

А. ХРАПКОВСКИЙ

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ

ОЧЕРКИ  
ПО  
ХИМИИ

ДЕТГИЗ 1958

*В помощь самодеятельности пионеров и школьников*

**А. ХРАПКОВСКИЙ**

**ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ  
ОЧЕРКИ  
ПО  
ХИМИИ**

***ОФОРМЛЕНИЕ Б. ПЯТУНИНА***

*Государственное Издательство Детской Литературы  
Министерства Просвещения РСФСР  
Ленинград 1958*

Откуда произошли названия химических элементов? Как распространены элементы в природе и в нашем быту? Какое применение в жизни находят простые и сложные вещества? Много вопросов встает перед каждым из вас, кто в школе изучает химию. И книга А. Храпковского «Занимательные очерки по химии» познакомит вас с различными разделами этой науки. Немало интересного узнаете вы о различных свойствах химических веществ, использовании кислот, щелочей и солей в нашем обиходе, технологии различных производств и еще о многом другом, что поможет расширить школьный материал по химии.



## НАЗВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Автор одной книги по астрономии рассказывает, что ему не раз приходилось слышать на докладах от своих слушателей недоуменные вопросы, касающиеся названий небесных тел. «Мы допускаем, — говорили ему, — что можно измерить и узнать размеры, расстояния и температуру небесных тел. Но как, — спрашивали у него, — скажите, как узнали названия небесных тел?»

Не знаем, задаются ли подобные вопросы по поводу названий химических элементов, но на такие вопросы мы могли бы ответить вместе с упомянутым автором, что их узнали так же, как родители узнают имена своих детей. Эти имена дают сами родители!

Ученый, открывший новый элемент, дает ему название. Чем же он руководствуется, выбирая его?



В начале XIX века наш Урал являлся богатейшим в мире месторождением платиновых металлов. Россия оказалась наиболее крупным поставщиком платины на мировой рынок. Русское правительство было заинтересовано в исследованиях платиновых руд. Металл необходим был для чеканки монет. И вот русские ученые взялись за работу.

В 1840 году к исследованию платиновых руд и металлов приступил профессор Казанского университета К. К. Клаус. В результате кропотливых и тщательных работ он извлек новый, до сих пор не известный,

элемент группы платиновых металлов. Ученый назвал его в честь своей Родины рутением от латинского слова *Ruthenia* — «Россия».

Академик А. Е. Арбузов так оценивает научный подвиг Клауса: «Чтобы открыть во времена Клауса новый элемент платиновой группы — рутений, — надо было обладать чрезвычайной наблюдательностью, трудолюбием, настойчивостью и тонким экспериментальным искусством. Всеми этими качествами в высокой степени обладал Клаус, один из первых блестящих представителей химической науки тогда еще молодого Казанского университета».

Элемент рутений связан с Россией вдвойне: он не только открыт русским ученым, но извлечен из руды, найденной в России.

Патриотическому примеру К. К. Клауса, назвавшего открытый им элемент в честь своей Родины, последовали и другие ученые. Элементы галлий, скандий, германий, по примеру рутения, также получили имена родины — Франции (старинное название — Галлия), Скандинавии, Германии.

## ПО ИМЕНИ РУССКОГО ГОРНОГО ИНЖЕНЕРА

Из всех известных в настоящее время элементов только пять носят имена крупных ученых химиков. Это гадолиний (финский химик Гадолин); кюрий (Мария Складовская-Кюри, открывшая элементы радий и полоний); эйнштейний (выдающийся ученый Альберт Эйнштейн); фермий (итальянский ученый Энрико Ферми); менделеевий (гениальный русский химик Д. И. Менделеев).

Но есть один элемент — самарий, — название которого связано с именем горного инженера и крупного административного деятеля в Горном ведомстве на Урале. Происхождение этого названия следующее.


В тридцатых годах прошлого века одна из русских горных экспедиций нашла на Урале новый, дотоле не известный минерал. Было предложено назвать его самар-

скитом в честь горного инженера Самарского, занимавшего тогда крупную административную должность на Урале (он был начальником штаба горных инженеров). Но вот в 1879 году французский химик Лекок де Буабодран открыл в уральском минерале самарските новый химический элемент, который вошел в менделеевскую таблицу под именем самария (по названию минерала). Инженер Самарский, вероятно, и не подозревал, что его имя будет увековечено в химии.



Название элементу обычно дает ученый, впервые открывший этот элемент и изучивший его свойства. На этот раз имя было предложено сыном ученого. Речь идет об элементе неоне, открытом английским химиком В. Рамзаем.

Вот что пишет Рамзай о происхождении названия этого элемента: «Когда мы в первый раз рассматривали его спектр, при этом находился и мой двенадцатилетний сын. «Отец,— сказал он,— как называется этот красивый газ?» — «Это еще не решено», — ответил я. — «Что он, новый?» — полюбопытствовал он. — «Новооткрытый», — возразил я. — «Почему бы в таком случае не назвать его повит?» — «Это не идет, потому что повит не греческое слово; мы назовем его неоном, по-гречески значит: „новый“». Любопытный эпизод из истории химии!



**ПРОИСХОЖДЕНИЕ  
СЛОВА „АЗОТ“**

Обычно название этого элемента производят от греческого слова, означающего: «не поддерживающий жизнь». Академик Прянишников в своем труде «Азот в жизни растений» дает другое объяснение. Он указывает, что слово «азот» существовало еще у алхимиков и составлено искусственно из первых и последних букв всех алфавитов, на которых в то время писали научные произведения: латинского, греческого и еврейского. «Альфа» — первая буква во всех этих алфавитах, «зет» — последняя буква латинского алфавита, «омега» — греческого и «тов» — еврейского. В этом смысле «азот» у алхимиков обозначал «начало всех начал».



**КАДМИЙ И ЦИНК**

Кадмий был обнаружен в 1817 году в цинковых препаратах, продававшихся в аптеках. При исследовании этих препаратов выяснилось, что они дают некоторые реакции, не свойственные цинку. Так, например, в соединении с сероводородом получался желтый осадок, а цинк должен давать белый. Было предположено, что эти препараты содержат мышьяк, и в аптеках одного города они были даже конфискованы. Ведь известно, что соединения мышьяка ядовиты. Но затем было доказано, что эти реакции вызваны присутствием в цинковых препаратах какого-то неизвестного элемента, который и был выделен. Оказалось, что он всегда сопровождает цинк, и поэтому ему было дано название кадмия — от греческого слова «кадмейя» — «цинковая руда». Так по смысловому значению оба эти названия двух различных элементов — цинк и

кадмий — очень близки. Можно привести другие примеры, когда два элемента имеют сходные названия: молибден и свинец, платина и серебро.

Слово «молибден» происходит от греческого «молибдос» (molybdos), которое означает «свинец».

Название «платина» происходит от испанского platina, уменьшительное от слова plata — «серебро». Менделеев переводит его уменьшительным словом «серебрец». Некоторые авторы переводят пренебрежительным словом: «серебришко».



Существуют элементы, названия которых связаны с названиями минералов, например барий (элемент) — барит (минерал); фосфор (элемент) — фосфорит (минерал). Возникает вопрос: эти элементы получили свое название по соответствующим минералам или, наоборот, минералы названы по элементам? Бывает так и так. Вот пример элементов, названных по минералам, в которых они впервые найдены: барий — по минералу бариту, стронций — по стронцианиту, бериллий — по бериллу, цирконий — по циркону.

Ясно, что сами эти элементы стали известны позднее, чем соответствующие минералы.

А вот минералы, названные по элементам, которые в них преимущественно содержатся: фосфорит — по элементу фосфору, кальцит — по кальцию, вольфрамит — по вольфраму.

Значит, эти элементы были известны еще до того, как стали известны соответствующие им минералы.



Есть слово «радий» (название 88-го элемента периодической системы) и слово «радиоактивность». На первый взгляд может показаться, что слово «радий» появилось раньше и от него образовалось производное слово «радиоактивность». Оба слова происходят от одного и того же латинского слова *radius* — «луч». В действительности же слово «радий» произошло от слова «радиоактивность». Это означает присутствие некоторым химическим элементам свойство выделять энергию в виде особых лучей, причем это излучение сопровождается распадом радиоактивных веществ и превращением их в другие. А радий — это элемент, обладающий свойством радиоактивности.

Термин «радиоактивность» был введен М. Складовской-Кюри еще до того, как ею был открыт элемент, который она назвала радием.

Так название элемента радия произошло от слова «радиоактивность».

Заметим здесь, что слово «радио» и производные от него: «радиовещание», «радист» никакого отношения к названию элемента радия не имеют.



Мы познакомились с происхождением названий некоторых элементов. А само слово «элемент»? Каково его происхождение? Существует предположение, что слово «элемент», происходящее от латинского *elementum*, составлено из названий трех букв латинского алфавита L (эль), M (эм), N (эн) — *elementum*. Смысл этого названия: подоб-

но тому, как слова сложены из букв, все тела сложены из элементов.



# РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДЕ



Когда говорят о распространении элементов в природе, имеют в виду их содержание в твердой оболочке земного шара глубиной до 16 километров (это так называемая литосфера), в водной оболочке земного шара — морях, океанах, реках, озерах (гидросфера) и в воздушной оболочке высотой до 15 километров (атмосфера).

Для некоторых подсчетов нам полезно будет знать массы этих трех геосфер.

| Геосфера   | Масса в тоннах       | Масса в процентах |
|------------|----------------------|-------------------|
| Литосфера  | $19 \cdot 10^{18}$   | 93,06             |
| Гидросфера | $1,4 \cdot 10^{18}$  | 6,91              |
| Атмосфера  | $5 \cdot 10^{15}$    | 0,03              |
| Всего      | $20,4 \cdot 10^{18}$ | 100               |

Из гидросферы только ничтожная часть (около 0,003) падает на реки, озера, полярные льды. Остальное — это моря и океаны.

## АЗОТ, ХЛОР И ТИТАН

Вот названия трех элементов: «азот», «хлор», «титан». Названия первых двух элементов достаточно известны. Они знакомы нам уже с первых шагов изучения химии. Мы знаем, что азот встречается повсюду вокруг нас в атмосфере, входит в состав азотной кислоты и ее солей. Многие знаем мы и о хлоре: он входит в состав такого обыкновенного вещества, как поваренная соль (хлористый натрий). Что же касается титана, то о нем знают мало и название этого элемента далеко не так известно.

В школьном курсе химии его даже не изучают. Можно ли отсюда сделать вывод, что азот и хлор являются весьма распространенными в природе элементами, а титан — мало распространенным? Нет. Посмотрите таблицу распространения элементов. Вы увидите, что азота содержится в природе 0,04%, хлора — 0,20%, а титана — 0,61%, то есть раза в три больше, чем азота и хлора, вместе взятых. Таких примеров, когда популярность элемента не соответствует его распространенности в природе, весьма много.

РЕДКО В ОБИХОДЕ,  
НЕРЕДКО В ПРИРОДЕ

В химической промышленности известен ряд металлов, которые называются редкими, — ванадий, цирконий и другие. А такие металлы, как олово, свинец, медь, большинству читателей хорошо знакомы. Представим же себе, что из земной коры извлекли весь ванадий, цирконий, всю медь, олово, свинец. Оказалось бы, что «редкого» циркония получилось больше, чем олова или свинца, а ванадия получили бы больше, чем олова, свинца и меди, вместе взятых.

Оказывается, наши привычные представления о распространенности элементов могут быть ошибочными. В действительности олово, свинец и медь являются более редкими в природе, чем ванадий и цирконий. Дело в том, что эти элементы хоть и встречаются редко в природе, но способны в отдельных местах образовать скопления (месторождения). В таких месторождениях они доступны для массовой добычи и широко распространяются в нашем обиходе. Таковы медь, свинец, олово. Другие же элементы рассеяны и значительных месторождений не образуют. Добыча их затрудняется, и практически эти элементы становятся редкими. Таковы именно ванадий, цирконий, титан и другие.

Еще пример. Ртуть в месторождениях сосредоточено всего лишь 0,02%. Около 99,98% атомов ртути находится в состоянии крайнего рассеяния, по преимуществу в горных породах, где содержание ее измеряется миллионными долями процента.

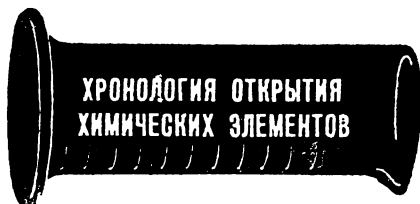
## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДЕ

Начинающие химики обычно полагают, что если элемент стал известен лишь в более позднее время, то это объясняется тем, что он менее распространен в природе, и потому обнаружить его было более трудно. Однако такое предположение нельзя считать правильным. Покажем это на примере открытия галогенов.

Галогены были получены в свободном виде в таком хронологическом порядке: вначале был получен хлор (в 1774 году), затем йод (в 1811 году), бром (в 1826 г.) и последним — фтор (в 1836 году, но открыт в 1810 г.).

Что касается распространенности этих элементов в природе, то они располагаются следующим образом: на первом месте стоит хлор (0,20%), затем идут фтор (0,08%), бром ( $1 \cdot 10^{-3}$ %) и, наконец, йод ( $1 \cdot 10^{-4}$ %). Таким образом, мы видим, что фтор, который получен в свободном состоянии последним из галогенов, значительно распространнее, чем бром и йод, которые были открыты

раньше его. В свою очередь йод был открыт раньше брома, хотя в природе он содержится в количестве в десять раз меньшем, чем бром.



В глубокой древности были известны лишь 10 элементов: углерод, сера, железо, медь, серебро, золото, олово, свинец, ртуть, сурьма. Некоторые ученые полагают, что тогда известен был также и цинк.

Все остальные элементы стали известны (за несколькими исключениями) в последние двести лет. Были открыты: в средние века — висмут, мышьяк; в XVII веке — фосфор; в XVIII веке — азот, бериллий, барий, водород, вольфрам, иттрий, кислород, кобальт, молибден, марганец, магний, никель, платина, стронций, титан, теллур, уран, хлор, цирконий; в первой половине XIX века: алюминий, бор, бром, ванадий, йод, иридий, калий, кальций, кадмий, кремний, лантан, литий, натрий, ниобий, осмий, палладий, рутений, родий, селен, тербий, торий, тантал, фтор, церий, эрбий; во второй половине XIX века: аргон, актиний, гадолиний, гольмий, гелий, германий, диспрозий, индий, криптон, ксенон, неон, неодим, празеодим, полоний, рубидий, радий, скандий, тулий, таллий; в первой половине XX века: гафний, европий, лютеций, протоактиний, радон, рений; на рубеже первой и второй половины XX века искусственно получены: америций, астатин, берклий, калифорний, кюрий, менделеевий (открыт в 1955 г.), нептуний, плутоний, прометий, технеций, фермий, франций, эйнштейний (открыт в 1952 г.).

Предлагается читателю сопоставить эти данные с таблицей распространения элементов и убедиться, что многие элементы, более распространенные в природе, стали известны значительно позже, чем элементы, менее распространенные,

Распространение элементов в природе

| № п/п | Название элемента | Весовые %/‰       | № п/п | Название элемента | Весовые %/‰         |
|-------|-------------------|-------------------|-------|-------------------|---------------------|
| 1     | Водород           | 1,00              | 33    | Мышьяк            | $5 \cdot 10^{-4}$   |
| 2     | Гелий             | $1 \cdot 10^{-6}$ | 34    | Селен             | $8 \cdot 10^{-5}$   |
| 3     | Литий             | $5 \cdot 10^{-3}$ | 35    | Бром              | $1 \cdot 10^{-3}$   |
| 4     | Бериллий          | $4 \cdot 10^{-4}$ | 36    | Криптон           | $2 \cdot 10^{-8}$   |
| 5     | Бор               | $5 \cdot 10^{-3}$ | 37    | Рубидий           | $8 \cdot 10^{-3}$   |
| 6     | Углерод           | 0,35              | 38    | Стронций          | 0,035               |
| 7     | Азот              | 0,04              | 39    | Иттрий            | $5 \cdot 10^{-3}$   |
| 8     | Кислород          | 49,13             | 40    | Цирконий          | 0,025               |
| 9     | Фтор              | 0,08              | 41    | Ниобий            | $3,2 \cdot 10^{-5}$ |
| 10    | Неон              | $5 \cdot 10^{-7}$ | 42    | Молибден          | $1 \cdot 10^{-3}$   |
| 11    | Натрий            | 2,40              | 43    | Технеций          | —                   |
| 12    | Магний            | 2,35              | 44    | Рутений           | $5 \cdot 10^{-6}$   |
| 13    | Алюминий          | 7,45              | 45    | Родий             | $1 \cdot 10^{-6}$   |
| 14    | Кремний           | 26,00             | 46    | Палладий          | $5 \cdot 10^{-6}$   |
| 15    | Фосфор            | 0,12              | 47    | Серебро           | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 16    | Сера              | 0,10              | 48    | Кадмий            | $5 \cdot 10^{-4}$   |
| 17    | Хлор              | 0,20              | 49    | Индий             | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 18    | Аргон             | $4 \cdot 10^{-4}$ | 50    | Олово             | $8 \cdot 10^{-3}$   |
| 19    | Калий             | 2,35              | 51    | Сурьма            | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| 20    | Кальций           | 3,25              | 52    | Теллур            | $1 \cdot 10^{-6}$   |
| 21    | Скандий           | $6 \cdot 10^{-4}$ | 53    | Йод               | $1 \cdot 10^{-4}$   |
| 22    | Титан             | 0,61              | 54    | Ксенон            | $3 \cdot 10^{-9}$   |
| 23    | Ванадий           | 0,02              | 55    | Цезий             | $1 \cdot 10^{-3}$   |
| 24    | Хром              | 0,03              | 56    | Барий             | 0,05                |
| 25    | Марганец          | 0,10              | 57    | Лантан            | $6,5 \cdot 10^{-4}$ |
| 26    | Железо            | 4,20              | 58    | Церий             | $2,9 \cdot 10^{-3}$ |
| 27    | Кобальт           | $3 \cdot 10^{-3}$ | 59    | Празеодим         | $4,5 \cdot 10^{-4}$ |
| 28    | Никель            | 0,02              | 60    | Неодим            | $1,7 \cdot 10^{-3}$ |
| 29    | Медь              | 0,01              | 61    | Прометий          | —                   |
| 30    | Цинк              | 0,02              | 62    | Самарий           | $7 \cdot 10^{-4}$   |
| 31    | Галлий            | $1 \cdot 10^{-4}$ | 63    | Европий           | $2 \cdot 10^{-5}$   |
| 32    | Германий          | $4 \cdot 10^{-4}$ | 64    | Гадолиний         | $7,5 \cdot 10^{-4}$ |

| № п/п | Название элемента | Весовые %/‰         | № п/п | Название элемента | Весовые %/‰         |
|-------|-------------------|---------------------|-------|-------------------|---------------------|
| 65    | Тербий            | $1 \cdot 10^{-4}$   | 79    | Золото            | $5 \cdot 10^{-7}$   |
| 66    | Диспрозий         | $7,5 \cdot 10^{-4}$ | 80    | Ртуть             | $5 \cdot 10^{-6}$   |
| 67    | Гольмий           | $1 \cdot 10^{-4}$   | 81    | Таллий            | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 68    | Эрбий             | $6,5 \cdot 10^{-4}$ | 82    | Свинец            | $1,6 \cdot 10^{-3}$ |
| 69    | Тулий             | $1 \cdot 10^{-4}$   | 83    | Висмут            | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| 70    | Иттербий          | $8 \cdot 10^{-4}$   | 84    | Полоний           | $5 \cdot 10^{-6}$   |
| 71    | Лютеций           | $1,7 \cdot 10^{-4}$ | 85    | Астатин           | —                   |
| 72    | Гафний            | $4 \cdot 10^{-4}$   | 86    | Радон             | 7                   |
| 73    | Тантал            | $2,4 \cdot 10^{-5}$ | 87    | Франций           | —                   |
| 74    | Вольфрам          | $7 \cdot 10^{-3}$   | 88    | Радий             | $2 \cdot 10^{-10}$  |
| 75    | Рений             | $1 \cdot 10^{-7}$   | 89    | Актиний           | ?                   |
| 76    | Осьмий            | $5 \cdot 10^{-6}$   | 90    | Торий             | $1 \cdot 10^{-3}$   |
| 77    | Иридий            | $1 \cdot 10^{-6}$   | 91    | Протоактиний      | $7 \cdot 10^{-11}$  |
| 78    | Платина           | $2 \cdot 10^{-5}$   | 92    | Уран              | $4 \cdot 10^{-4}$   |


**ТАБЛИЦЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ**

Первая, наиболее достоверная таблица распределения элементов в природе была составлена 65 лет назад. Было взято до 6000 наиболее надежных химических анализов различных горных пород. Эти анализы включали в себя данные о содержании в породах около пятидесяти наиболее распространенных химических элементов. Из анализов было вычислено среднее арифметическое для каждого элемента, и это среднее считали за среднее процентных содержаний элемента в природе.

В дальнейшем данные уточнялись и расширялись. Один из более поздних приемов вычисления распространенности элементов состоял в том, что приготовили смесь из 110 наиболее распространенных изверженных пород, образцы которых были взяты из различных участков зем-

ли, и эта смесь была проанализирована на обычные элементы.

Для вывода же содержания более редких элементов использовали материал, который накопился при проведении 1600 химических анализов горных пород, содержащих редкие элементы. Наиболее достоверной считается сейчас таблица распространения элементов, составленная 15 лет назад академиком А. Е. Ферсманом. Эта таблица и приведена выше.



Ознакомимся с таблицей состава морской воды

| Элемент | %     | Элемент | %      | Элемент | %                   | Элемент | %                   |
|---------|-------|---------|--------|---------|---------------------|---------|---------------------|
| О       | 85,82 | Ca      | 0,04   | Si      | 0,0001              | J       | $5 \cdot 10^{-6}$   |
| H       | 10,72 | K       | 0,037  | F       | 0,0001              | As      | $1,5 \cdot 10^{-6}$ |
| Cl      | 1,93  | Br      | 0,0066 | Rb      | $2 \cdot 10^{-5}$   | Cu      | $2 \cdot 10^{-6}$   |
| Na      | 1,06  | C       | 0,002  | Li      | $1,5 \cdot 10^{-5}$ | Cs      | $2 \cdot 10^{-7}$   |
| Mg      | 0,14  | Sr      | 0,001  | Zn      | $5 \cdot 10^{-5}$   | Ag      | $3 \cdot 10^{-8}$   |
| S       | 0,09  | B       | 0,0004 | P       | $6 \cdot 10^{-6}$   | Au      | $1 \cdot 10^{-9}$   |

Мы в этой таблице остановились на содержании в морской воде золота, но в ней содержится еще целый ряд и других химических элементов. Рассчитаем, сколько же золота содержится в воде морей и океанов. Общий вес



гидросферы составляет  $1,4 \cdot 10^{18}$  тонн. Содержание в ней золота равно:

$$\frac{1,4 \cdot 10^{18} \cdot 10^{-9}}{100} = 1,4 \cdot 10^7 = 14\,000\,000 \text{ тонн.}$$

Четырнадцать миллионов тонн!

Однако, несмотря на такое колоссальное количество золота, добывать его из морской воды невыгодно.

Еще 50 лет назад делались попытки извлекать золото из морской воды. Было найдено, что некоторые вещества поглощают находящиеся в морской воде частицы золота. Такими свойствами, например, обладают особым образом обработанные шлаки доменных печей. Но эти опыты успеха не имели. Они потерпели полную неудачу, не окупив даже и самой малой доли средств, затраченных на эти попытки.



Ознакомимся с таблицей состава атмосферы

*Состав земной атмосферы*

|                          | Объем в процентах<br>сухого воздуха у по-<br>верхности Земли | Вес в единицах,<br>равных 100 млн. тонн |
|--------------------------|--|---|
| Вся атмосфера . . . . .  | —  | 50 293 000                              |
| Сухой воздух . . . . .   | 100,00   | 50 162 360                              |
| Азот . . . . .           | 78,03  | 38 111 360                              |
| Кислород . . . . .       | 20,99  | 11 418 030                              |
| Аргон . . . . .          | 0,9323   | 609 040                                 |
| Водяные пары . . . . .   | —  | 130 490                                 |
| Углекислый газ . . . . . | 0,03   | 21 316                                  |
| Водород . . . . .        | 0,00005  | 1270                                    |
| Неон . . . . .           | 0,0018   | 678                                     |
| Криптон . . . . .        | 0,0001   | 126                                     |
| Гелий . . . . .          | 0,0005   | 79                                      |
| Озон . . . . .           | 0,00006  | 29                                      |
| Ксенон . . . . .         | 0,000009   | 17                                      |

В атмосфере содержится еще радон (Rn), но содержание его ничтожно ( $6 \cdot 10^{-18}\%$ ) и в расчет всего состава не входит.

Очень редкой составной частью атмосферы является, как видим, ксенон. Однако абсолютное его содержание в атмосфере огромно. Для того, чтобы представить себе это количество, приводят следующий подсчет. Если допустить, что весь ксенон из атмосферы погружен в вагоны железной дороги, то для этого потребовался бы поезд длиной в 80 земных экваторов. При скорости в 30 км/час такой поезд должен был бы идти мимо нас двенадцать лет.

## РАДОН - В АТМОСФЕРЕ

В предыдущем очерке мы привели любопытный расчет для «транспорта», который бы потребовался для перевозки содержащегося в атмосфере газа ксенона. Сделаем подобный расчет для радона. По имеющимся данным содержание радона в атмосфере равно  $6 \cdot 10^{-18}\%$  по объему. Вычислим общее количество радона в атмосфере. Масса атмосферы равна  $5 \cdot 10^{15}$  тонн, т. е.  $5 \cdot 10^{15} \cdot 10^3 \cdot 10^3$  г. Так как 1 литр воздуха весит 1,29 г, то объем атмосферы равен:

$$\frac{5 \cdot 10^{15} \cdot 10^3 \cdot 10^3}{1,29} \cdot$$

Содержание радона в ней равно:

$$\frac{5 \cdot 10^{15} \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-18}}{1,29 \cdot 100} = 230 \text{ литров,}$$

то есть весь радон можно было бы поместить в добротном хозяйственном сундуке!

Каков же вес всего радона? Плотность радона равна  $9,37 \text{ кг/м}^3$ . Следовательно, общий вес радона равен  $0,230 \cdot 9,37 = 2,16 \text{ кг}$ ; весь радон, содержащийся в необъятной атмосфере, будет не тяжелее портфеля, набитого книжками!

Сравните эти данные с массой и весом редкого газа ксенона.



В таблице распространения элементов мы находим сведения только о 88 элементах. Почему же в этой таблице отсутствуют данные об остальных 13 элементах? Оказывается, эти элементы в земной коре вовсе не встречаются. Они получают искусственно и могут находиться только в лабораториях химиков.

Это: 43 — технеций (Tc), 61 — прометий (Pm), 85 — аstatин (At), 87 — франций (Fr) и восемь заурановых элементов: 93 — нептуний (Np), 94 — плутоний (Pu), 95 — америций (Am), 96 — кюрий (Cm), 97 — беркелий (Bk), 98 — калифорний (Cf), 99 — эйнштейний (E), 100 — фермий (Fm) и 101 — менделеевий (Mv).

То, что эти элементы в природе отсутствуют, объясняется тем, что продолжительность их «жизни» невелика. Так, например, даже наиболее устойчивый изотоп 87-го элемента франция с атомным весом 223 живет недолго; половина его наличных ядер распадается за 21 минуту. Ясно, что франций не может в заметных количествах накапливаться в земной коре. Впрочем, в отношении плутония-239 предполагается, что он может накапливаться в незначительных количествах в земной коре, особенно в урановых рудах. Полагают, что его там содержится около 0,01 миллиграмма на 100 000 тысяч тонн руды. Конечно, такое содержание слишком мало, чтобы обнаружить этот элемент в природе.

■



Из всех элементов, существующих в природе и полученных искусственно, только незначительное количество входит в предметы нашего обихода. В мебели, одежде, столовой и кухонной утвари, хозяйственных принадлежностях найдутся около 15—20 различных элементов. Некоторые из них содержатся в сравнительно больших количествах — до нескольких килограммов, другие — в очень маленьких количествах — меньше одного грамма; причем содержание элементов в предметах нашего обихода не всегда соответствует их распространению в природе.



Значительное количество элемента натрия мы найдем в стекле и стеклянных изделиях. Оконное стекло и обычные стеклянные изделия в химическом отношении являются силикатами натрия и кальция. Состав стекла может быть выражен следующей формулой:

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ . Это «теоретическая» формула.

Практически состав стекла отличается от нее, так как в стекле содержатся еще различные примеси (окиси магния, алюминия, железа и другие). Обычно принимают следующий состав оконного стекла:

$\text{Na}_2\text{O}$  — 15%,  $\text{CaO}$  — 10%,  $\text{SiO}_2$  — 75%. Остальные примеси в расчет не берут, так как содержание их незначительно.

Расчет по этому составу показывает, что в стекле содержится около 9,6% элемента натрия. Обычный чайный стакан, который весит около 200 граммов, содержит около 20 граммов элемента натрия.

Как попадает натрий в стекло? Обычное стекло получают путем сплавления известняка ( $\text{CaCO}_3$ ), кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) и соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Натрий, который содержится в соде, и попадает в стекло.

Более ценные стеклянные изделия, так называемые хрустальные, содержат значительно меньше натрия, а иногда практически вовсе его не имеют (в них вместо натрия — калий).

Окрашенные в разные цвета стеклянные изделия, например вазы, рюмки, графины, имеют почти такой же состав, как и обыкновенные изделия, но отличаются от них содержанием примесей, вызывающих окраску. Так, например, синие стекла получаются от окиси кобальта ( $\text{CoO}$ ), зелено-желтые — от окиси хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), синезеленые стекла — от окиси меди ( $\text{CuO}$ ) и т. д.



Калий очень родственен натрию, и по распространенности в природе он занимает седьмое место, вслед за натрием, занимающим шестое место. По-видимому, и в предметах нашего обихода он займет место также вслед за натрием. В отличие от натрия, который в значительном количестве содержится в оконном стекле и в обыкновен-

ных стеклянных изделиях, калий содержится лишь в хрустальном стекле.

Попадает он в хрусталь с поташом ( $K_2CO_3$ ), который идет на его изготовление. Смесь (шихта), идущая на варку хрусталя, отличается от смеси, идущей на варку обыкновенного стекла, главным образом тем, что вместо соды берется поташ. Калия в хрустале содержится около 10%, примерно столько же, сколько натрия в обычном стекле.

Некоторое количество калия можно найти в фарфоровой посуде, в которой натрия почти нет, а в более простой посуде — фаянсовой — содержится, наоборот, больше натрия.

В состав шихты для фаянса и фарфора входят следующие материалы: каолин, глина, кварц, полевой шпат. Вместе с полевым шпатом калий и попадает в фарфоровую посуду в количестве примерно 3%. Фаянсовые изделия (тарелки, чашки, чайники) содержат мало калия.

Одна фарфоровая чашка, которая весит приблизительно 500 граммов, содержит около 15 граммов элемента калия.

Если у вас имеется «каменный» письменный прибор розового цвета, то он, вероятно, сделан из минерала ортоклаза, и в нем можно найти 14—15% элемента калия.

«Окошко» в керосинках, изоляторы в электроприборах (например, чайниках) делаются из слюды — минерала, содержащего калий.



Основная масса элемента кальция находится в стеклянной посуде. Здесь его около 7%.

В чайном стакане весом в 200 граммов — около 13 граммов элемента кальция.

В других предметах домашнего обихода кальций содержится в виде углекислого кальция ( $CaCO_3$ ) и в виде серноокислого кальция ( $CaSO_4$ ). В мрам-

морных письменных приборах, мраморных подставках кальция содержится в количестве около 40%.

Такой же состав имеет зубной порошок (это чистый углекислый кальций), зубная паста (основная масса ее — также углекислый кальций). Кальций есть и в оконной замаске. Это ведь мел ( $\text{CaCO}_3$ ), растертый с олифой.

Гипсовые фигуры имеют состав  $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ . В них содержится около 24% кальция.



В природе алюминий по распространенности занимает первое место среди металлов. По-видимому, такое же место он займет и в предметах нашего обихода.

Прежде всего вспомним алюминиевую посуду — кастрюли, тазы, ложки, вилки и другие предметы. Это почти чистый (100%) алюминий. Здесь он находится в свободном состоянии.

Немного алюминия — около 5% — содержится в нашей медной разменной монете. В каждой медной копейке содержится  $\frac{1}{20}$  грамма алюминия (остальное — медь).

Заметное количество его содержится в обычной бумаге. Он попадает туда с каолином и серноокислым алюминием, которые добавляют в бумажную массу для плотности.

Алюминий, так прочно проникший в предметы нашего обихода, еще сравнительно недавно был редким элементом. Сохранилась запись лекции, читанной Д. И. Менделеевым в 1890 году, в которой он говорил следующее:

«Чтобы вам показать достоинства этого металла, скажу следующее. . . одни из первых вылитых ножей и вилок у меня применяются ежедневно на столе и имеют такой же вид, как те, которые хранятся здесь в лаборатории в коллекции».

Из этого можно заключить, что в 90-х годах прошлого века алюминиевая посуда была редкостью.



Элемент кремний (Si) является одним из самых распространенных в природе. Он занимает второе место после кислорода.

В предметах нашего обихода кремний тоже оказывается одним из самых распространенных элементов. В одном только стекле содержится около 35% кремния. Есть он и в фарфорово-фаянсовых изделиях.



Обратите внимание на электрические провода. Они изготавливаются из очень хорошей, почти чистой меди. Можно легко подсчитать, сколько меди содержится в электрических проводах, не взвешивая их. Для этого нужно только измерить (можно на глаз) их длину и затем воспользоваться готовыми данными, имеющимися в специальных таблицах. В них указывается, сколько весит один погонный метр провода данного сечения. Например, один погонный метр обычного провода весит семь граммов.

В других домашних предметах медь содержится в виде сплавов различного цвета — золотистого, желтого, серебристого. Посмотрите, какого цвета металлические ручки на дверях. Если желтого цвета, — значит, они сделаны из латуни. А латунь — это сплав меди с цинком. В этом сплаве содержится около 60% меди. Определите на глаз объем этих ручек и учтите, что удельный вес латуни 8,5. Тогда узнаете, сколько меди содержится в этих изделиях.



Вот перед вами лампа на красивой металлической подставке. Подставка тяжелая, золотистого цвета. Это бронза — сплав меди с оловом. Из этого же сплава могут быть изготовлены статуэтки, люстры, разные украшения на мебели и многое другое.

Медь может содержаться и в столовых ложках, вилках, ножах. Если эти предметы серебристого цвета, но не серебряные, то они, по всей вероятности, изготовлены из сплава меди с никелем, который называется мельхиором. Он содержит 65% меди. Все эти изделия можно взвесить и таким образом легко определить, сколько приблизительно меди содержится в предметах нашего обихода.

Есть в нашем обиходе еще один предмет из меди, количество которого мы можем определить с большой точностью, даже не взвешивая его. Это наша разменная медная монета. Каждая копейка весит 1 грамм. 10 рублей медными деньгами весят 1 килограмм. Стоит только подсчитать, сколько у нас медных денег, и мы уже будем знать их вес.

Этим пользуются на практике кассиры. Принимая большие количества медной «мелочи», они не подсчитывают ее, что было бы очень кропотливо, а взвешивают и сразу определяют, сколько они приняли денег. Например, если монеты весят 1 килограмм 255 граммов, то денег там на 12 рублей 55 копеек.

Медные монеты чеканят из сплава, содержащего 95% меди. Следовательно, в рубле медных денег содержится 95 граммов металла меди (остальное — алюминий).



## ЦИНК Zn

Применение цинка в нашем обиходе сравнительно ограничено. Цинк содержится в оцинкованном железе, в латуни и некоторых других сплавах. Оцинкованное железо — это железо, покрытое тонким слоем цинка. Из оцинкованного железа делают ведра, тазы, корыта, ванны.

По одному из способов оцинкованное железо получают электролитическим путем. При этом толщина слоя цинка, покрывающего железо, равна всего 30—50 микронам, то есть  $\frac{1}{33}$ — $\frac{1}{20}$  миллиметра. Зная, что удельный вес цинка равен 7,12 можно подсчитать, что, например, ведро из такого оцинкованного железа содержит около 30—50 граммов цинка.

Значительно большее процентное содержание цинка имеется в некоторых сплавах, например, в латуни. В ней содержится 10—40% цинка. В одном сплаве, из которого делают ложки, ножи, вилки, содержится 20% цинка.



Олово в домашних предметах содержится преимущественно в виде бронзы, о которой говорилось уже ранее. В ней содержится около 15% олова.

Есть предмет, в котором содержится хоть и ничтожное количество олова, но где значение его громадно. Это металлическая консервная банка. Внутренняя поверхность такой банки покрыта очень тонким слоем металлического олова. Здесь оно предохраняет материал банки и, следовательно, предохраняет консервированный продукт от порчи. Чтобы судить о количестве олова, которое содержится в такой банке, достаточно сказать, что толщина этого слоя равна примерно 2 микронам, то есть 0,002 миллиметра.



Только сравнительно недавно хром стал встречаться в домашнем обиходе — в хромированных изделиях и в некоторых хромистых сплавах. Хромируют кровати, сто-

ловые приборы (ложки, вилки), коньки, электрические нагревательные приборы и другое. Это придает предметам красивый внешний вид и предохраняет от коррозии. Хром на предмет наносят электролитическим путем.

Толщина слоя хрома ничтожная, — около 1 микрона, то есть около 0,001 миллиметра.

Прежде для этих целей применялось только никелирование изделий. Предмет покрывался слоем никеля. Хром по сравнению с никелем следует считать более «молодым» элементом в этих домашних предметах.

Если у вас имеются ложки, вилки, ножи серебристого цвета с голубоватым оттенком, то они, весьма вероятно, изготовлены из нержавеющей стали. Это сплав стали с хромом.

Подсчитывая количество хрома в предметах обихода, не надо забывать, что в электрических нагревательных приборах спираль делается из сплава хрома с никелем — нихрома. (В состав этого сплава входят еще некоторые другие металлы).

В обиходе известно выражение «хромовые сапоги». Название это происходит от того, что кожа для этих сапог обрабатывается («дубится») хромовыми солями. Содержат ли такие сапоги элемент хром? Да, содержат, только в ничтожном количестве. Однако соответствующим качественным анализом хром в такой коже можно легко обнаружить.



Элементы молибден (Mo) и вольфрам (W) в химическом отношении весьма сходны между собой. Они шестивалентны и являются ближайшими соседями по шестой группе периодической системы.

Получилось так, что металлы молибден и вольфрам в предметах нашего обихода также находятся в ближайшем соседстве. Перед нами электрическая лампочка. Нить накаливания изготовлена из вольфрама: крючочек, который поддерживает эту нить, сделан из молибдена.

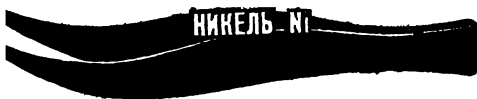
Применение вольфрама и молибдена в электрических лампочках основано на тугоплавкости этих металлов. Вольфрам плавится при  $3380^{\circ}$ , а молибден — при  $2622^{\circ}$ .



Под тонким слоем никеля или хрома часто скрывается основной металл — железо. Под слоем краски комнатных печей часто оказывается тоже железо.

Неокрашенными изделиями остаются обычно гвозди, так называемые скобяные изделия и другие предметы.

В природе железо по распространенности является вторым металлом после алюминия. Если подсчитать содержание железа в перечисленных предметах нашего обихода, то окажется, вероятно, что железо займет такое же место.

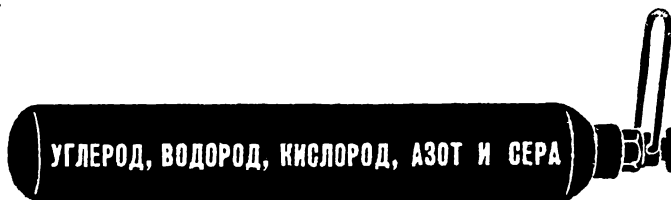


Из всех остальных восьми элементов восьмой группы в быту встречается один никель. Как хром в хромированных изделиях, так и никель в никелированных изделиях служат для красоты и защиты от коррозии. Никелируют кровати, самовары, чайники, коньки и многое другое. Содержание никеля в этом случае незначительно. Слой никеля здесь равен всего 10—20 микронам, 1—2 ты-

сacyjnych миллиметра. Определив примерно («на глаз») величину поверхности никелированной части предмета, можно вычислить, сколько в нем содержится никеля. Сделав, например, расчет для электрического чайника, мы найдем, что в нем содержится около 20 граммов никеля.

В значительно бóльших количествах никель содержится в столовых мельхиоровых приборах — ложках, вилках, рукоятках ножей и другом, в этом сплаве содержится около 20% никеля.

Если в нашем обиходе нет ни никелированных предметов, ни столовой утвари из никелевых сплавов, ни электронагревательных приборов, то все же мы не можем утверждать, что дома нет никеля. Он почти всегда у нас имеется. Наши разменные монеты в 10, 15 и 20 копеек содержат никель. Они изготавливаются из мельхиора.



Углерод, водород, кислород, азот и сера встречаются в природе главным образом вместе. Это элементы, которые обязательно входят в состав органических соединений — животного и растительного мира. Растения состоят в основном из углерода, водорода и кислорода, а животные — из тех же элементов да еще азота и серы. Первая группа веществ называется углеводами, вторая группа называется белковыми веществами.

Предметы домашнего быта часто оказываются именно углеводами и белковыми веществами, так как они производятся из продуктов органического мира. Вот, например, дерево. Высушенное, подвергнутое отделке, оно появляется у нас дома в виде мебели. В более глубоко переработанном виде оно приходит в наш обиход бумагой, книгами, газетами.

Хлопок превращается в вату, хлопчатобумажные изделия, одежду.

Шерсть некоторых животных превращается в одежду, кожа животных перерабатывается на обувь и различные кожаные хозяйственные изделия.

Все эти предметы состоят из соединений углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Мы можем принять следующий состав углеводистых и белковых веществ.

#### Углеводы

##### *Сухая древесина:*

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| углерода (C) . . .  | 49,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| водорода (H) . . .  | 6,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>  |
| кислорода (O) . . . | 44,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

##### *Целлюлоза:*

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| углерода (C) . . .  | 44 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| водорода (H) . . .  | 6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>  |
| кислорода (O) . . . | 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

##### *Белковые вещества:*

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| углерода (C) . . .  | 50—55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>   |
| водорода (H) . . .  | 6,5—7,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| кислорода (O) . . . | 20—24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>   |
| азота (N) . . . . . | 15—17,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| серы (S) . . . . .  | 0,3—2,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

Теперь нам легко будет узнать, сколько содержится углерода, водорода и кислорода в таком предмете, как например, обеденный стол. Он весит, скажем, 20 килограммов. По составу стол подходит к сухой древесине; следовательно, в нем содержится углерода около 10 килограммов, водорода — около 1 килограмма и кислорода — 9 килограммов.

Или вот шерстяной костюм. Он весит приблизительно 2 килограмма. По химическому составу это белковое вещество. Следовательно, в нем содержится углерода около 1 килограмма, водорода — около 150 граммов, кислорода около 0,5 килограмма, азота — около 350 граммов.

Мы видим, что предметы одежды могут быть растительного происхождения (углеводы) и животного происхождения (белковые вещества). Первые — это хлопчатобумажные, льняные ткани; вторые — шерсть, шелк. Как можно в домашних условиях отличить первые от вторых? Для этого существует следующий простой прием. Небольшой кусок вещества подержать короткое время в пламени. Животные вещества при горении разбухают,

образуя округлые черные углеродистые массы; горение обычно прекращается после извлечения из пламени. Выделяющиеся летучие продукты обладают характерным неприятным запахом. Растительные волокна горят без разбухания, и горение обычно продолжается после извлечения из пламени. Неприятно пахнущие продукты не образуются.



# ХИМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК



Современный способ обозначения химических элементов — одной или двумя буквами латинизированного названия — был введен в начале XIX века. До этого для обозначения химических элементов и соединений применяли разные условные знаки и алхимические символы. Некоторые символы были связаны с астрономическими обозначениями планет. Приводим для примера символику, применявшуюся М. В. Ломоносовым. В своем классическом труде «Первые основания металлургии или рудных дел» (1763) он при описании каждого металла дает его обозначение. Так, в параграфе о золоте он пишет: «Для показанных сего металла свойств высоких уже от древних лет назвали его химики Солнцем и дали ему тот же знак, которым Астрономы Солнце обозначают» ☉. О серебре: «от Химиков называется Луною» и имеет знак ☾. О свинце: «Химики называют его Сатурном и пишут вместо оного знак ♄».

## НЕПРАВИЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ

Как известно, элементы фтор, хлор, бром и йод называют галогенами, то есть образующими соли (старинное русское название — «солетворы», «солероды»). Но во многих руководствах по химии — и особенно в прежних — можно встретить и другое название этой группы элемен-



тов, именно «галоиды», что в переводе означает: «солеподобные», «похожие на соль». Между тем ни фтор, ни хлор, ни бром, ни йод вовсе не похожи на соли, и название этой группы элементов галоидами следует считать неправильным. Как указывает историк химии Б. Н. Меншуткин, происхождение этого названия следующее. Первоначально эти элементы были названы вполне правильно галогенами, — солеобразующими. Галоидами же было предложено называть соединения галогенов с металлами, так как эти соединения действительно похожи на соли. Такие названия были приняты и у нас, причем вначале вместо «галоген» писали «солетвор». Но вот в 1836 году известный профессор химии Гесс в третьем издании своих «Оснований чистой химии» ошибочно вместо «галоген» написал «галоид». Эта ошибка впоследствии так прочно укоренилась, что, по выражению Меншуткина, «до сих пор многие из наших ученых считают хлор, бром и другие галогены схожими с солью».

Любопытно, что такая же ошибка произошла с термином «металлоид». Так иногда называют неметаллы, например серу, хлор, кислород. Они, конечно, не металлоиды, эта ошибка исходит от Берцелиуса.



Наша химическая номенклатура еще несовершенна. Наиболее совершенной номенклатурой химических соединений следовало бы считать такую, по которой каждое вещество имело бы одно определенное название. К этому и стремились основоположники русской химической номенклатуры — замечательные ученые — академики В. М. Севергин, Я. Д. Захаров (XVIII—XIX вв.), затем Д. И. Менделеев и другие. В настоящее время мы имеем для солей три типа названия. Так, например, соль  $\text{BaSO}_4$  называют: сернобарие-

вая соль, сернокислый барий, сульфат бария.

Для кислых (и основных) солей номенклатура несколько усложняется, что подчас приводит к путанице.

Кажется, «рекорд» в этом отношении побила соль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , для которой в литературе встречается не менее восьми названий: вторичный фосфорнокислый натрий, кислый вторичный фосфат натрия, кислая дифосфорнатриевая соль, динатрий — фосфат, вторичный фосфат натрия, двузамещенный фосфат натрия, двуметаллический фосфат натрия, гидрофосфат натрия.



В 1810 году английский химик Дальтон писал: «Было бы странно, если бы мы не имели где-нибудь вещества, состоящего из двух атомов кислорода и одного атома водорода». Это предсказанное Дальтоном вещество было впоследствии действительно получено и есть не что иное, как... перекись водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Но ведь она состоит из двух атомов кислорода и двух атомов водорода? Чем же объяснить ту странную формулу, которую ей приписал Дальтон? Тем, что он приписывал воде формулу  $\text{HO}$  и потому для перекиси водорода принимал формулу  $\text{HO}_2$ .

Заметим, что такое представление о формуле воды существовало еще довольно долго. Вот что мы читаем по этому поводу у Д. И. Менделеева в его «Основах химии»: «В 50-х годах (XIX в.) одни принимали  $\text{O} = 8$ , другие  $\text{O} = 16$ , если  $\text{H} = 1$ . Вода для первых будет  $\text{HO}$ , перекись  $\text{HO}_2$ , для вторых, как ныне, вода  $\text{H}_2\text{O}$ , перекись водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Смута, сбивчивость господствовали. В 1860 году химики всего света собрались в Карлсруэ для того, чтобы на конгрессе достичь соглашения однообразия».



Имеется вещество, которое называется «каломель». Это хлористая ртуть  $Hg_2Cl_2$ . Каломель применяется в медицине для лечения желудочных заболеваний. По внешнему виду это порошок белого цвета. Но теперь заглянем в словарь и посмотрим, что означает слово «каломель». В словаре читаем: «Каломель — от греческих слов:  $καλος$  — красивый +  $μελας$  — черный, то есть красивый чер-

ный». Чем же можно объяснить такое странное название белого вещества? Возьмем щепотку каломели и подействуем на нее водным раствором аммиака (нашатырным спиртом); тотчас вещество почернеет.

Черный цвет получаемой смеси вызывается мельчайшими капельками восстановленной металлической ртути. Благодаря этому свойству — давать с аммиаком черный осадок — алхимики и назвали хлористую ртуть каломелью.



Что обозначает буква  $m$  в названии 96-го элемента кюрия ( $Cm$ )? Ведь в слове «кюрий» нет буквы  $m$ ! Объяснение следующее. Буква  $m$  соответствует начальной букве имени Марии Склодовской-Кюри — великой польской ученой, в честь которой и ее мужа Пьера Кюри этот элемент назван, а буква  $C$  — начальная буква фамилии Кюри — по французски Curie.

# АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ



Понятие об атоме и молекуле теперь ясно каждому школьнику. Нам понятно различие в выражениях: «атом водорода» и «молекула водорода». Однако было время (а химия стояла уже тогда на высокой ступени развития!), когда эти понятия представляли для химиков значительные трудности.

Вопрос о том, что следует подразумевать под термином «атом» и «молекула», горячо обсуждался на химическом конгрессе в городе Карлсруэ в 1860 году. Любопытно, что заключение по этому вопросу было принято голосованием. Вот как описывает этот эпизод участник съезда Д. И. Менделеев: «...на втором собрании конгресса... секретари прочитали вопросы, предлагаемые на вотирование. Вот они:

Предлагается принять различие понятий о частице<sup>1</sup> и атоме, считая частицей количество тела, вступающее в реакцию и определяющее физические свойства, и считая атомом наименьшее количество тела, заключающееся в частицах.

По предложению президента, те, которые были согласны принять эти положения, подняли руки. Оказалось, что согласна наибольшая часть собрания. Затем предложено

---

<sup>1</sup> Так Менделеев называл молекулу.

было поднять руки тем, кто отвергает положения; поднялась была одна рука, но и та тотчас опустилась. Результат неожиданно единодушный и важный».



Молекулярные веса обычных сложных веществ колеблются в широких пределах.

Самым наименьшим молекулярным весом обладает молекула водорода ( $H_2 = 2$ ). Из веществ, обладающих малым молекулярным весом, укажем на воду  $H_2O$  (мол. вес 18), фтористый водород  $HF$  (мол. вес 20), углекислый кальций ( $CaCO_3$ ) (мол. вес 100), кислый углекислый калий ( $KHCO_3$ ) (мол. вес 100) и т. д.

Большинство других обычных веществ имеют молекулярные веса, достигающие 100—500, но редко они доходят до тысячи.

Как пример веществ, имеющих молекулярный вес больше тысячи, укажем на берлинскую лазурь с молекулярным весом в 1040.

Имеются вещества, молекулярный вес которых значительно превосходит эти величины, достигая десятков миллионов. Вот например:

| Название вещества         | Молекулярный вес |
|---------------------------|------------------|
| Инсулин . . . . .         | 12 000           |
| Пепсин . . . . .          | 37 000           |
| Гемоглобин . . . . .      | 66 700           |
| Глобулин табачных семян . | 300 000          |
| Вирус томатных стеблей .  | 10 000 000       |

Это молекулы-гиганты!

Молекулы-гиганты состоят из огромного количества атомов.

Формула воды —  $H_2O$  — представляется нам наиболее простой формулой в химии; 2 атома водорода и 1 атом кислорода. В действительности это далеко не так. По современным представлениям, имеется не менее чем девять различных формул воды. Это связано с существованием различных изотопов кислорода и водорода. Имеются три изотопа (разновидности) кислорода с атомными весами 16, 17, 18 и два изотопа водорода с атомными весами 1 и 2. Это соответственно обозначается знаками:  $O^{16}$ ,  $O^{17}$ ,  $O^{18}$  и  $H^1$ ,  $H^2$ . Путем сочетания различных изотопов кислорода и водорода могут образоваться девять различных молекул воды с атомными весами от 18 до 22, которые и существуют в природе.

Наиболее распространенной является обыкновенная вода  $H^1H^1O^{16}$ , у которой оба атома водорода имеют атомный вес 1, а кислород — 16. Это будет и самая легкая вода. Она составляет 99,8% всей массы природной воды. Все остальные молекулы воды, с молекулярным весом 19 и более, называются «тяжелой» водой. Заметим, что имеется еще изотоп водорода  $H^3$  с атомным весом 3, но он встречается в природе в ничтожных количествах.



Для того, чтобы представить себе, насколько мал размер молекулы, приводят следующий пример. Допустим, что нам удалось отметить каким-либо образом (например, методом меченых атомов) все молекулы  $H_2O$  в одном стакане воды. Выйдем на берег, например Днепра, и выльем этот стакан воды в реку. Воды Днепра унесут наши отмеченные молекулы в Черное море, затем в Средиземное море, Атлантический океан и дальше. Наконец они перемешаются со всей водой морей и океанов. Затем предста-

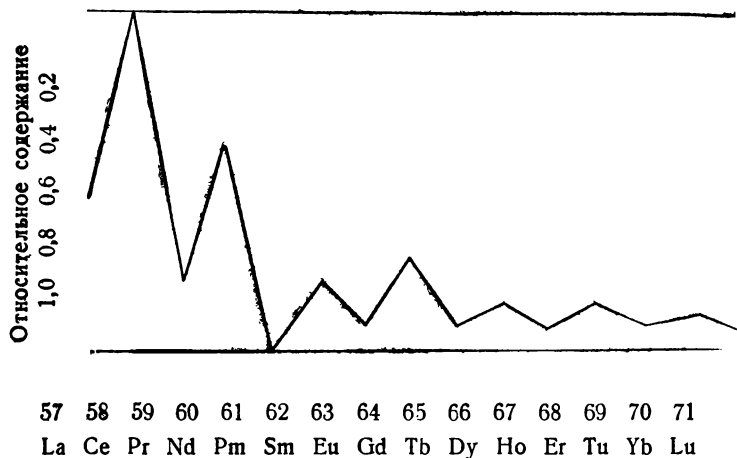
вим себе, что в определенный промежуток времени все воды, совершая свой круговорот, обратятся в пар и снова в виде осадков попадут в те же реки, моря и океаны. Выйдем тогда к Днепру и зачерпнем один стакан воды. Расчет показывает, что мы при этом зачерпнем больше тысячи отмеченных нами прежде молекул! Расчет этого количества производится на основании следующих соображений.

Общее количество воды в гидросфере принимают в  $10^{18}$  тонн  $= 10^{21}$  кг  $= 5 \cdot 10^{21}$  стаканов. Количество молекул воды в одном стакане находим из числа Авогадро. Одна грамм-молекула всякого вещества содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул. Так как в стакане содержится 200 граммов воды, что составляет  $\frac{200}{18} =$  около 10 грамм-молекул, то в нем содержится  $6,02 \cdot 10^{24}$  молекул. Сколько было отмеченных молекул? Разделив это число на количество стаканов, найдем, что в каждом стакане  $\frac{6 \cdot 06 \cdot 10^{24}}{5 \cdot 10^{21}} = 1200$  отмеченных молекул.



## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДЕ

Перед нами любопытная таблица



Здесь по горизонтальной оси отложены порядковые номера редкоземельных элементов, по вертикальной оси — относительное содержание этих элементов в природе. Мы видим на этой таблице интересную закономерность: каждый нечетный элемент является менее распространенным, чем его ближайшие соседи с четными порядковыми номерами. Так, например, празеодим, порядковый номер которого 59 (нечетный) менее распространен в природе, чем



58-й элемент церий и 60-й элемент неодим (порядковые номера которых четные). Относительное содержание тулия меньше чем эрбия и иттербия и т. д. Пользуясь этой закономерностью, мы можем, не заглядывая в обычные таблицы распространения элементов (а также и в вышеприведенную таблицу для редкоземельных элементов) определить относительную степень распространения любых элементов группы редких земель. Например, имеем три редкоземельных элемента: самарий, европий и гадолиний. Какой из них наименее распространен в природе? Обратив внимание на положение этих элементов в периодической системе и заметив, что порядковый номер европия нечетный (63), мы заключаем, что он реже встречается в природе, чем предыдущий элемент самарий и последующий — гадолиний, номера которых четные.

Заметим, что эта зависимость, установленная впервые для редкоземельных элементов, во многих случаях справедлива и для других элементов периодической системы, особенно для тяжелых металлов.

Предлагается читателям проверить справедливость этого правила на других элементах и найти исключения из него.

## ОТКРЫТИЕ РЕНИЯ

75-й элемент периодической системы рений (Re) был открыт в 1925 году. Химики В. и И. Ноддак открыли его не случайно, а искали по заранее разработанному плану, — пользуясь законом Менделеева.

К тому времени в таблице Менделеева оставалась незаполненной «клетка» в шестом периоде седьмой группы. Следовательно, рассуждали ученые, по закону Менделеева должен существовать элемент, который заполнил бы эту «клетку». Так как этот элемент стоит в таблице Менделеева ниже марганца и должен быть его аналогом, он до его открытия обозначался как дву-марганец (название, данное Менделеевым). Периодическая система подсказала, где следует искать дву-марганец. Соседние с ним элементы справа и слева особенно часто встречаются в качестве спутников в двух группах минералов, а именно:

с одной стороны — в колумбитах, а с другой — в платиновых рудах.

Способ выделения в чистом виде этого элемента также вытекает из его положения в периодической системе. Элементы в этой области таблицы обладают сходством не только со стоящими над ними, но нередко также и с теми, которые находятся в предыдущем горизонтальном ряду и стоят над ними наискось влево. Так, например, титан имеет сходство с ниобием и танталом, а ванадий — с молибденом и вольфрамом. Соответственно этому можно было ожидать для дву-марганца сходства с хромом, а в отношении валентности, — естественно, с марганцем. Кроме того, этот элемент по своим свойствам несомненно занимает промежуточное положение между вольфрамом и осмием.

Пользуясь также периодической таблицей, можно было предвидеть, что этот элемент очень мало распространен в природе. Действительно, известна закономерность между распространенностью в природе и положением элемента в периодической системе; об этом мы говорили выше. Ввиду того, что элементы, соседние с дву-марганцем, номер которого 75, сами встречаются лишь в очень небольшом количестве, можно было предвидеть, что элемент встретится лишь в крайне ничтожных количествах.

Таким образом, ученые уже знали, где надо искать этот элемент и как его искать. Поиски увенчались успехом. В 1925 году элемент был получен.



Менделеев с уважением и благодарностью упоминает имена химиков, которые своими трудами подтвердили значение его периодического закона. Он их называет укрепителями периодического закона. К ним он в первую очередь относит француза Л. де Буабодрана, шведа Ниль-

сона, немца Винклера. Они открыли предсказанные Менделеевым на основании периодического закона элементы галлий, скандий и германий. К ним же он относит и В. Рамзая, открывшего нулевую группу элементов.

Сам В. Рамзай указывал, что открытие и предсказание свойств некоторых элементов нулевой группы он сделал, пользуясь законом Менделеева. Вот что он рассказывает об этом: «Осенью 1897 года я должен был в качестве президента химического отдела Британской Ассоциации, на собрании последнего в Торонто, в Канаде, сделать доклад; предметом последнего я избрал: «Еще неоткрытый газ». По образцу нашего учителя Менделеева я описал, поскольку возможно было, ожидаемые свойства и предполагаемые отношения газообразного элемента, который должен был заполнить пробел между гелием и аргоном».

Затем Рамзай добавляет: «Я мог бы предсказать также еще два других элемента» (криптон и ксенон).



Пять пар химических элементов расположены в периодической системе не в порядке возрастания, а в порядке убывания их атомных весов. Это:

- 18 А — аргон, ат. вес 39,944, и 19 К — калий, ат. вес 39,096.  
27 Со — кобальт, ат. вес 58,94, и 28 Ni — никель, ат. вес 58,69.  
52 Те — теллур, ат. вес 127,62, и 53 J — йод, ат. вес 126,92.  
90 Th — торий, ат. вес 232,12, и 91 Pa — протактиний, ат. вес 231.  
92 У — уран, ат. вес 238,07, и 93 Np — нептуний, ат. вес 237.

Эти кажущиеся отклонения в расположении элементов, допущенные Менделеевым, находят теперь объяснение в существовании изотопов.

Так, 18-й элемент — аргон, стоящий в менделеевском ряду перед 19-м элементом калием, потому имеет больший атомный вес, что у него доля тяжелого изотопа с атомным весом 40 больше, чем доля легкого изотопа с атомным весом 36 (99,63% : 0,37%).

У калия же, наоборот, преобладает более легкий изотоп с атомным весом 39 над тяжелым изотопом с атомным весом 41 (93,38% : 6,62%).

—



# ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ



Из всех известных 101 простых веществ 88 являются твердыми, остальные 13 в обычных условиях (при комнатной температуре в  $20^{\circ}$ ) — жидкими или газообразными.

Жидкие — бром и ртуть.

Газообразные — водород, азот, кислород, фтор, хлор, гелий, неон, аргон, криптон, ксенон, радон. Сюда можно еще отнести озон.

Интересно, что если бы «комнатная» температура была не  $20^{\circ}$ , а  $30^{\circ}$ , то прибавилось бы еще два жидких вещества: металлы цезий (плавится при  $28^{\circ}$ ) и галлий (плавится при  $29,8^{\circ}$ ).

Заметим здесь, что бром — единственный жидкий неметалл, а ртуть — единственный жидкий металл. Однако жидкие при обыкновенной температуре сплавы металлов встречаются чаще. Так, жидкими являются сплавы калия и натрия, галлия и алюминия, сплавы цезия и другие.

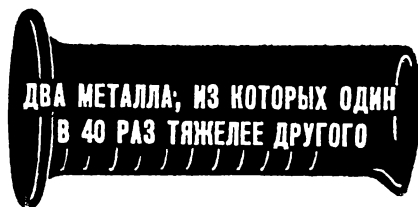
Любопытно, как был получен жидкий сплав твердых металлов калия и натрия. Этот сплав получил молодой, впоследствии знаменитый химик Торпе. По окончании своих занятий в колледже молодой Торпе отправился в Гейдельберг к Бунзену, везя с собой от профессора Роско рекомендательное письмо и подарок — прекрасные калиевые и натриевые кристаллы, которые были помещены в отдельные склянки с нефтью.

В суматохе упаковки молодой ученый ради экономии места слил вместе содержимое обеих склянок, считая, что кристаллы достаточно разнородны и их можно будет за-

тем легко отделить. Передав письмо, он развернул бумагу и подал Бунзену склянку, которая должна была содержать редкую разновидность натриевых и калиевых кристаллов. Бунзен внимательно посмотрел на бутылку, затем на своего посетителя, который тут только понял, что произошло что-то неладное. Вместо кристаллов под нефтью была лишь одна блестящая жидкость, напоминающая ртуть. Он оробел, но вскоре заметил, что лицо Бунзена просветлело, озарилось улыбкой. Произошло неожиданное открытие: смесь калия и натрия дала сплав, жидкий при обыкновенной температуре и по виду сильно напоминающий ртуть.



Обычно считают, что только железо обладает магнитными свойствами. Напомним, что имеются еще два металла, обладающие такими же свойствами. Это кобальт и никель. (Посмотрите, как эти три металла расположены в периодической системе Менделеева.)



Это наиболее легкий металл — литий (его удельный вес равен 0,53) и наиболее тяжелый осмий (его удельный

вес равен 22,5). Приводим табличку удельных весов некоторых металлов:

|                    |       |
|--------------------|-------|
| Литий . . . . .    | 0,53  |
| Калий . . . . .    | 0,862 |
| Натрий . . . . .   | 0,971 |
| Магний . . . . .   | 1,74  |
| Бериллий . . . . . | 1,83  |
| Цезий . . . . .    | 1,90  |
| Алюминий . . . . . | 2,70  |
| Железо . . . . .   | 7,87  |
| Медь . . . . .     | 8,9   |
| Серебро . . . . .  | 10,50 |
| Ртуть . . . . .    | 13,56 |
| Вольфрам . . . . . | 19,30 |
| Золото . . . . .   | 19,32 |
| Платина . . . . .  | 21,50 |
| Иридий . . . . .   | 22,41 |
| Осмий . . . . .    | 22,50 |

Интересно отметить, что такие «тяжелые» металлы, как железо, медь, значительно легче, чем действительно тяжелые — золото, платина и другие. В этой таблице они расположены ближе к легким металлам, чем к тяжелым. А такие «легкие» металлы, как алюминий, магний, являются не такими уже легкими, если сравнить их, например, с литием или калием.

Существует рассказ о том, как Архимед использовал знание удельного веса золота и серебра для решения практической задачи. Когда царь Гиерон пожелал пожертвовать в один из храмов золотую корону, он повелел изготовить ее и передал мастеру необходимый материал. Корона была изготовлена, Гиерон остался доволен. Но стали доходить слухи, что мастер похитил некоторое количество золота, подменив его серебром. Рассерженный Гиерон обратился к Архимеду с просьбой выяснить истину.

Легенда добавляет, что ответ Архимеду был подсказан случаем. Войдя как-то в ванну, Архимед заметил, что вода вылилась через край из ванны в том объеме, в каком тело в нее погружалось. «Эврика, эврика!» — (Нашел, нашел!) — воскликнул Архимед и дал ответ Гиерону.

Если в короне было  $x$  граммов серебра, то золота в нем заключалось  $2000 - x$  граммов. А грамм серебра вытесняет  $\frac{1}{10}$  граммов воды. Таким же образом найдем, что  $2000 - x$  граммов золота вытесняет  $\frac{2000 - x}{20}$  граммов

воды. Все количество вытесненной воды равно 125 граммам. Таким образом мы получаем уравнение:

$$\frac{x}{10} + \frac{2000 - x}{20} = 125, \text{ откуда } x = 500,$$

то есть в золотой короне содержалось 1500 граммов золота и 500 граммов серебра.

Мы привели этот рассказ для того, чтобы поставить перед читателем вопрос, можно ли теперь, при настоящих сведениях о металлах, обнаружить по удельному весу подделку золотой короны.

Рассмотрев таблицу удельных весов металлов, читатель, конечно, ответит, что это было бы невозможно. В настоящее время известны металлы, удельный вес которых весьма близок к удельному весу золота. Поразителен в этом отношении вольфрам, удельный вес которого (19,30) почти точно такой же, как и золота (19,32). Если бы золотая корона была подделана вольфрамом, то Архимед эту фальсификацию не обнаружил бы!



Как известно, гелий в два раза тяжелее водорода: 1 литр водорода весит 0,09 грамма, а 1 литр гелия весит 0,18 грамма. Какая же подъемная сила у воздушного шара, заполненного водородом и заполненного гелием?

Подъемная сила воздушного шара равна, по закону Архимеда, разности между весом воздуха и весом газа, заполняющего шар. Принимая вес 1 литра воздуха рав-



ным 1,29 грамма, имеем для каждого литра объема шара такую подъемную силу: при заполнении водородом  $1,29 \text{ г} - 0,09 \text{ г} = 1,20 \text{ г}$ ; при заполнении гелием  $1,29 \text{ г} - 0,18 = 1,11 \text{ г}$ .

Разница составляет лишь:

$$\frac{1,20 - 1,11}{1,20} \cdot 100 = 7,6\%.$$

Итак, будучи тяжелее водорода в два раза, гелий уступает лишь немного водороду в подъемной силе.



Электропроводность алюминия в 1,7 раза меньше, чем электропроводность меди. Однако применять алюминий для изготовления проводов иногда выгоднее, чем применять для этой же цели медь. Это объясняется меньшим удельным весом алюминия. Удельный вес меди—8,9, алюминия—2,7. Следовательно, медь в 3,3 раза тяжелее алюминия. Значит, при одинаковом весе и длине сечение алюминиевого провода будет в 3,3 раза

больше, чем медного. И хотя его электропроводность в 1,7 раза меньше меди, все же через алюминиевый провод одинакового веса с медным можно пропустить вдвое больше электрической энергии.



Сажа представляет собой химически чистый углерод. Ее получают в больших количествах в особых камерах, где углеродистые вещества подвергают сжиганию при ограниченном доступе воздуха. Из продуктов сгорания улавливают сажу. Она находит широкое применение: для изготовления электродов, резиновых изделий, грампластинок, кле-

енки, ваксы, черной малярной краски, чертежной туши, типографских красок.

Для опыта возьмите имеющийся в вашей домашней аптечке йод. Это, собственно, раствор йода в спирте (обычно такие опыты делают с раствором йода в йодистом калии).

При действии на крахмал раствора йода получается синее окрашивание. Это окрашивание при нагревании исчезает, но при охлаждении снова появляется. Сделаем такой эффектный опыт.

В пробирку с крахмальным клейстером прибавим несколько капель йодной настойки. Клейстер посинеет или даже почернеет, если он достаточно густой. Нагреем пробирку. Окраска клейстера исчезнет. Затем погрузим ее до половины в стакан с холодной водой. Нижняя часть пробирки, которая находится в холодной воде, снова окрасится, а верхняя часть, которая не успела еще охладиться, будет оставаться бесцветной.



Химик переписал из справочника данные об удельном весе двух металлов — меди и висмута, причем отдельно о металлах в твердом состоянии и в расплавленном виде, — и получил следующую табличку (см. 50 стр.).

Когда впоследствии этому химику пришлось воспользоваться записанными данными, он, к своему огорчению, обнаружил, что в первом столбце не проставлены названия металлов. И неизвестно, какая строка относится к висмуту и какая к меди. Более внимательное рассмотрение записанных чисел навело его вначале на мысль, что вообще вся табличка составлена неправильно. Между числами второго столбца и третьего столбца нет, казалось, желательной «закономерности». Действительно, в одном случае число в третьем столбце меньше числа во втором столбце, а в другом, наоборот, число в третьем столбце больше числа

во втором столбце. Но вскоре именно это отсутствие «закономерности» помогло ему правильно истолковать записанные данные. Дело в том, что висмут обладает замечательным свойством сжимать свой объем при расплавлении и следовательно иметь при этом больший удельный вес. Таким образом, та строка, где удельный вес металла в расплавленном виде (10,01) больше удельного веса металла в твердом состоянии (9,8), — относится к висмуту, а следовательно, первая строка — к меди.

| Название металла | Удельный вес металла в твердом состоянии | Удельный вес металла в расплавленном виде |
|------------------|--|---|
| 1                | 2  | 3   |
|                  | 8,9                                      | 8,3                                       |
|                  | 9,80                                     | 10,01                                     |

Представим себе, что кусок металлического висмута объемом в 1000 мл лежит в сосуде емкостью в 1 литр и целиком заполняет его. Если этот висмут подвергают расплавлению, нечего опасаться, что расплавленный висмут перельется через край сосуда. Наоборот, он займет объем меньший, чем 1 литр, — чем твердый висмут.

Таким же свойством уменьшаться в объеме при расплавлении обладают и некоторые другие вещества: бронза, чугун, обычный лед.



Известный английский ученый-физик Тиндаль использовал знания свойства висмута для опровержения одного ложного утверждения. Реакционный ученый Румфорд ви-

дел в свойстве льда — увеличиваться в объеме при замерзании и уменьшаться в объеме при расплавлении — некое божественное чудо. Вначале Румфорд вполне правильно и весьма образно рисует нам картину того, как выглядела бы природа, если бы лед не обладал этим свойством.

Представим себе, — рассуждает он, — озеро в холодный зимний день; верхний слой воды охлаждается, сжимается, становится плотнее и опускается, а место его занимает нижний слой, более теплый и более легкий, который потом охлаждается в свою очередь, спускается. Таким образом устанавливается круговорот: плотная, холодная вода идет ко дну, а более легкая, теплая, поднимается вверх. Предположим теперь, что это продолжается и после того, как на поверхности воды образовалась тонкая ледяная кора, — другими словами, предположим, что плотность воды с охлаждением ее неизменно возрастает. Тогда образовавшийся лед тотчас опускался бы на дно, и это продолжалось бы до тех пор, пока вся вода не замерзла бы. Все живые существа, обитающие в воде, при этом погибли бы. И вот, как бы во избежание этой опасности, природа уклоняется от обычного пути: она заставляет воду расширяться от холода, и холодная вода, подобно пене, плавает над более теплой водой. При дальнейшем охлаждении вода отвердевает, но это твердое тело опять-таки легче лежащей под ним жидкости — и лед является защитной кровлей для живущих под ним существ.

Не видим ли мы здесь, — заключает он, — чудесного вмешательства провидения с целью препятствовать распространению царства вечного льда на всей земле?

В тех широтах, где теперь возвращение весны приветствуется криками восторга, где земля сама покрывается веселою одеждой и миллионы живых существ оглашают воздух песнями радости и ликования, — там раздавался бы только вой сурового ветра и видны были бы лишь снега, льды да облака, приносящие снежные бури.

Но Румфорд, замечает Тиндаль, заблуждается. «Передо мною, — продолжает Тиндаль, — железный сосуд, сверху донизу в нем заключаются металл висмут».

«Я налил висмут в сосуд, когда этот металл был в расплавленном состоянии, и после того завинтил крышку сосуда. Металл охладился, затвердел и расширился с такою силою, что сосуд разорвался. Это свойство висмута не спасает от гибели ни одного живого существа, а между тем оно вполне тождественно с тем свойством льда, о котором у нас шла речь. Скажу раз навсегда, — заканчивает Тиндаль, — что естествоиспытателю нет дела до каких бы то ни было намерений и целей природы. Исследуя природу, он должен доискиваться лишь почему, а не для чего происходит то или иное явление».



Представление о простых и сложных веществах шло главным образом в том направлении, что многие вещества, считавшиеся вначале простыми, в действительности оказывались сложными. Так, например, едкое кали и едкий натр долгое время принимались за простые вещества.

Но известен в истории химии один случай, когда, наоборот, вещество принималось за сложное, а в действительности оказалось простым. Это хлор. Он был открыт в 1774 году. Его считали еще более сложным веществом, чем соляная кислота, а именно — окисленной соляной кислотой. Дэви в 1810 году — почти через 40 лет после открытия хлора — указал на эту ошибку и первый высказал мнение, что «окисленная соляная кислота» в действительности является простым веществом, которое и было названо вначале хлорином, а затем хлором.

Это открытие было весьма важно, так как благодаря ему пришлось признать существование кислот, не содержащих кислорода, таких, как соляная кислота, состоящая только из хлора и водорода. До тех пор основным элементом всех кислот считался кислород. Этому взгляду кислород и обязан своим названием. Истинным же кислотворным элементом Дэви признал водород.



«Усопшими» элементами один русский автор прошлого столетия назвал такие элементы, которые якобы были открыты, но потом их существование не подтверждалось.

Так, в книгах по химии, которые были изданы 15—20 лет назад можно было найти элемент мазурий, но открытие этого элемента в дальнейшем не подтверждалось. В современных учебниках он уже не упоминается.

Еще несколько лет тому назад было объявлено об открытии 87-го элемента, виргиния, и 85-го элемента, алабамия. Но открытие их не подтвердилось. Эти элементы недавно еще фигурировали в учебниках химии и в таблицах, но вскоре как бы «умерли».

Теперь доказано, что эти элементы не могли быть открыты, так как в природе они не существуют.

85-е и 87-е места занимают теперь искусственно полученные элементы астатин и франций.

Еще об одном «умершем» элементе.

19 июня 1877 года в петербургской газете «Голос» была напечатана следующая заметка С. Керна:

«Я считаю необходимым заявить путем печати об открытии мною нового металла, которому я дал название «дэвий» в честь английского естествоиспытателя Дэви, жившего в начале нынешнего столетия.

Металл «дэвий» открыт мною в остатках от обработки платиновых руд, после выделения металлов родия и иридия. Новый металл имеет серебристый цвет, весьма трудноплавок. Исследования мои продолжаются, но, к сожалению, до сих пор они весьма затрудняются неимением достаточного количества дэвия для более полного обследования как химических, так и физических свойств нового металла. Предельное содержание его в платиновой руде

не превышает 0,045, из чего видно, что в природе «дэвий» довольно редкий металл».

В одной из следующих статей он дает другую цифру— 0,008—0,0001 % и указывает, что в некоторых рудах найдены лишь следы дэвия.

Вскоре, 8 сентября того же года, С. Керн доложил о своем открытии на заседании Русского физико-химического общества. Здесь он сообщил ряд подробностей, касающихся его открытия.

«Первоначальное количество дэвия в моих руках, — читаем мы в этом сообщении, — было 0,27 г, теперь он почти весь находится в разных испытуемых растворах. Небольшое количество его послано во Французскую Академию наук, а часть дэвия находится в руках инженера О. К. Алексева, который старается хотя бы приблизительно определить эквивалент дэвия». Затем он сообщает, что дэвий найден им в платиновых рудах из месторождения на острове Борнео.

Присутствовавший на этом заседании Д. И. Менделеев заинтересовался докладом С. Ф. Керна; и, по его предложению, было постановлено «ввиду интереса и важности предмета просить Керна явиться, если возможно, в будущее заседание общества и показать некоторые препараты соединений нового металла, равно как его реакции». Керн на этом заседании не присутствовал, и его доклад был зачитан по представленной им записке.

Дальше мы узнаем из протоколов заседаний, что Керн просил дать ему отсрочку по крайней мере на два месяца, так как химии, которым он поручил исследовать новый металл, Алексеев и Родман, едва ли ранее этого времени исследуют более обстоятельно этот металл.

Почти одновременно появилось еще несколько сообщений Керна в иностранных журналах, в которых он приводит некоторые дополнительные данные о новом элементе. Кроме того, Керн пытается определить место дэвия в периодической системе, между молибденом и рутением. Но высокий атомный вес (150—154) не согласовывался с этим предложением, на что обратил внимание и сам Керн.

На этом история с открытием нового элемента дэвия обрывается. Мы не знаем, производились ли Керном дальнейшие исследования и каковы были их результаты.

Можно было бы считать, что дэвий относится тоже к «усопшим» элементам.

Но вот недавно известный чешский химик И. Друце высказал предположение, что 75-й элемент периодической системы рений (Re), открытый Ноддаком и его сотрудниками в 1925 году, есть не что иное, как дэвий, полученный Керном в 1877 году. Оказывается, что характерные реакции и свойства рения совпадают с реакциями, описанными Керном для своего дэвия.

И. Друце называет дэвий предшественником рения.

«Усопший» элемент «дэвий» вновь ожил под именем «рений».





# СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ



В обычной химической практике и в нашем обиходе мы имеем дело только с одним жидким окислом — окисью водорода ( $H_2O$ ). Это наша вода. Но имеются еще два жидких окисла: высший окисел хлора — хлорный ангидрид ( $Cl_2O_7$ ) и высший окисел марганца — марганцовый ангидрид ( $Mn_2O_7$ ). Заметим, что водород образует еще второй жидкий окисел: перекись водорода ( $H_2O_2$ ).



Соли часто кристаллизуются с одной или несколькими молекулами воды. Например;

Медный купорос . . . . .  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
Железный купорос . . . . .  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
Квасцы хромовокалиевые . .  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ .

Имеются соли и с другими количествами кристаллизационной воды, даже с дробными. Наиболее интересными являются  $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , или  $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3\text{H}_2\text{O}$ .

Можно еще привести соль с полутора молекулами  $\text{Ni}(\text{SCN})_2 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ .

Предлагаем читателю собрать «коллекцию» хотя бы десятка солей, кристаллизирующихся с различным количеством кристаллизационной воды.

Свойство солей кристаллизоваться с молекулами воды является для нас вообще нежелательным. Так, например, глауберова соль кристаллизуется с десятью молекулами воды, и это увеличивает вес соли по сравнению с безводной почти вдвое. При перевозке этой соли, скажем, на стекольный завод, где она может быть применена вместо соды, пришлось бы перевозить громадное количество кристаллизационной воды.

Однако это свойство используется иногда интересным образом. При известной, вполне определенной для данной соли температуре водная соль переходит в безводную. Так, например,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при  $32,38^\circ$  переходит в безводную  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; водная соль  $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при температуре в  $50,67^\circ$  переходит в безводную соль. Эти температуры так же постоянны, как и температура таяния льда и температура кипения воды. Как при плавлении льда температура остается равной  $0^\circ$ , пока весь лед не расплавится, так и при переходе водной глауберовой соли в безводную температура ее остается постоянной.



Среди неорганических солей действительно имеются соли, сладкие на вкус. Таковы, например, соли элемента

второй группы бериллия. Бериллий вначале и назывался глицинием, вследствие сладкого вкуса его соединений (от греческого слова «гликос» — «сладкий»). Но наиболее замечательны в этом отношении комплексные соли тиосульфатов серебра, которые отличаются поразительно сладким вкусом. Особенно выделяется соль, сладкий вкус которой чувствуется даже при разбавлении 1 : 320 000.

Заметим, что сладкий вкус сахара начинает чувствоваться лишь при разбавлении 1 : 200 (т. е. в 0,5% растворе).

В этом вы, читатель, можете легко убедиться, проделав «на себе» следующий опыт. Приготовьте вначале более крепкий раствор сахара, например 5%, попробуйте его на вкус; затем постепенным разбавлением раствора получайте более слабые растворы до тех пор, когда уже сладость не будет чувствоваться. Так можно «уловить» ту степень разбавления, при которой сладость сахара только начинает чувствоваться.

После каждой пробы следует тщательно прополоскать рот. Чтобы разбавить раствор в 2 раза, нет надобности разбавлять весь раствор, а достаточно взять для этого часть его, например рюмку. Прибавив рюмку воды, получаем раствор вдвое слабее прежнего. Если у вас нет весов для взвешивания сахара, то сосчитайте количество кусков сахара в одной пачке сахара-рафинада, вес которой известен (500 г) и вычислите вес 1 куска. Но вы, вероятно, не получите того предела, который указан выше, так как чувствительность к вкусу субъективна, зависит от температуры раствора (в научных исследованиях это определение ведут с растворами при температуре в 37°), от качества воды (следует работать с дистиллированной водой) и другого.



Ответ на этот вопрос покажется несколько парадоксальным: существует только одна такая соль — наша обычная поваренная соль, хлористый натрий (NaCl). Все другие многочисленные соли чисто солевым вкусом не обладают. Вопрос о вкусе веществ разработан физиологами. Сущность его сводится к следующему.

Различают четыре основных вкуса: слад-

кий, кислый, горький и соленый. Сложив вещества, обладающие простым вкусом, получают смешанный вкус — горько-соленый, кисловато-сладкий и т. п.

Сладким вкусом обладают: сахар, глюкоза, фруктоза. По вкусу они не отличаются друг от друга. Кислым вкусом обладают кислоты — серная, соляная, азотная, уксусная. Они также по вкусу не различаются. Точно так же одинаковым горьким вкусом обладают различные алкалоиды: хинин, морфин, стрихнин. Но чистым соленым вкусом обладает только одна поваренная соль. Все другие соли обладают либо горьким вкусом, либо кислым, либо чаще всего смешанным вкусом.



### КАКОГО ЦВЕТА СЕРНИСТАЯ РТУТЬ?

Если вы будете получать сернистую ртуть в лаборатории, осаждая ее по реакции:  $\text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{HgS} + 2\text{HCl}$ , то увидите, что она черного цвета.

Если же вы занимаетесь живописью, то, вероятно, не согласитесь с тем, что она черного цвета, так как киноварь, с которой вы работаете (тоже ведь сернистая ртуть), — красного цвета.

Какого же цвета сернистая ртуть?

Правильный ответ будет такой: осажденная сернистая ртуть, полученная в лаборатории, — черного цвета, а природная киноварь — красного цвета. Имеются еще примеры, когда одно и то же вещество бывает в двух различно окрашенных видах.



### ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ НЕОДИМА И ПРАЗЕОДИМА

Неодим и празеодим являются элементами редких земель. Открытие и разделение редкоземельных элементов друг от друга чрезвычайно сложно и трудно.

Один из методов их разделения состоит в постепенной кристаллизации их солей; при этом более трудно растворимые соли отделяются от менее трудно растворимых.

Чтобы представить себе, насколько трудна и кропотлива такая работа, скажем, что при этом требуется производить тысячи кристаллизаций. На одной из стадий такой именно работы была получена бесцветная масса, которую исследователь этих элементов принял за самостоятельный элемент. Однако при дальнейшей кристаллизации оказалось, что вначале бесцветная масса понемногу стала окрашиваться. Получились соли двух элементов. Элемент, давший зеленое окрашивание, был назван празеодимом, а элемент, давший розовое окрашивание, — неодимом.

Почему же первоначально полученная смесь солей этих элементов была бесцветной?

Дело в том, что розовый цвет и зеленый цвет являются взаимодополнительными и как бы обесцвечивают друг друга. Смесь розовой соли и зеленой соли бесцветна. Можно проверить это на примере двух других солей, более доступных, чем чрезвычайно редкие соли неодима и празеодима. Возьмем раствор соли никеля, окрашенный в зеленый цвет, и раствор соли кобальта, обладающий розовым цветом, смешаем их. Получится бесцветный раствор смеси этих солей.



В своих воспоминаниях наш известный металлург А. Н. Павлов приводит следующий поучительный совет, который он, будучи студентом Горного института, подал своему товарищу-студенту. Вот что он пишет:

«Одним из вопросов, который нам профессор Сушин всегда задавал, был такой:

— Какого цвета это вещество?

Вещество по большей части было самое обыкновенное, но так как цвет запомнить очень трудно, если проходить химию только по учебнику, не видя вещества в природе, то многие проваливались на этом элементарном вопросе и потом возмущались придирчивостью Сушина.

Мой товарищ срезался на вопросе о том, какого цвета медный купорос.

— Неужели ты не знал? — спрашиваю. — Это такой простой вопрос.

— Да, — отвечает он со злостью, — не знал, и только ограниченные студенты это запоминают и знают.

Потом, успокоившись, продолжал:

— Я знаю, что железный купорос и медный купорос имеют синий и зеленый цвет, но какой из них синий, какой зеленый — хоть убей — не могу запомнить.

— Ты, однако, часто проходил мимо аптеки?

— Часто. Что же из этого?

— В окне аптеки выставлены два цветных шара, наполненные жидкостью. Оранжевый шар — это двуххромовокислый калий, а синий — медный купорос. Если бы ты хоть один раз поинтересовался, что в этих шарах, то на всю жизнь запомнил бы, что медный купорос — синего цвета, а значит, железный — зеленого».

Мы привели этот рассказ для того, чтобы посоветовать нашим читателям внимательно наблюдать цвета солей и их растворов, дабы не очутиться в таком же неприятном положении, как товарищ автора этого рассказа.

Кстати, читатель, какие вы еще знаете цветные растворы?



Часто задают вопрос: является ли данное химическое вещество безвредным или, наоборот, ядовитым. Это зависит от количества вещества. Имеются такие вещества, которые в малых дозах не только безвредны, но даже по-

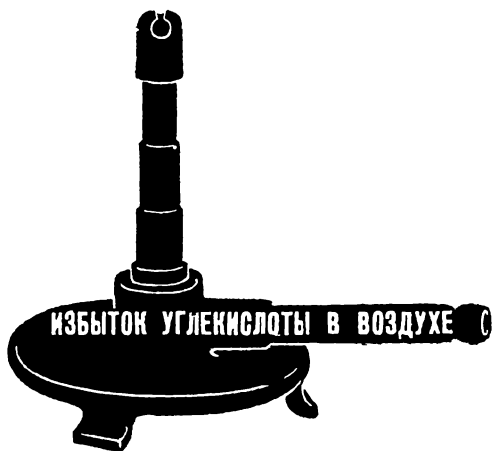
лезны и применяются с лечебной целью, но в повышенных дозах становятся сильными ядами. Таковы, например, соединения мышьяка.

Можно также назвать стрихнин. Это сильный яд. В минимальных количествах стрихнин является ценным лекарством.

Приведем пример обычной поваренной соли. Она является необходимым пищевым продуктом и, казалось бы, такой вопрос в отношении поваренной соли является неуместным.

Однако и здесь надо дать такой же ответ: большое количество этой соли, несомненно, вредно для нашего здоровья. При одновременном приеме 300—500 граммов соли может наступить смерть.

Итак, резкой границы между ядовитыми и неядовитыми веществами иногда провести нельзя.



Как известно, в атмосфере содержится 0,03% углекислоты ( $\text{CO}_2$ ). Пределом содержания углекислоты в здоровом воздухе считают 0,075%, то есть в 2,5 раза больше, чем в атмосфере. Воздух, содержащий 0,1% углекислоты, считают уже плохим, при 1% присутствие углекислоты обнаруживается неприятным ощущением; при 10% жизнь человека находится в опасности.



Оксись углерода — бесцветный, очень ядовитый газ без запаха и вкуса. Минимальная концентрация, которая может повредить человеку, равна 0,01% по объему, а концентрация 0,2% опасна для жизни. Непрерывное воздействие такой атмосферы может привести к смерти в течение одного часа. Если концентрация повышается до 0,5% по объему, то через несколько минут наступает бессознательное состояние и быстрая смерть.

Опасность при отравлении окисью углерода заключается в том, что потерпевший может вовремя не понять, что с ним происходит. При этом отравлении возникает головная боль, слабость, недомогание, «мушки» перед глазами. Человек в таком состоянии может сделать самую большую ошибку, а именно — лечь. Постепенно его начинает клонить ко сну, у него мутнеет сознание и немеют члены. Если он в конце концов начинает сознавать опасность то, как правило, это бывает слишком поздно и жертва отравления настолько ослабевает, что не имеет сил спастись.

Откуда же может попасть в наш «обиход» окись углерода? В первую очередь, если преждевременно закрыть вьюшкой топящуюся комнатную печь. Затем источником угарного газа может быть самовар, утюг, светильный газ.

К счастью, светильный газ отличается характерным запахом, по которому его можно безошибочно определить.





Этот вопрос обстоятельно разобран в книге Ю. В. Ходакова — «Общая и неорганическая химия». Вот что мы там читаем:

«На практически важный вопрос, при каких условиях уголь (и углеродосодержащие горючие вещества) сгорает в углекислый газ, а в каких — в окись углерода, до сих пор в учебниках дается неточный, а потому неверный ответ: при недостатке кислорода уголь сгорает в окись углерода, при избытке — в углекислый газ.

Если бы это было верно, комнатную печь нельзя было бы закрывать до полного исчезновения в ней раскаленных углей; между тем вековой опыт применения топлива показывает, что печи можно закрывать, не опасаясь угара, задолго до исчезновения углей.

Будет ли уголь сгорать в  $\text{CO}$  или в  $\text{CO}_2$ , зависит не только от недостатка или избытка кислорода, но и от температуры угля. Если температура угля недостаточно высока, он окисляется в  $\text{CO}_2$ , а не в окись углерода независимо от того, притекает ли к нему кислород в достаточном количестве или его недостает.

Мы не закрываем печь тотчас же после того, как дрова обратились в груды раскаленных углей, потому что благодаря сильному накалу углей еще существуют условия для реакции образования окиси углерода:  $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ .

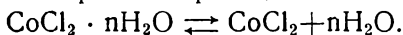
Но когда угли достаточно остынут, печь можно закрыть, не опасаясь, что образующийся в нижнем горизонте угольной кучи углекислый газ будет вступать в реакцию с углем и обращаться в ядовитую окись углерода. О том, что подходящий момент для закрывания печи наступил, мы узнаем по исчезновению голубых огоньков, вспыхиваю-

ших под накаленными углями в результате встречи струй горячей окиси углерода с притекающим через дверку печи воздухом».

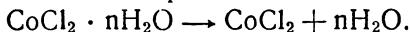


Если взять раствор хлористого кобальта и, обмакнув перо в этот раствор, сделать им надпись на белой бумаге, то надпись окажется незаметной. Когда же бумагу нагреют, то на ней явно выступит синяя надпись. При охлаждении на влажном воздухе надпись снова исчезает. Это основано на следующих свойствах хлористого кобальта.

Шестиводный и двухводный гидраты этой соли ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) имеют сравнительно слабый розовый цвет. Одноводный гидрат ( $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) — фиолетовый, а безводная соль ( $\text{CoCl}_2$ ) — синего цвета. При нагревании гидраты легко теряют воду, а безводная соль на холоду легко притягивает влагу из воздуха, так что имеет место обратимая реакция:



Если сделать надпись на белой бумаге раствором хлористого кобальта, то надпись будет незаметной, вследствие слабой розовой окраски этой соли. При нагревании же надписи (например, приложив бумагу к печке, к утюгу) реакция пойдет слева направо:



Так как образовавшаяся безводная соль обладает синим цветом, то и должна выступить синяя надпись.

Этим свойством кобальтовых солей и пользовались прежде для тайнописи. В настоящее время имеются более сложные составы для получения таких «чернил».



В семи пробирках находятся семь натриевых солей различных кислот, причем известно то, что среди них в од-

ной пробирке находится серноокислый натрий, остальные же соли неизвестны.

Для того, чтобы установить, какая соль находится в каждой пробирке, то есть сделать качественный анализ всех семи солей, на них подействовали слабой соляной кислотой, — и это дало возможность определить все семь солей.

Определение основано на следующем; представим себе, что при действии соляной кислоты: в первой пробирке выделился газ без запаха; во второй пробирке выделился газ с запахом тухлых яиц; в третьей пробирке выделился газ с запахом горящей серы; в четвертой пробирке выделился газ с запахом горящей серы и, кроме того, происходило помутнение раствора от выделившейся серы; в пятой пробирке выделился газ бурого цвета с едким запахом; в шестой пробирке выделился газ с запахом горького миндаля; в седьмой пробирке выделения газа и вообще какой-либо реакции не наблюдалось.

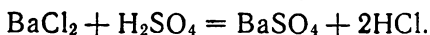
По этим характерным газам и запахам можно было определить, что в первой пробирке был углекислый натрий —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; во второй — сернистый натрий —  $\text{Na}_2\text{S}$ ; в третьей сернистоокислый натрий —  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; в четвертой — серноватистоокислый натрий —  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ; в пятой — азотистоокислый натрий —  $\text{NaNO}_2$ ; в шестой — цианистый натрий —  $\text{NaCN}$ , а в седьмой был, очевидно, серноокислый натрий —  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Первую реакцию — с углекислым натрием, третью реакцию — с сернистоокислым натрием, четвертую реакцию — с серноватистоокислым натрием ( тиосульфатом натрия) и седьмую реакцию — с серноокислым натрием — читатель может проделать в домашних условиях, — эти вещества легко доступны (их можно приобрести в аптеке, в фотомагазине), а выделяющиеся газы безвредны. Вместо соляной кислоты можно взять 6—8-процентную уксусную кислоту (столовый уксус). Опыт с цианистым натрием крайне опасен. Делать его нельзя.

**ОБОЗНАЧЕНИЕ В ХИМИИ**

Наиболее популярным методом химического (качественного) определения веществ является анализ их с по-

мощью той или иной реакции. Например, присутствие бария можно определить, пользуясь реакцией:



На раствор, содержащий ионы бария, действуют серной кислотой. Если бария имеется достаточное количество, выпадает осадок (сернокислый барий). Но такой способ все же недостаточно чувствителен.

Есть более чувствительные методы. Оказывается, что многие пахучие вещества можно гораздо точнее определить... обонянием.

То количество молекул, которое можно определить по запаху, примерно в 10 миллионов раз меньше, чем при определении обычным химическим анализом в пробирке.

Приводим таблицу определения некоторых веществ по запаху.

| Название вещества                    | Наименьшая концентрация, при которой ощущается запах; в мг/м <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|---|
| Аммиак . . . . .                     | 7—40  |
| Бензол . . . . .                     | 5   |
| Бром . . . . .                       | 1,5—33  |
| Окислы азота . . . . .               | 200   |
| Сернистый ангидрид . . . . .         | 7—13  |
| Сероводород . . . . .                | 1,4—8   |
| Синильная кислота . . . . .          | 1—1,5   |
| Уксусная кислота . . . . .           | 400   |
| Фенол (карболовая кислота) . . . . . | 4   |
| Хлор . . . . .                       | 3—14  |

В этой таблице приведены не самые пахучие вещества. Пахучестью веществ пользуются для определения их содержания в воздухе, например в воздухе промышленных предприятий. Рабочий, войдя в цех, сразу, без химического анализа, почувствует присутствие в воздухе подчас вредного газа. К сожалению имеются ядовитые газы и пары, которые не обладают запахом. Сюда относятся в особенности сильно ядовитые окись углерода CO, метиловый спирт и другие.

Некоторые запахи могут и должны быть известны и молодому читателю, например запах аммиака (нашатырного спирта), сернистого ангидрида (запах горящих спичек), сероводорода (напоминает запах тухлых яиц), уксусной кислоты, хлора (запах хлора имеет раствор белильной извести, хлором пахнет иногда водопроводная вода).

Некоторые пахучие вещества обладают чрезвычайно сильной устойчивостью.

К. Фламарион в своей книге «Атмосфера» рассказывает об устойчивости мускуса. «Пять сантиграммов мускуса, находящиеся в какой-нибудь комнате, развивают в ней резкий запах в течение многих лет, нисколько не теряя в весе; а коробочка, в которой они лежали, будет пахнуть вечно. Бумага, надушенная серой амброй, сохраняла запах даже сорок лет. Будучи ребенком, — продолжает Фламарион, — я купил у букиниста одну брошюрку, которая пахла мускусом. Брошюрка эта валялась и на ветру, и на солнце, а потом попала в мой книжный шкаф. На днях, случайно на нее наткнувшись, я убедился, что она по-прежнему пахнет мускусом».



В учебнике химии, в главе о производстве аммиака в присутствии катализатора читаем: «Так как многие вещества, будучи примешаны к смеси азота и воздуха, «отравляют» катализатор синтеза аммиака, то азотоводородная смесь тщательно очищается от примесей».

Откуда же берется выражение «отравить» катализатор? Ведь отравиться могут только живые существа, подвергаясь действию ядовитых веществ! Оказывается, что на катализатор действуют отравляюще большей частью как раз те же вещества, которые действуют отравляюще и на живые существа, в том числе на человеческий организм.

Изучение процессов катализа показало, что наиболее

вредно действуют на катализатор синильная кислота, сулема, мышьяковистая кислота, мышьяковистый водород, фосфористый водород, — то есть такие вещества, которые являются ядами и для человека.

Выражение «отравить» катализатор перешло сюда по аналогии с действием ядов на человеческий организм.

## В ПОВЕСТИ ПУШКИНА

В повести А. С. Пушкина «Барышня-крестьянка» видную роль в развитии сюжета играет «сурьма». Героиня повести, чтобы не быть узнанной, как читатель, вероятно, помнит, прибегла к помощи «сурьмы» и белил. Какое же свойство сурьмы было ею использовано?

Здесь под словом «сурьма» идет речь о самородном сурьмяном блеске ( $Sb_2S_3$ ), который в виде тончайшего порошка с древнейших времен применялся (и применяется на Востоке до сих пор) как косметическое средство — для подкрашивания бровей — и у нас назывался сурьмой.



В атмосфере промышленных городов всегда присутствует в более или менее значительных количествах сернистый ангидрид ( $SO_2$ ) быстро переходящий в серный ангидрид ( $SO_3$ ).

Присутствие их в атмосфере доказано химическими анализами.


Откуда же эти окислы серы поступают в атмосферу?

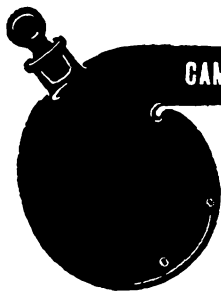
Ответ на этот вопрос может быть только один: из продуктов, получающихся при сжигании каменного угля, содержащего, как известно, серу, и от химических производств.

Любопытные данные были получены при анализах дождевой воды в двух районах, расположенных срав-

нительно близко один от другого, но из которых один является промышленным, а другой «не промышленный». В течение длительного времени делались параллельные анализы дождевых осадков в этих разных районах. Во всех случаях в промышленном районе находили значительно большее количество серной кислоты, чем в непромышленном. Дождевые капли, падая на землю, поглощают окислы ( $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ ) и растворяют их.

Не обязательно доказать это химическим анализом. Иногда достаточно наблюдательности. Один химик констатировал такой факт еще в 1885 году весьма остроумным образом. Дело в том, что красные и оранжевые афиши, которые расклеивались по городу, в течение нескольких месяцев делались совершенно белыми. Те же афиши за городом не теряли своего цвета. Из этого он заключил, что краска, которой эти афиши окрашивались, в городах разрушается серной кислотой, заключающейся в воздухе.





## САМАЯ УПОТРЕБИТЕЛЬНАЯ КИСЛОТА

Самая употребительная в нашем обиходе кислота является в то же время и самой «древней». Это уксусная кислота. Она была известна уже в глубокой древности. За много столетий до того, как стали известны теперь сбычные кислоты — серная, азотная, соляная. Уксусная кислота образуется в природе «сама», без участия человеческих рук, когда закисает какая-либо спиртовая жидкость, например слабое вино. А вино ведь тоже было уже известно в глубокой древности.

Скисание вина вызывается особыми бактериями, зародыши которых всегда имеются в воздухе. Под действием этих бактерий происходит окисление винного спирта в уксусную кислоту. Скисание вина и резко выраженные свойства образующегося при этом уксуса не могли пройти мимо внимания человека. Тогда уже знали, что образующаяся кислота может «растворять» такие вещества, которые в воде не растворяются. Знаменитый историк древности Плиний рассказывает о ценном напитке Клеопатры, изготовленном путем растворения в уксусе настоящих жемчугов.

Способ получения уксусной кислоты путем скисания спирта сохранился до сих пор. Но, конечно, этот способ теперь научно изучен, технически усовершенствован. Он применяется для приготовления уксуса, идущего на пи-



шевые цели. В больших же количествах, для технических целей, уксус получают из продуктов сухой перегонки дерева.

Под названием «столовый уксус» или просто «уксус» продается 6—8-процентный раствор уксусной кислоты; 70—80-процентная уксусная кислота называется уксусной эссенцией.



Образующаяся в печи зола — это несгораемая сухая масса, которая остается при сжигании растительных веществ — деревьев, соломы, стеблей подсолнечника и прочего. При сжигании органическое вещество окисляется до углекислоты и воды. Они улетучиваются. Азот при

сжигании также улетучивается в виде молекулярного азота. Но часть углекислоты связывается калием и кальцием, содержащимся в дереве, в  $K_2CO_3$  и  $CaCO_3$ . Небольшая часть кальция может остаться в виде  $CaO$  и также может быть связана с фосфорной и кремневой кислотами. В золе, кроме того, имеется магний в виде  $MgCO_3$  и другие основания.

В зависимости от сжигаемого органического вещества состав золы бывает различным.

Примерный химический состав золы (в процентах)

|                         | $P_2O_5$ | $K_2O$ | $CaO$ |
|-------------------------|----------|--------|-------|
| Сосна . . . . .         | 2,9      | 6,90   | 31,80 |
| Береза . . . . .        | 7,10     | 13,30  | 36,30 |
| Ржаная солома . . . . . | 4,70     | 16,18  | 8,50  |
| Подсолнечник . . . . .  | 2,50     | 36,28  | 18,54 |

Печная зола обладает щелочными свойствами; в этом можно убедиться следующим образом: возьмите щепотку золы, поместите ее в рюмку, облейте небольшим количеством воды и помешайте, чтобы зола немного растворилась. Затем отфильтруйте (например, через промокательную

бумагу) в другую рюмку. Пойдет бесцветная, прозрачная жидкость («фильтрат»), но это не чистая вода.

В фильтрате содержатся в растворенном виде разные соли, в том числе углекислый калий ( $K_2CO_3$  — поташ). Углекислый калий обладает так называемыми щелочными свойствами. Если на растворы таких веществ подействовать двумя — тремя каплями химического реактива, называемого фенолфталеином, то они окрашиваются в красивый малиновый цвет.

Чтобы завершить этот опыт, и надо воспользоваться фенолфталеином. Но не обязательно пользоваться этим реактивом. Если у вас дома нет фенолфталеина, купите в аптеке лекарственное вещество «пурген». Он продается в виде таблеток. Это тот же фенолфталеин, только с добавкой сахара.

Небольшой обломок таблетки пургена бросайте в рюмку с бесцветным раствором (фильтратом) и снова помешивайте. Раствор окрасится в красивый малиновый цвет.

Печная зола как щелочь может быть употреблена как химический реактив для определения, содержится ли в данном веществе аммиак. Обычно при помощи золы определяют, — является ли данное удобрение аммиачным или неаммиачным.

Просеянную сквозь сито золу и порошок испытуемого удобрения насыпают в пробирку (вместо пробирки можно пользоваться тонкостенной рюмкой или стаканом). Смесь обливают водой, лучше горячей, взбалтывают и определяют присутствие аммиака. Это позволяет решить, аммиачное или неаммиачное испытуемое удобрение. (Опыт делать осторожно, чтобы мокрая смесь не попала в глаза!)



Эта соль (углекислый кальций —  $CaCO_3$ ) применяется в качестве зубного порошка. Для выработки его пользуются искусственно приготовленным (осажденным) углекислым кальцием. Берут раствор гидрата окиси кальция— $Ca(OH)_2$ — и насыщают его углекислым газом. Применение природного углекислого кальция — мела — недопустимо, по-

тому что он содержит твердые остатки раковин, которые сильно царапают эмаль зубов и разрушают ее.

Углекислый кальций является также основной частью зубной пасты. А то, что зубной порошок и зубная паста являются углекислыми солями, читатель может проверить в домашних условиях.

Возьмите щепотку зубного порошка и в стакане облейте небольшим количеством столового уксуса. Выделится с шипением углекислый газ. То же произойдет и с зубной пастой.

Здесь будет следующая реакция:

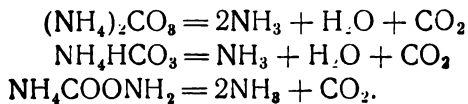


HAc — так сокращенно обозначается уксусная кислота ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ). Ac — кислотный остаток уксусной кислоты (от слова *aceticum* — уксусный).



Повседневню в пищу мы принимаем только одну соль — хлористый натрий — поваренную соль ( $\text{NaCl}$ ). Но для приготовления пищевых продуктов применяются и некоторые другие соли: селитра — азотнокислый натрий —  $\text{NaNO}_3$ ; эта соль применяется в домашнем хозяйстве для солений (например, мяса);  $\text{NaNO}_2$  — азотистокислый натрий — применяется для колбасных изделий; бура —  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$ ; она также применяется в качестве консервирующего средства (для икры зернистой и др); питьевая сода — двууглекислый натрий ( $\text{NaHCO}_3$ ) применяется для изготовления шипучих напитков (выделяет углекислый газ  $\text{CO}_2$ ), в хлебопечении (выделяющийся угле-

кислый газ разрыхляет тесто); соль, известная под торговым названием «аммоний углекислый», — это смесь углекислого аммония —  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , двууглекислого аммония  $(\text{NH}_4\text{HCO}_3)$  и карбаминовокислого аммония  $(\text{NH}_4\text{COONH}_2)$  применяется в кондитерском производстве. Интересна судьба этой соли. При высокой температуре в кондитерской печи происходят следующие реакции:



Таким образом, из этой смеси солей получаются летучие продукты ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ ), которые разрыхляют тесто и из него удаляются: в готовом печении «углекислый аммоний» не остается.



## НЕ „НА-ГОРА“, А ПОД ЗЕМЛЕЙ

Так добывают серу, залегающую на большой глубине. В буровую скважину, на глубину 200 метров и более, подают перегретую воду (при температуре около  $170^{\circ}$ ), которая расплавляет серу, а затем расплавленную серу нагнетают струей горячего воздуха по трубе, на поверхность земли. При этом вода вверх обратно не выгоняется, а рассасывается среди сопровождающих серу горных пород. Сера по этому способу получается очень чистой.

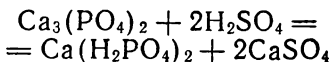
## ПРИ ПОМОЩИ СИЛЬНЕЙШЕГО ЯДА

Речь идет о добыче золота. Для этого по одному из способов применяют цианистый натрий ( $\text{NaCN}$ ), также цианистый калий ( $\text{KCN}$ ), которые, как известно, являются сильнейшими ядами. Золото извлекают из руд раствором цианистой соли, в котором золото растворяется, а затем из этого раствора осаждают золото в виде металла цинком или выделяют золото электролизом.

Заметим, что способность цианистых солей растворять золото (в присутствии растворенного кислорода) впервые открыта в 1843 году русским химиком Багратионом (1818—1876).

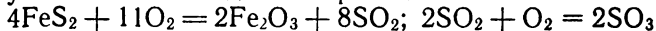


Вспомним, что производство суперфосфата основано на реакции:



и, следовательно, для него требуются фосфорит —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  — (или другие фосфаты) и серная кислота, которая в свою очередь

получается из колчедана по реакции:



и дальше:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Понятно, что такое производство целесообразно вести там, где имеются либо залежи фосфоритных минералов, либо колчеданы. Между тем мы с удивлением узнаем, что первый суперфосфатный завод в царской России был построен в 1892 году около Риги, на Балтийском море, где, как известно, тогда не было ни месторождений фосфоритов, ни колчеданов, необходимых для производства суперфосфата.

Чем можно объяснить выбор такого места для постройки суперфосфатного завода? Оказывается, что этот завод работал на привозном заграничном сырье. Фосфориты привозили... из Америки, а серную кислоту получали из колчеданов, привозимых из... Португалии!

Полезно вспомнить, что в настоящее время СССР занимает первое место в мире по производству суперфосфата, и именно из своего, советского сырья.



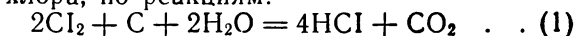
Как известно, при растворении некоторых веществ происходит разогревание раствора, реакция происходит с выделением тепла (при растворении же других веществ происходит охлаждение раствора, реакция происходит с поглощением тепла). Об одном интересном техническом применении реакции, происходящей с выделением тепла, читаем у Менделеева в его «Основах химии».

«Теплотой, развивающейся при растворении и даже при разжижении раствора, также иногда пользуются в практике.

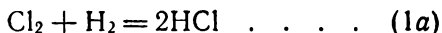
Так, едкий натр (NaOH), растворяясь в воде или взятый в крепком растворе, от прибавки воды развивает такое количество тепла, что может заменить топливо. В паровой котел, предварительно нагретый до кипения, вмещают другой котел с едким натром и заставляют образовавшийся пар входить в этот последний, через что парообразование идет довольно долгое время без топки за счет развивающегося тепла. Этим воспользовался Нортон для уличных бездымных паровиков».



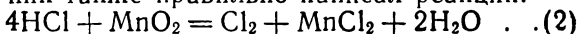
На вопрос, как получают в технике соляную кислоту (хлористый водород), ученик вполне правильно ответил, что соляную кислоту (хлористый водород) получают из хлора, по реакциям:



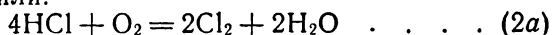
или:



На вопрос же, как получают хлор, ученик также правильно написал реакции:



или:



Получается «заколдованный круг». Соляную кислоту получают из хлора, а хлор получают из соляной кислоты!

Но вопрос разрешается следующим образом. Прежде действительно получали хлор из соляной кислоты, так что реакции (2) и (2a) правильны, но соляную кислоту получали тогда не из хлора, а из поваренной соли по реакции:



Ныне же, наоборот, соляную кислоту стали получать из хлора, так что реакции (1) и (1a) также правильны, но хлор берут не тот, который можно получить из соляной кислоты, а тот, который выделяется, как побочный продукт, в некоторых электролитических производствах. Например, при электролизе NaCl, который ведут с целью

получения NaOH. Этот хлор можно считать «бесплатным». Выделяясь в больших количествах, он не находил бы в достаточном количестве применения, а из него выгодно получать хлористый водород. Таким образом, обе написанные реакции, каждая для своей технической эпохи, вполне правильны. Заметим, что по реакции 3 (из поваренной соли) и сейчас получают большие количества соляной кислоты.



### КИСЛОРОД ИЗ... ВОДЫ И ВОЗДУХА!

В одном учебнике химии указывается, что существует много способов получения кислорода, но что все они состоят в получении этого газа либо из воздуха, либо из воды. Между тем мы знаем, что кислород можно получить и действительно получают из целого ряда других веществ, например из бертолетовой соли по реакции:  $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ , из хромпика, из пиролюнита ( $\text{MnO}_2$ ).

Как можно это согласовать с утверждением, содержащимся в учебнике? Но автор учебника дает простое доказательство справедливости своего утверждения.

Вспомним, как получают бертолетовую соль ( $\text{KClO}_3$ ). Подвергают электролизу раствор  $\text{KCl}$ ; при этом к хлору присоединяются три атома кислорода из молекул воды по реакции:  $\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2$ . Этот кислород и выделяется обратно из бертолетовой соли, если ее подвергать сильному нагреванию ( $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 1\frac{1}{2}\text{O}_2$ ).

Хромпик ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) получают прокаливанием хромовой руды со щелочью при доступе кислорода воздуха. При этом происходит окисление кислородом воздуха трехвалентного хрома в шестивалентный. Этот кислород и выделяется обратно из хромпика при действии на него серной кислотой. Следовательно, кислород действительно получают либо из воды (пример первый), либо из воздуха (пример второй). Предлагается читателю разобратъ с этой точки зрения и другие известные способы получения кислорода.





Были взяты для реакции два вещества. «Что получится в результате реакции?» — задал вопрос преподаватель.

— Раствор, обладающий белящими свойствами, — последовал один ответ.

— Нет. Здесь получится взрывчатое вещество, — был второй ответ.

— Здесь выпадает в осадок калиевая соль, — сказал третий, не соглашаясь с двумя предыдущими.

И, наконец, четвертый спрошенный ученик ответил:

— Эти два вещества были взяты для того, чтобы получить кислород.

Когда разобрали реакции, которые в действительности могут произойти между взятыми веществами, то оказалось, что все ответы в равной степени правильны.

Возьмем КОН и  $\text{Cl}_2$ . Вначале сразу произойдет реакция:



и тут действительно должен образоваться белящий раствор ( $\text{KClO}$ ).

Однако хлорноватистокалиевый калий ( $\text{KClO}$ ) сам собой медленно превращается в смесь хлористого калия и хлорноватокислого калия:



и дает бертолетову соль (взрывчатое вещество).

Но и бертолетова соль при нагревании превращается в более устойчивую систему, состоящую из смеси хлористого калия и хлорнокислого калия:



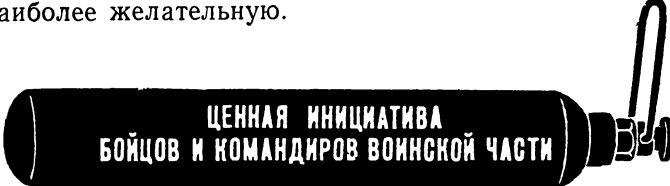
и в результате выпадает нерастворимый осадок.

Наконец, хлорнокислый калий при дальнейшем повышении температуры или даже при сравнительно низких температурах, но при содействии катализаторов, превращается в кислород и хлористый калий:



Таким образом, применяя разные температуры и избирая те или иные катализаторы, мы можем остановить процесс на любом из указанных этапов реакции: на образовании хлорноватистокалиевых солей (когда нам

нужны белящие соли); хлорноватокислых (когда нам нужна бертолетова соль, например, для спичечного производства); хлорнокислых на образование кислорода и хлористого калия. От искусства химика зависит из многих реакций, возможных при данных условиях, выбрать реакцию наиболее желательную.



**ЦЕННАЯ ИНИЦИАТИВА  
БОЙЦОВ И КОМАНДИРОВ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ**

Здесь речь идет о подземной газификации угля. Впервые мысль о подземной газификации твердого топлива высказал Д. И. Менделеев. В 1897 году он писал: «По моему мнению, в будущем можно ждать очень крупного удешевления стоимости каменноугольного топлива только при условии его превращения под землей же, по возможности в самих пластах (не выламывая их), в генераторные (воздушные) газы и при распределении их затем по трубам, для чего я не предвижу ни одной существенной трудности».

Интересно дальнейшее развитие этой мысли Менделеева. В 1912 году, — через четверть века после Менделеева, — выступил с таким же предложением английский химик В. Рамзай. Владимир Ильич Ленин в статье «Одна из великих побед техники» дал высокую оценку идее подземной газификации угля. К практической реализации этой смелой технической идеи было приступлено по инициативе бойцов и командиров 78-го кавалерийского полка, которые, прочитав статью В. И. Ленина обратились в 1930 году через газету «Новая техника» с призывом осуществить подземную газификацию угля.

«Мы, бойцы и начсостав 78-го кавалерийского полка, обращаемся ко всем ученым нашей страны, ко всем научно-исследовательским институтам, ко всему пролетарскому студенчеству химических и горных вузов, правлению «Союзуголь», к ВСНХ СССР и Украины, ко всем членам ВАРНИТСО и Комитету по химизации народного хозяйства с вопросом, который нас всех сильно, жгуче заинтересовал, за судьбу которого мы крайне беспокоимся, весь исторический смысл которого для нас

исчерпывающим образом освещен великим Лениным в его статье «Одна из великих побед техники».

В настоящее время уже существует ряд успешно работающих станций по подземной газификации угля.



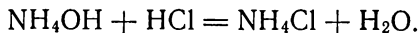
Лабораторный способ получения вещества не всегда применим в производственных условиях.

Покажем это на следующем примере.

Вы собираетесь посетить с экскурсией химический завод, в одном из цехов которого вы должны ознакомиться с производством хлористого аммония. Вы предварительно вспоминаете тот красивый опыт, который проделали в школе. В один цилиндр наливали соляную кислоту (HCl), в другой цилиндр — раствор аммиака (NH<sub>4</sub>OH). Оба цилиндра покрывали общим колпаком. Сразу под колпаком появлялся белый дым: это шло образование хлористого аммония по реакции: NH<sub>3</sub>+HCl=NH<sub>4</sub>Cl.

Но на заводе вы этого способа не увидите. В производственных условиях такой способ не даст хороших результатов, так как получающийся при этом дым состоит из чрезвычайно мелких частиц хлористого аммония, и полностью осадить их очень трудно.

Вы вспоминаете другую простую реакцию, также дающую хлористый аммоний, когда действуют на водный раствор аммиака водным раствором хлористого водорода (соляной кислотой):



Если полученный раствор затем выпарить, то должны

выпасть кристаллы хлористого аммония. Но и этот способ на заводе не одобряют. Дело в том, что при этом потребовалось бы выпарить большое количество воды.

Как же получают на заводе хлористый аммоний? Эту реакцию ведут в насыщенном растворе хлористого аммония.

Для реакции берут газообразные вещества. В таком растворе  $\text{NH}_3$  и  $\text{HCl}$  растворяются, а  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , конечно, не растворяется. Итак, в насыщенный раствор хлористого аммония вводят газообразные хлористый водород и аммиак. Выпавший хлористый аммоний легко отделяется в виде кристаллов.



Если предложить читателю вопрос, какая кислота находит наибольшее применение в промышленности, то вряд ли можно ожидать правильного ответа. Большинство назовет серную кислоту; многие отдадут предпочтение соляной кислоте, но мало кто назовет ту кислоту, которая действительно более других применяется в промышленности, именно угольную кислоту. Это объясняется тем, что угольная кислота находит применение лишь в ограниченном круге производств (но зато в громадных количествах) и не является товарным продуктом, не перевозится с завода на завод, а потребляется на месте производства.

Одним из главных потребителей угольной кислоты является содовое производство. На грамм-молекулу соды требуется теоретически грамм-молекула угольной кислоты, или на 106 граммов соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 44 грамма  $\text{CO}_2$ , то есть свыше 40% кислоты по весу соды! А ведь кальцинированной соды производят ежегодно миллионы тонн!

Другим крупным потребителем угольной кислоты является сахарное производство. Угольная кислота в этом производстве необходима для очистки сока, получаемого из сахарной свеклы. В процессе работы на предыдущих станциях завода получается соединение сахара с известью, так называемый сахарат кальция. Углекислый газ и

нужен здесь для разложения сахара. На грамм-молекулу сахара требуется одна грамм-молекула углекислого газа. На практике уходит больше. Можно считать, что на 100 весовых частей сахара требуется 20 весовых частей угольной кислоты.

Для наглядности скажем, что на производство, например, пачки сахара в 500 граммов на заводе уходит около 100 граммов углекислоты. Откуда же содовые и сахарные заводы получают угольную кислоту? Они получают ее тут же, на заводе, из известняка (или мела).



По сравнению со многими предметами нашего обихода спичечная головка очень мала. Однако в состав этой маленькой спичечной головки входит не меньше шести—семи веществ:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| бертолетова соль . . . . . | 46,5% |
| хромпик . . . . .          | 1,5%  |
| сера . . . . .             | 4,2%  |
| сурик . . . . .            | 15,3% |
| цинковые белила . . . . .  | 3,8%  |
| стекло молотое . . . . .   | 17,2% |
| клей костяной . . . . .    | 11,5% |

Не менее разнообразен состав намазки на боковой поверхности спичечной коробки:

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| красный фосфор . . . . .       | 30,8% |
| трехсернистая сурьма . . . . . | 41,8% |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| сурик, или мумия . . . . . | 12,8% |
| мел . . . . .              | 2,6%  |
| цинковые белила . . . . .  | 1,5%  |
| молотое стекло . . . . .   | 3,8%  |
| клей костяной . . . . .    | 6,7%  |

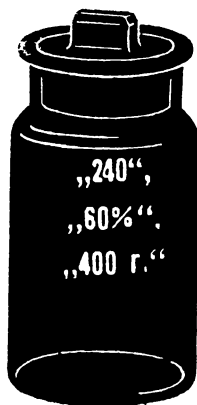
Каково назначение каждого из этих материалов?

Бертолетова соль, хромпик и сера являются теми веществами, благодаря которым зажигается головка спички. Остальные расходимые материалы служат для склеивания, подкраски всей массы, идущей для намазывания головок.

Молотое стекло, как вещество более твердое, служит для лучшего измельчения бертолетовой соли, что способствует быстрому образованию зажигательной смеси.

Какой процесс происходит, когда чиркают спичку?

Красный фосфор, который содержится в намазке («шкурка»), от трения переходит в ничтожных количествах в желтый фосфор — горючий. При этом он вызывает зажигание богатых кислородом веществ, входящих в состав головки: серы, бертолетовой соли, хромпика.



Перед нами кусок хозяйственного мыла. На нем мы видим отштампованные или выгравированные надписи и между ними числа 60%, 400 г., 240. Что означают эти числа?

Чтобы понять значение их, надо знать, как производится мыло.

Его готовят в основном из жиров. Обработка этих жиров содой приводит к тому, что они разлагаются, образуя глицерин и натриевые соли жирных кислот.

Эти натриевые соли и являются моющим веществом. В хорошем, правильно сваренном хозяйственном мыле их должно быть 60% от веса готового мыла. Это число и выгравировано на куске мыла.

Вес куска мыла при выпуске его с завода должен быть равен 400 граммам. Это второе число, которое обозначено на куске мыла.

Теперь подсчитаем, какое количество моющего вещества должно содержаться в продажном куске мыла. Оно равно:

$$\frac{400 \cdot 60}{100} = 240$$

Это третье число — «240», которое указано на каждом куске мыла. Оно называется качественным числом мыла.

Представим себе, что через некоторое время взвесили мыло и оказалось, что вес куска стал меньше, например 320 граммов. Мыло, как говорят, усохло. Оно потеряло часть (80 г) содержащейся в нем воды. Ухудшилось ли качество мыла? Нет, так как моющая часть при этом не потерялась. Если бы мы произвели анализ такого куска мыла, то нашли бы в нем не 60%, а 75% моющего вещества.

Качественное же число не изменится. Оно будет равно 240.

$$\frac{320 \cdot 75}{100} = 240$$



В директивах XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1956—1960 годы определяется объем производства важнейших видов промышленной продукции на 1960 год — последний год шестой пятилетки. Среди целого ряда других продуктов в группе химикатов указана кальцинированная сода. Ее намечено выработать 2 миллиона 420 тысяч тонн. Что это за продукт, название которого не так уж часто встречается в нашем обиходе, и почему его требуется так много?

Мы вспоминаем стиральные порошки, которые в нашем хозяйстве идут для стирки белья, для мытья некрашеных полов. Они иногда называются «содой». Действительно, в состав стиральных порошков входит кальцинированная сода. Но ведь для этого не требуется миллионов тонн.

Куда же идет все остальное громадное количество кальцинированной соды?

Кальцинированная сода (химическое название — углекислый натрий) находит широкое применение во многих отраслях промышленности.

Для производства стекла требуются в основном три сырьевых материала: известняк (или мел) ( $\text{CaCO}_3$ ), кварцевый песок ( $\text{SiO}_2$ ) и кальцинированная сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

Соды берут примерно одну четверть (немного более) от количества стекла, которое надо получить.

Теперь посмотрим, сколько пойдет соды на такой необходимый предмет нашего обихода, как оконное стекло. Передо мною окно; я измеряю при помощи линейки общую длину и ширину оконных листов и нахожу, что их общая площадь равна трем квадратным метрам.

Узнаю, что один квадратный метр оконного стекла весит примерно 5—6 килограммов, следовательно, общий вес стекла в обеих рамах равен 15—18 килограммам. Значит, только на одно это окно пошло кальцинированной соды около 5 килограммов. А сколько квартир нам надо будет построить в шестой пятилетке!

В директивах XX съезда КПСС требуется «построить за пятилетие в городах, рабочих поселках и сельских местностях, за счет государственных средств жилые дома общей площадью примерно 205 миллионов квадратных метров». Сколько же это будет квартир, сколько потребуется окон? Впрочем, мы в тех же директивах находим и непосредственный ответ на интересующий нас вопрос. Там указано, что производство оконного стекла на 1960 год — последний год шестой пятилетки — определяется примерно в 155 миллионов квадратных метров. На это, подсчитаем мы, потребуется почти 300 000 тонн кальцинированной соды. Надо учесть, что оконное стекло бывает и более тяжелое!

Но в нашем обиходе имеется еще немало других предметов из стекла: стаканы, рюмки, сахарницы, вазочки, банки, бутылки, зеркала и другое.

Для килограмма таких изделий требуется примерно такое же количество соды, как и для оконного стекла, — немного больше одной четверти килограмма. Если вы разбили стакан, который весит 200 граммов, то этим самым вы «уничтожили» больше чем 50 граммов кальцинированной соды.



Другим крупным потребителем кальцинированной соды является мыловаренная промышленность. Для производства мыла требуются различные жиры и та же кальцинированная сода, или каустическая сода, которая вырабатывается опять-таки из кальцинированной соды. Соды уходит около 6% по весу готового мыла (на туалетные мыла — несколько меньше). А ведь мыло мы расходует ежедневно.

Вспомним туалетное мыло, с потребления которого начинается наш день, хозяйственное мыло, которым стирается наше белье, банное мыло, мыло в порошке (для бритья), разные стиральные порошки, в состав которых входит мыло.

В середине прошлого века, когда был изобретен дешевый способ получения соды, стали быстро развиваться стекольное и мыловаренное производства.

Тогда говорили, что сода приносит нам свет (оконное стекло) и чистоту (мыло). Это свое значение сода не утратила до сих пор.

Впрочем, теперь кальцинированная сода частично вытесняется в мыловаренном производстве каустической содой, вырабатываемой не из кальцинированной соды, а другим путем (электрохимическим).

Кроме того, сода применяется еще в целом ряде других производств, например в бумажном, текстильном производствах, а также для получения многих других химических продуктов.

Какие материалы нужно иметь для производства кальцинированной соды? В основном два сырьевых материала: обыкновенную поваренную соль ( $\text{NaCl}$ ) и известняк (или мел) ( $\text{CaCO}_3$ ). Соли уходит примерно полторы тонны на тонну соды, а известняка немногим меньше — 1,3—1,4 тонны.

Кроме того, нужно еще небольшое количество аммиака.

Так как процесс получения соды ведется при высокой температуре, то потребуется еще большее количество топлива.

Таким образом, выработка огромного количества соды потребует увеличения добычи ряда сырьевых материалов, но это не встретит каких-либо затруднений. Запасы поваренной соли, известняка, каменного угля у нас колоссальные.



Почти в каждом химическом производстве, кроме основного продукта, получают еще побочные продукты, или, как их называют, отходы производства. Эти отходы обычно имеют малую ценность. Во многих случаях они даже являются помехой, так как загружают заводскую территорию. Но бывают случаи, когда отходы гораздо более ценны, чем основной продукт.

Для изготовления электрических проводов требуется медь высокой степени чистоты, так как уже незначительные примеси понижают ее электропроводность. Чтобы получить такую медь, «сырую» медь очищают (рафинируют) электролизом. Электролиз ведут в растворе медного купороса. Пластины сырой меди являются анодами. При этом на катоде осаждается почти совершенно чистая медь (99,9% Cu).

Производство это довольно дорогое, так как требует значительной затраты электроэнергии, но при этом получают настолько ценные отходы, что они полностью окупают стоимость электролиза. Эти отходы — золото, серебро, платина! Золото, серебро, платина в незначительных количествах содержатся в «сырой» меди, но извлекать их каким-либо другим способом было бы невыгодным. При электролизе же они осаждаются в виде шлама (вместе с некоторыми другими примесями), из которого они уже извлекаются сравнительно легко. На тонну перерабатываемой меди получается около 3 килограммов серебра, 10 граммов золота и некоторое количество платины.

Великий русский писатель А. М. Горький наблюдал процесс электролиза на одном из ленинградских заводов. Умение мастеров завода получать из электролизных отвальных шламов золото и серебро поразило писателя.

В заводском журнале Горький записал: «Многое удивило и обрадовало меня, а больше всего — шламовое производство... Из мусора и грязи рабочие добывают серебро и золото... Это — удивительно, как творческий процесс разума...»



Весной 1890 года морское и военное министерства поручили Д. И. Менделееву разработать вопрос о бездымном порохе. Д. И. Менделеев вместе с профессором И. М. Чельцовым были командированы за границу с секретной миссией.

Во Франции знаменитый химик Бертелло хранил молчание; на заводе показали кое-что, в том числе и заряженные патроны, но ничего взять с собой не разрешили.

Секрет изготовления французского пороха Д. И. Менделеев все же раскрыл следующим остроумным способом: он взял за несколько лет отчеты о количестве химических веществ, провезенных по железнодорожной ветке на пороховой завод, и вычислил их соотношение.

Когда Д. И. Менделеев впоследствии рассказал об этом Бертелло, тот только развел руками.



## РАСТВОРЫ И ИХ СВОЙСТВА



Вспомним решение следующей типовой задачи. Требуется приготовить литр 10-процентного раствора хлористого натрия ( $\text{NaCl}$ ). Узнав из таблицы, что удельный вес такого раствора равен 1,0768, мы подсчитываем, что литр такого раствора весит 1076,8 граммов и, следовательно, должен содержать:

$$\frac{1076,8 \cdot 10}{100} = 107,68 \text{ грамма соли.}$$

Отвешиваем на весах это количество хлористого натрия, помещаем в колбу, растворяем в небольшом количестве воды и доливаем воды до одного литра. Расчет показывает, что воды нужно прилить всего  $1076,8 - 107,68 = 969,12$  грамма, или, принимая удельный вес воды равным единице, 969,12 миллилитра.

Литр такого готового раствора содержит, следовательно, воды несколько меньше, чем литр. Увеличение объема до литра происходит за счет растворенной соли.

Так обычно всегда и получается: для приготовления литра раствора какой-либо соли нужно взять воды меньше чем литр. Но является ли это правилом, не имеющим исключения? Решим следующую задачу.

Требуется приготовить литр 1-процентного раствора соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Удельный вес такого раствора равен 1,0097. Сколько нужно взять для этого соли и сколько

воды? Сделав расчет по предыдущему, мы найдем, что к отвешенному количеству соды нужно прилить 1000,4 грамма воды, то есть больше чем литр! Этот раствор займет объем не только меньший суммы объемов соды и воды, но даже меньший, чем вода, в нем содержащаяся.

Такое интересное свойство слабых (до 1%) растворов соды подмечено и описано Д. И. Менделеевым: «Подобный случай сравнительно редок (еще у едкого натра)», — замечает он и приводит еще пример 5-процентного раствора едкого натра, удельный вес которого равен 1,057. Легко подсчитать, что для приготовления литра такого раствора требуется взять 1,004 литра воды; и, следовательно, такой раствор занимает объем меньший, чем вода, служащая для его приготовления.

Читатель легко может заметить, что такие растворы должны обладать сравнительно большим удельным весом.



Приготовим насыщенный раствор какой-нибудь соли, например азотнокислого натрия ( $\text{NaNO}_3$ ). Добавим в такой раствор еще 1 грамм этой же соли. Выпавший осадок отфильтруем, высушим и взвесим. Он будет весить 1 грамм. В этом и состоит свойство насыщенных растворов. Если бы выпавший осадок азотнокислого натрия весил меньше 1 грамма, то это показало бы, что первоначальный раствор не был еще насыщенным. Если бы, наоборот, осадок весил больше 1 грамма, то это... Но тут читатель скажет, что такой случай вообще невозможен. Ведь раствор не был пересыщенным. Однако в действительности в некоторых случаях осадок может весить больше, чем было введено добавочной соли в насыщенный раствор. Возьмем насыщенный раствор сернокислого натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Добавим к этому раствору еще 1 грамм этой соли. Этот лишний грамм и должен выпасть в осадок. Но сернокислый натрий кристаллизуется с десятью частицами воды. Поэтому выпавший осадок увлечет из

раствора некоторое количество воды, и количество воды в растворе уменьшится, раствор на некоторое время станет перенасыщенным и из него должно выпасть дополнительно еще некоторое количество соли. Таким образом, в осадке будет содержаться больше чем 1 грамм безводной соли. В этом и можно убедиться, если осадок отфильтровать, высушить, прокалить для удаления кристаллизационной воды и взвесить.



Возьмем какую-либо обычную хорошо растворимую соль. Примем концентрацию насыщенного раствора такой соли равной (округленно) 10 молей в литре. Сопоставим с такой концентрацией концентрацию насыщенного раствора йодистого серебра ( $\text{AgJ}$ ). Эта соль относится к труднорастворимым: растворимость ее равна  $10^{-8}$  молей в литре. Следовательно, по сравнению с обычной солью насыщенный раствор ее содержит примерно в  $10^9$ , то есть в 1 000 000 000 раз меньше растворенного вещества. Но это еще не предел разбавленности насыщенного раствора. Берем сернистое серебро ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ); растворимость его равна  $10^{-17}$  молей в литре, то есть в  $1\,000\,000\,000 = 10^9$  раз меньше, чем растворимость  $\text{AgJ}$ .

Перейдем, наконец, к еще менее растворимой соли, например к сернистой ртути ( $\text{HgS}$ ). Концентрация насыщенного раствора этой соли равна  $10^{-26}$  молей в литре, то есть в  $1\,000\,000\,000 = 10^9$  раз меньше, чем  $\text{Ag}_2\text{S}$ , а

по сравнению с обычной хорошо растворимой солью ее концентрация будет в  $10^9 \cdot 10^9 \cdot 10^9 = 10^{27}$  раз меньше. В 100 литрах такого насыщенного раствора едва содержится 1 молекула сернистой ртути. Нельзя не признать, что такой насыщенный раствор является в то же время и разбавленным.

Читатель вправе спросить: а как же можно себе представить такой раствор? Ведь если взять литр такого раствора, то в нем даже и одной молекулы не будет!

Однако с возможностью существования подобных разбавленных растворов и их действительным значением приходится считаться.

Наш ученый Н. П. Кравков проводил исследования над действием ядов и установил, что степень разведения, при которой яды могут еще проявлять активность, равнялась  $10^{-32}$ , то есть дроби, числитель которой равен единице, а знаменатель — единице с тридцатью двумя нулями. Такое действие Н. П. Кравков объяснял воздействием уже продуктов распада молекул.



Общеизвестен опыт с плавающим яйцом. Удельный вес куриного яйца несколько больше единицы. Поэтому куриное яйцо в воде тонет. Если же добавить к воде немного соли, то яйцо всплывает вверх: удельный вес соленого раствора стал больше, чем удельный вес яйца. Удельный вес растворов солей вообще больше единицы. Наибольший удельный вес имеют насыщенные растворы. При этом среди обычных веществ редко приходится встречать растворы, имеющие удельный вес больше, чем 1,3—1,5 (удельный вес серной кислоты доходит до 1,84).

Но среди нескольких тысяч известных растворов ученым удалось найти несколько таких растворов, удельный вес которых значительно превосходит эту величину. В таких растворах не будут тонуть такие тяжелые предметы, как кирпич, стекло, многие «камни» и другое. Наиболее интересным является раствор йодной ртути ( $\text{HgJ}_2$ ) и йодистого бария ( $\text{BaJ}_2$ ). Удельный вес его равен 3,58. Та-

кие минералы, как кварц, полевой шпат, берилл, плавают в нем. Этот раствор был найден в конце прошлого столетия профессором Горного института в Петербурге К. Д. Сушиным, по имени которого он и называется (жидкость Сушина). Близкий к нему раствор йодной ртути ( $\text{HgJ}_2$ ) и йодистого калия (KJ) имеет удельный вес 3,19 (жидкость Туле). У Д. И. Менделеева описан насыщенный раствор метавольфрамовокислого натрия, который имеет удельный вес 3,02. В последнее время найден еще более «тяжелый» раствор — это раствор смеси мелонновокислого и муравьинокислого таллия, удельный вес которого 5,0.

Эти растворы имеют не только научное, но и практическое значение: они применяются для разделения минералов по удельному весу.





## СТАРИННЫЕ И ОБРАЗНЫЕ НАЗВАНИЯ



Под этим названием известен эффект горения родановой ртути. «Фараоновыми змеями» это интересное явление названо потому, что при горении объем этой соли увеличивается в сотни раз и образующаяся губчатая масса окиси ртути своей причудливой формой напоминает извивающихся змей.



Некоторые сернистые руды еще со времен алхимии называют «обманками». Так, известны цинковая обманка, марганцовая обманка. Такое название эти руды получили потому, что они, имея вид обычных металлических руд,

«обманывали» первых рудокопов. При простом обжигании на воздухе и плавлении с углем они не давали металла, какой обычно получается этим способом из всяких других руд.



Так называют уксуснокислый свинец. Другое название этой соли — «свинцовый сахар».

Эта соль обладает сладковатым вкусом и потому получила свое название «сахара», а «сатурн» — алхимическое название свинца. Соль эту на вкус не пробовать, — ядовита!

Сахар-сатурн применяется при крашении тканей. В медицине свинцовый сахар применяется для компрессов и наружных промываний.



Если погрузить подвешенную палочку цинка в раствор соли свинца, то свинец на ней осаждается обычно в виде красиво разветвленных кристаллов, напоминающих дерево.

Этот эффект носит название «сатурнова дерева» или «свинцового дерева».



Так называют виннокислую соль калия и окиси сурьмы. Эта соль применялась в медицине в качестве рвотного средства (ныне для этих целей рвотный камень редко применяется, ввиду ядовитости сурьмянистых соединений вообще и этой соли в частности).

Один автор в свое время писал, что препараты сурьмы убили в Париже большее количество людей, чем шведский король в Германии. «Рвотный камень» находит применение в красильном деле.



Такое название материала, применяемого в резиновой промышленности — «белая сажа», — звучит несколько парадоксально. Ведь сажа черная! Что же такое «белая сажа» и почему она получила такое название?

Это особым образом приготовленная аморфная окись кремния ( $\text{SiO}_2$ ) белого цвета.

Конечно, с обыкновенной сажей, которая представляет собою чистый углерод, белая сажа ничего общего не имеет, но так как она в резиновой промышленности применяется для тех же целей, что и обыкновенная сажа, то она и получила название «белой сажи».

Обычная сажа применяется в качестве наполнителя, улучшающего свойства резины.

Для изготовления черных резиновых изделий применяют такую именно сажу, а для изготовления цветных резиновых изделий применяют «белую сажу».



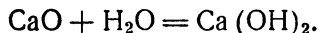
Эти два термина, широко распространенные у наших строителей, обозначают, в сущности, два химических вещества: «кипелка» — окись кальция ( $\text{CaO}$ ), «пушонка» — гидрат окиси кальция —  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Чем же объяснить эти образные названия?

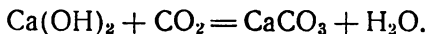
Чтобы ответить на этот вопрос, надо знать свойства и применение извести как строительного материала. Природный известняк ( $\text{CaCO}_3$ ) обжигают; при этом получается в виде кусков окись кальция (обоженная известь):



Затем куски полученной обоженной извести закладывают в ямы и заливают водой. Это называется гашением извести. При этом получается гидрат окиси кальция:



Гашеная известь с водой образует пластичное тесто, которое затвердевает и прочно сцепляет отдельные строительные части, например кирпичи. Эта связующая масса превращается затем под действием углекислоты из воздуха в углекислый кальций:



Название «кипелка» произошло оттого, что при гашении кусков обожженной извести происходит сильное разогревание массы (кипение); название «пушонка» дано гашеной извести потому, что она получается в виде тонкого, пушистого порошка.



Миниатюра — это нарисованное и раскрашенное украшение в древних рукописных книгах. Офорт — это способ гравирования, при котором линии рисунка процарапываются резцом в смоляном слое, покрывающем металлическую доску, и затем подвергаются травлению азотной кислотой. Офортом называется также самая гравюра, исполненная таким способом.

Но какое же отношение имеют эти два термина из области искусства к химии?

Оказывается, что слово «миниатюра» происходит от латинского минимум (*minium*), обозначающего окись свинца, из которой изготовлялась краска, которой раскрашивались рукописные книги, а слово «офорт» по-французски значит: «азотная кислота» (*eau forte* — буквально «крепкая вода»; у нас прежде называли ее: «крепкая водка») и напоминает о способе изготовления гравюр.



В заключение этой главы приведем цитату из одной оды Ломоносова, где он в следующих стихах воспекает грядущее мирное строительство:

«Мечи твои и копыя вредны  
Я в плуги и в серпы скую.  
Сквозь воздух, огонь и смерть в полках,  
Разить не будет серный прах,  
Но, озарив веселы ночи,  
Восхитит зрящих дух и очи».

Эту цитату нельзя понять, если не знать, что старинное выражение «серный прах» означает «серный порох».

Серный порох широко применялся тогда для фейерверков.



## О Г Л А В Л Е Н И Е

|  |    |
|--|----|
| Названия химических элементов . . . . .              | 3  |
| Распространение элементов в природе . . . . .        | 9  |
| Химические элементы в быту . . . . .                 | 19 |
| Химический язык . . . . .                            | 31 |
| Атомы и молекулы . . . . .                           | 35 |
| Периодическая система элементов . . . . .            | 39 |
| Простые вещества, их свойства и применение . . . . . | 44 |
| Сложные вещества, их свойства и применение . . . . . | 56 |
| Кислоты, щелочи и соли в нашем обиходе . . . . .     | 71 |
| Химическая технология . . . . .                      | 76 |
| Растворы и их свойства . . . . .                     | 91 |
| Старинные и образные названия . . . . .              | 96 |



## ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

*Все ли вам понятно в прочитанной книге, помогли ли вам наши советы, какие книги серии «В помощь самодеятельности пионеров и школьников» вы хотели бы еще прочитать?*

*Пишите по адресу: Ленинград, наб. Кутузова, 6. Дом детской книги Детгиза.*

## ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

### **ХРАПКОВСКИЙ АЛЕКСАНДР ИСААКОВИЧ** **«ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОЧЕРКИ ПО ХИМИИ»**

Ответственный редактор *Г. П. Гроденский* Художник редактор *Н. Д. Полозов* Технический редактор *Л. Б. Леонтьева* Корректоры *М. М. Юдина* и *Н. В. Богачева*. Подписано к набору 2/1 1958 г. Подписано к печати 17/V 1958 г. Формат 84 × 108<sup>1</sup>/<sub>2</sub> см. Печ. л. 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Усл. п. л. 5,34. Уч.-изд. л. 4,31. Тираж 90 000 экз. М-04426. Ленинградское отделение Детгиза. Ленинград, наб. Кутузова, 6. Заказ № 147.

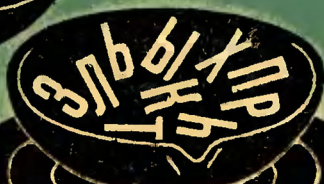
---

2-я фабрика детской книги Детгиза Министерства просвещения РСФСР.  
Ленинград, 2-я Советская, 7. Цена 2 р. 30 к.



2 р. 30 к.


ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА





**Библиотека  
бесплатных  
учебников на  
сайте:**

***ussrvopros.ru***

перейти  **К**  
***каталогу***