой. Через некоторое время (через 5–7 минут) наблюдайте вспенивание жидкости в пробирке с дрожжами и помутнение известковой воды. Следовательно, происходит выделение углекислого газа.

Дрожжи – это микроскопические грибы, и углекислый газ – продукт их жизнедеятельности. Сахар (сладкая вода) является для них питательной средой.

При окислении сахара, как органического вещества – выделяется углекислый газ.

### 196. ДРОЖЖИ В РАБОТЕ

Можно наблюдать брожение, если в пробирке с водой растворить немного меда, добавить туда дрожжи (кусочек дрожжей с 1/2 горошины) и поставить пробирку в теплое место. Через некоторое время медовая вода начнет пениться.



Закроем пробирку с пенящейся медовой водой пробкой с газоотводной трубкой. Трубочку опустите в пробирку с водой. Будет видно, как в воде появляются пузырьки газа. И чем больше этих пузырьков, тем энергичнее работают дрожжевые грибки, которые выделяют газ из медовой воды.

### **197. ИССЛЕДУЕМ ГАЗ ИЗ МЕДОВОЙ ВОДЫ ХИМИЧЕСКИ**

Как настоящие химики, вы не довольствуетесь тем, что наблюдаете, как выделяются пузырьки газа из медовой воды. Вам нужно знать, что это за газ? Для этого погрузите отводную трубочку не в обыкновенную воду, а в известковую. Вода мутнеет, значит, при брожении медовой воды выделяется углекислый газ.

### **198. КАК ДРОЖЖИ ВЕДУТ СЕБЯ НА ХОЛОДЕ И ПРИ НАГРЕВАНИИ?**

Дрожжевые грибы активно работают, если они находятся в тепле. Интересно проверить, как будут они вести себя на холоде. Поставьте две пробирки с раствором мёда и дрожжами на день в холодильник. Вы увидите, что пена совсем не появляется, газ не выделяется и спирт не образуется. Медовая вода длительное время остается сладкой. При низкой температуре грибы «не работают», брожение не происходит, и поэтому фруктовые соки следует хранить в холодильнике.

Можно подумать, что чем больше тепла, тем лучше развиваются дрожжи. Проверим, так ли это.

Пробирку с медовой водой закройте пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревайте жидкость до кипения, но так, чтобы вода не вытекала через трубочку. Если теперь пробирку с нагретой медовой водой поместить в стакан с теплой водой, пузырьки не будут выделяться. Деятельность грибов прекратилась. Живые организмы грибов не выдерживают высокой температуры.

Если пробирку из холодильника (вспомните предыдущий опыт!) поместить в тепло, то в ней снова начнется брожение. Значит, холодом можно приостановить деятельность грибов. Кипячение же их убивает. Чтобы возобновить брожение, придется в медовую воду внести живые дрожжевые клетки.

### **199. ТАЙНА СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Если фрукты портятся, значит поселившиеся в них бактерии и грибы вызывают брожение, гниение и разрушение. Если микроорганизмы убить получасовым нагреванием фрукта на водяной бане и далее предотвратить их попадание, плотно закрыв сосуд с фруктами крышкой, то фрукты можно потом хранить годами.

Этот метод так называемой стерилизации применяют при заготовке консервированных компотов из свежей сливы, яблок,



персиков и т.п.

Если простерилизовать (нагреть) в пробирке с водой несколько вишен и затем оставить их стоять, плотно закрыв пробирку чистой пробкой или даже оставив ее открытой, ягоды сохраняются гораздо дольше, чем другие, одновременно купленные, но не обработанные таким образом.

### **200. ГРИБЫ И БАКТЕРИИ ВОКРУГ НАС**

К сожалению, невозможно увидеть дрожжи невооруженным глазом, они видны только под микроскопом. Очень много всяких микроорганизмов находится в воздухе, и, попадая на наши продукты, портят их.

Проверьте это на опыте. Положите в чашку, в которой содержится 1 см по высоте воды, кусочек хлеба, вишню, кусочек лимона. Закройте чашку стеклом. А спустя неделю проверьте, что получилось. Вы увидите разнообразные окрашенные зеленоватые, серые, белые плесневые колонии.

Плесневые грибы, дрожжи и бактерии гниения присутствуют практически всюду. Поэтому продукты надо хранить в холодильнике или специальной посуде.



## Заключение

**ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!**

**ВЫ, ВОЗМОЖНО, УЖЕ ВЫПОЛНИЛИ БОЛЬШИНСТВО ОПЫТОВ ИЗ НАШЕЙ КНИГИ, УЗНАЛИ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ, КОТОРЫЕ ВАС ОКРУЖАЮТ, И ПРОДУКТОВ, КОТОРЫЕ ВЫ ИСПОЛЬЗУЕТЕ В ПИЩУ; ПРОДЕЛАЛИ РЯД ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ СВОИХ ДРУЗЕЙ И НАПИСАЛИ ИМ ПИСЬМА НЕВИДИМЫМИ ЧЕРНИЛАМИ.**

**ЕСЛИ ВЫ СДЕЛАЛИ ВСЕ 200 ОПЫТОВ В ВАШЕЙ ДОМАШНЕЙ ЛАБОРАТОРИИ ИЛИ В ШКОЛЬНОМ КАБИНЕТЕ, ТО ВЫ ИССЛЕДОВАЛИ И ПОЛУЧИЛИ В ХОДЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ БОЛЕЕ 70 РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ. ДАВАЙТЕ НАЗОВЕМ ИХ И НАПИШЕМ ИХ ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ.**

### НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Простые вещества: С (уголь),  $O_2$  (кислород), Fe (железо),  $I_2$  (йод),  $H_2$  (водород).

Сложные вещества:

- Оксиды:  $H_2O$  (вода),  $CO_2$  (углекислый газ), CO (угарный газ), CuO (оксид меди), FeO и  $Fe_2O_3$  (оксиды железа),  $MnO_2$  (диоксид марганца), близок к ним  $H_2O_2$  (пероксид водорода).
- Кислоты: HCl (соляная),  $H_2CO_3$  (угольная),  $H_2SiO_3$  (кремниевая),  $H_2SO_3$  (сернистая).
- Гидроксиды, или основания: NaOH (едкий натр),  $Ca(OH)_2$  (гидроксид кальция),  $Cu(OH)_2$  (гидроксид меди); здесь же вспомним  $NH_3 \cdot H_2O$  (гидрат аммиака, или нашатырный спирт).
- Соли:
  - Хлориды: NaCl (поваренная соль),  $CaCl_2$  (хлорид кальция),  $FeCl_2$  и  $FeCl_3$  (хлориды железа),  $NH_4Cl$  (хлорид аммония),  $CuCl_2$  (хлорид меди).
  - Сульфаты:  $CuSO_4$  и  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (сульфат меди, или медный купорос),  $CaSO_4$  (сульфат кальция, гипс).
  - Карбонаты:  $Na_2CO_3$  (карбонат натрия),  $NaHCO_3$  (гидрокарбонат натрия),  $CaCO_3$  (карбонат кальция),  $(CuOH)_2CO_3$  (гидроксикарбонат меди, или малахит).
  - Перманганаты:  $KMnO_4$  (перманганат калия).
  - Силикаты:  $Na_2SiO_3$  (силикат натрия).
- Водородные соединения:  $NH_3$  (аммиак), HCl (хлороводород).
- Сплавы: стали.

## **ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ СМЕСИ**

- Углеводороды:  $\text{CH}_4$  (метан), парафин, бензин, керосин, нефть.
- Спирты:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (винный спирт), глицерин.
- Кислоты органические: лимонная,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (уксусная), яблочная, щавелевая, муравьиная, винная, молочная, аскорбиновая (витамин С).
- Углеводы: глюкоза, сахароза, лактоза, крахмал, целлюлоза.
- Белки: альбумин, казеин, желатин, каталаза.
- Жиры: растительные масла, животный жир.
- Мыла: стеарат натрия.
- Фенольные соединения: танин.
- Индикаторы: универсальный индикатор, лакмус, метилоранж, фенолфталеин, антоциан.

В мире сейчас открыто более 40 миллионов неорганических и около 20 миллионов органических веществ. Мир веществ очень разнообразен и интересен, хотя все вещества построены всего из ста с небольшим химических элементов. Чтобы познавать этот мир, необходимы знания по всем естественным наукам – химии, физике, биологии, экологии и математике.

Если вас заинтересовали опыты, советуем прочесть книги, названия которых приведены в следующем, последнем разделе нашей книги.

**ЖЕЛАЕМ ВАМ НОВЫХ ОТКРЫТИЙ  
И ПУТЕШЕСТВИЙ В МИРЕ ВЕЩЕСТВ!**



## **Литература о занимательных опытах с веществами**

1. Ван Клив Дж. 200 экспериментов / Пер. с англ. – М.: «Джон Уайми энд Санз», 1995. – 256 с.
2. Дыбина О.В., Рахманова Н.Г., Щетинина В.В. Неизвестное рядом: Занимательные опыты и эксперименты для дошкольников.– М.: ГЦ «Сфера», 2001. – 192 с.
3. Идом Х., Баттерфилд М., Хеддл Р., Ануин М. Домашняя лаборатория. Опыты с воздухом, растениями, на кухне/. Пер. с англ./ М.: «Махаон», 1998. – 74 с.
4. Идом Х., Вудворд К. Домашняя лаборатория. Опыты с водой, магнитами, светом и зеркалами/. Пер. с англ./М.: «Махаон», 1999. – 74 с.
5. Опыты в домашней лаборатории. – М. Наука. Гл. ред. физ.–мат. литературы, (Библиотека «Квант». Вып. 4), 1980. – 144 с.
6. Робинсон Р. Лаборатория в гостиной. М.: «РОСМЭН», 1999. – 95 с.
7. Робинсон Р. Лаборатория в ванной. М.: «РОСМЭН», 1999. – 95 с.
8. Храпковский А.И. Занимательные очерки по химии.– Л.: Детская литература, 1958. – 102 с.
9. Шкурко Д.И. Забавная химия. Занимательные, безопасные и простые химические опыты. Л.: Дет. литература, 1976. – 64 с.
10. Юный химик. Руководство по применению набора. Рижский завод «Реагент», 1968. – 128 с.

