XI 19

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА.

Инженер-технолог С. ЕЗЕРСКИЙ.

Популярные очерки по химии.

ОЧЕРК 3-й.

КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ХИМИИ

(Простое слово об основных химических законах.)

ДВГНБ

Цена 4 руб.

ДВ
государственная
научная библиотека

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.
Москва, — 1919.

ЭР02151

Никем из книгопродавцев указанная на книге **цена не может быть повышена.**

Государственное Издательство.

ДВГНБ

Вторая Государственная типография, Трехпрудный, 9.

ЭР02151

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Предлагаемый третий очерк предназначается тем читателям, которые, не довольствуясь описательной и опытной стороной химических реакций, пожелают заглянуть в самую сущность их. Поэтому в настоящий очерк не включено описание опытов и отдельных химических процессов. Для чтения очерка необходимо хотя бы элементарное знакомство с химическими реакциями; последнее можно почерпнуть из первых двух очерков или приобрести иным путем. Автор полагает, что третий очерк будет полезен и тем, кто приступает к изучению элементарной химии и затрудняется усвоением атомистического мировоззрения и вытекающих из него следствий.

По мысли автора третий очерк должен закончить „введение в химию“ и дать конкретное представление о целях и средствах химии. Это „введение“ может послужить основой к систематическому изучению химии по школьной или внешкольной программе.

Как и в первых двух очерках, автор обращается с покорнейшей просьбой ко всем читателям указать замеченные ими недочеты и желательные дополнения. Всю корреспонденцию по этому поводу автор просит направлять по адресу: Москва, Большая Тверская-Ямская улица, д. № 16.

С. Езерский.

ЭР02151

ДВГНБ

ЭР02151

«...При помощи науки, без насилия, любовно, но твердо устраняются предрассудки, неправда и ошибки, и достигается охрана добытой истины, свобода дальнейшего развития, общее благо и внутреннее благополучие»...

Д. И. Менделеев.

Когда бы люди на свете ни жили, всегда существовало у них желание объяснить себе, из чего, собственно, состоит мир, откуда в мире появляются растения, люди и куда они потом деваются. Попытки объяснить все это существовали всегда; есть очень интересные толкования, очень забавные объяснения, и с них мы и начнем наш настоящий очерк.

Одно время было очень распространено такое мнение: в природе, дескать, есть запасы всех изделий. В ней есть запас костей, мяса, волос и пр. Человек все это должен есть, тогда у него в теле будут и кости, и мясо, и волосы. Человек, значит, должен брать в природе все готовое, а его организм все это рассортирует и поставит на свои места. Это толкование было очень живуче: еще и сейчас можно найти людей, которые твердо уверены, что мускулы и сила в человеке будут только тогда, когда человек будет есть мускулы животных (мясо). Это мнение было скоро опровергнуто простым рассуждением: у человека есть кости,—но ведь костей человек не ест? У человека есть волосы, ногти, но ведь он их тоже не ест? Откуда же они могут взяться? Наконец, есть люди, так называемые „вегетарианцы", которые и мяса не едят, однако у них есть и мясо, и кости, и все то, что есть у людей с мясным питанием. Значит, неверно то, что в природе есть запас готовых изделий. Очевидно, в природе есть какие-то мудрые мастерские, которые берут одни вещества (овощи, хлеб,

ЭР02151

масло) и превращают их в другие (в мускулы, кости, волосы и пр.). Вот этими-то превращениями и занимается химия; она пытается узнать, как одни вещества порождают совсем другие. Как это, например, зарезав корову, берут жир, из жира получают стеариновые свечи, наконец, стеарин сгорает,—из него получается еще что-то непонятное, совсем не похожее на тот жир, который был взят из убитой коровы. Как нам разобраться в этих превращениях и, главное, как нам управлять ими, заставить эти превращения совершаться так, как нам будет полезней? Есть только один способ для этого—способ, указанный в военном деле: „чтобы победить, надо сначала узнать врага". Как же теперь нам „узнать врага"? Для этого надо постараться его увидеть и хорошенько рассмотреть. Потом надо проследить, как этот „враг" ведет себя, и заметить, что из этого поведения получается. Наконец, надо проверить свои наблюдения тем, что попытаться самому искусственно проделать те же превращения; это будет называться „опытом", и опыт должен подтвердить, правильно ли было наше „наблюдение". Вот наблюдение и опыт и составляют первую помощь, первое средство для познания природы. Наука химия—еще совсем молодая наука. Только недавно она стала на ноги и выучилась смотреть на природу открытыми глазами. Тем не менее и в этом своем раннем возрасте химия сумела показать такие удивительные превращения и такие дивные порядки, что ее наблюдениям не грех поучиться и всем. Надо только стать на правильную дорогу и толково проследить все способы передвижения по этой дороге. К этому мы сейчас и перейдем.

Возьмем для примера самое обыкновенное наблюдение, как горит свеча. Что тут происходит химическое изменение, это совершенно ясно: из свечи получается газ и вода (см. наш первый очерк „Что такое химия и чему она учит"). Из твердого тела получаются два новых: одно—жидкое (вода), другое—газ (углекислый газ). Как же это произошло? И что из себя представляет вода и углекислый газ? Химия учит, что углекислый газ состоит в свою очередь из углерода (угля) и газа кислорода, а вода состоит из двух газов: кислорода и водорода. Как же это газы, смешавшись, могут дать и жидкость (воду) и твердое тело (стеарин)? Что же из себя представляет газ? По тому обстоятельству, что из газа получаются в конце-концов твердые тела, можно предположить, что в самом газе уже есть твердые частички; картину превращения тогда придется нарисовать так: газ со-

ЭР02151

стоит из твердых частиц, которые не собраны в плотную кучу, а как пыль висят в воздухе одна около другой. Если эти частички сблизить между собой, то они образуют жидкость (как пыль на дорогах превращается в тончайший сыпучий порошок), наконец, если еще больше сблизить газовые частички, то получится твердое тело (так и пыль можно спрессовать, и получится кусок земли). Раз у нас в мозгу возникло предположение, что газ состоит из маленьких твердых частиц, нам нужно проверить это. Тут возникает, оказывается, большая трудность. Дело в том, что ни глазами, ни помощью микроскопа еще не удалось никому увидеть этих частиц. Однако большого значения придавать этой трудности не следует. Мы решим вопрос окольными путями, да кстати установим очень интересный способ решения некоторых вопросов. Раньше думали, что только тот мост, связывающий два берега, крепок, который утвержден на больших, прочных основах. Поэтому мосты строили, начиная с устоя, с „быка“, и делали этот устой особенно прочным. Теперь умеют строить крепкие мосты без главного устоя: с берега на берег протягивают тонкие нити, их скрепляют такими же тонкими нитями и в конце концов получают кружевной, легкий, но прочный висячий мост без основного устоя. Так и в химии: где нет возможности опереться на прочный устой, там химики идут окольными путями, протягивают тонкие нити. Одна такая нить, конечно, не крепка, но если нитей много, то образуется уже веревка, а то и канат, и связь получается прочная. В том случае, который мы затронули, нам предстоит связать между собой легкий газ и крепкое твердое тело. Для связи мы предположим, что газ состоит из маленьких твердых частиц, разделенных некоторым пространством, и теперь нам нужно доказать это предположение. Мы сказали уже, что увидеть эти частички нельзя,—значит, у нас нет устоя, на который мы могли бы твердо опереться, и нам приходится тянуть отдельные нити. Первую нить, первую связь газа и твердого тела даст нам уютный самовар в зимний вечер. Вы, вероятно, замечали, что от самовара отделяется пар и пропадает в воздухе комнаты. Пар взялся из воды (вода—жидкость), а вода может быть получена изо льда (твердого тела). Но и лед, и вода, и пар имеют, как дознались химики, один и тот же состав, одни и те же химические свойства. Только из воды пара получается много, большой объем,—значит, частицы воды рассеиваются, располагаются реже, висят в воздухе как пыль и

ЭР02151

глазом не видны. Вот первое маленькое указание, что пар (газ) содержит в себе те же частицы, что есть во льду, т.-е. в твердом теле. Это указание дает нам кипящий самовар, а другое указание даст нам еще одно явление, связанное с самоваром. В зимнее время вы могли заметить, когда в комнату вносят кипящий самовар, что скоро запотевают оконные стекла, а если мороз крепкий, то на стеклах образуются и льдинки. Вот наша вторая нить. Из невидимого водяного пара получилась сперва вода, а потом лед, и при этом *химического* изменения не произошло. Это еще одно подтверждение, что в газе (водяном паре) уже имеются твердые частицы, и лед как раз и представляет собой плотное семейство этих твердых газовых частиц.

Третья наша нить—то открытие, что все газы, известные нам до сих пор—и воздух, и водород, и углекислый газ — могут быть получены в жидком и твердом состоянии совершенно подобно тому, как водяной пар при охлаждении дает воду и затем лед. Жидкий и твердый воздух получены при страшно низкой температуре, при морозе в 200 с лишним градусов; это очень интересные вещества со многими замечательными свойствами, но за недостаточностью места мы не можем на них остановиться. Подробности о жидком и твердом воздухе читатель найдет в любой хорошей книге по химии, для нас же теперь интересно только отметить, что, значит, и воздух может превратиться в твердое тело, значит, в газообразном воздухе есть твердые частицы.

Четвертой нитью, приводящей тоже к тому, что газы представляют собой плавающие в воздухе твердые частицы, служит интереснейшее наблюдение над ново-открытым веществом—радием. Дело в том, что радий непрерывно выделяет из себя газ гелий (в роде того, как некоторые вулканы непрерывно выбрасывают клубы дыма), так что, если радий поместить в баночку, то через некоторое время в баночке можно найти гелий. Но интересно для нас не то явление, что радий выделяет из себя гелий, а то, что химикам удалось в и д е т ь глазами, как этот гелий выбрасывается из радия, удалось видеть путь полета гелия, след, который он оставляет. Это уже и не нить, а целая веревка в нашем мостике. Каким же образом можно видеть этот след? Дело в том, что химикам уже давно известно интересное вещество под мудреным названием *„платино-синеродистый барий“*. Интересным в этом веществе является его способность светиться, когда его стараются истолочь или растереть. Если платино-синеродистый

ЭР02151

барий ровным и тонким слоем намазать на стеклышко, то получится то, что химики называют экраном из платино-синеродистого бария. Достаточно по этому экрану провести ногтем, как на нем вспыхнет светлая полоска, это—след, который оставляет ноготь, разрушая на своем пути частицы платино-синеродистого бария. Если сыпать на экран тонкую пыль, то на нем будут вспыхивать отдельные искорки от ударов отдельных песчинок. И вот, если экран расположить очень близко от радия, то при рассматривании в микроскоп видны те же явления, что видны, когда по экрану водят ногтем или сыпят пыль: экран светится черточками или точками, как будто по нем скользит или о него стукается твердое тело. Это скользят по экрану и стукаются о него твердые частички газа гелия, и светлый след есть путь, по которому частицы газа гелия вылетают из радия.

Наконец, приведем еще одну нить,—она нам укажет не только связь газа с твердым телом, но и позволит заглянуть в область химических превращений, реакций. Давно уже химикам известно, что смесь газа водорода с газом кислородом сильно взрывает, если ее поджечь. Также взрывают и смеси газов: водорода с хлором, кислорода с болотным газом и другие. Эти взрывы невидимых и непонятных газов получили очень правдоподобное объяснение, когда стали известны взрывы другого сорта. Во-1-х, было замечено, что тонкая угольная пыль, смешанная с воздухом (пыльный угольный воздух) взрывается не хуже, чем смесь газов. Во 2-х, были замечены случаи взрыва пыльного мучного воздуха на мельнице. И в том и в другом случае явно участвовали твердые частицы и давали тот же результат, что дают и газы.

Мы могли бы привести здесь еще много нитей, но полагаем, что и тех наблюдений, которые мы привели выше, достаточно, чтобы послужить довольно прочной связью для заключения, что газы представляют из себя мельчайшие твердые частицы.

В больших и подробных книгах по химии изложены не только более доказательные расчеты и наблюдения, но даже определена и величина этих мельчайших газовых частичек. Описание всех способов определения величины и состояния газовых частичек заняло бы слишком много места, да и необходимые расчеты под силу только людям, хорошо знакомым с математикой, так что здесь мы их опускаем. Мы приведем только готовые результаты, полученные химиками: химики определили, что поперечник одной твердой газовой частицы водорода составляет одну двухмиллион-

ЭР02151

ную часть миллиметра (миллиметр равен приблизительно поперечнику графита в черном карандаше). О величине этой мы можем лучше всего судить по такому сравнению: предположим, что капля воды или зерно гороха увеличились до размеров земного шара; конечно, увеличение это огромно. Если во столько же раз увеличить одну частицу водорода, то она будет иметь вид немного меньший, чем самая мелкая дробь—бекасинник.

Частицы других газов имеют приблизительно такую же величину. Химики дали этим частицам особое название—молекулы.

Итак, газ есть собрание молекул, плавающих в воздухе. Если их сильно сжать и охладить, то молекулы сблизятся, немного слипнутся друг с другом и образуют жидкость. Если их сжать и охладить еще больше, то молекулы еще более сблизятся, слипнутся друг с другом еще крепче, и образуется твердое тело. При таком взгляде на дело нам будет понятно получение и и жидкого и твердого воздуха: в особых машинах воздух сильно сжимают и охлаждают. Частицы (молекулы) воздуха сближаются и при некоторых определенных условиях образуют жидкость.

Теперь мы можем взглянуть подробней на одно химическое явление—на взрывы. Представим себе, что в каком-нибудь сосуде плавают молекулы газов кислорода и водорода. Пока нет зажигания этой газовой смеси, частицы продолжают свободно висеть, не соединяясь друг с другом (это похоже на кастрюлю, в которую положили картофель и налили воды, чтобы сварить суп). Если теперь поджечь нашу газовую смесь (в параллельном примере поставить наш суп вариться), то молекулы газа кислорода и газа водорода соединятся друг с другом и образуют новое химическое соединение—воду, не похожую ни на газ кислород, ни на газ водород (так ведь и суп: он не похож ни на сырую воду ни на сырой картофель, хотя содержит в основе своей и то, и другое). При этом соединении кислорода с водородом образуется так много теплоты, что вся смесь взрывает, и если банка для опыта недостаточно прочна, то она может разлететься вдребезги. Точно такое же явление получается, если взять, как указано выше, угольную пыль и смешать ее с воздухом. В воздухе есть, главным образом, два газа: азот и кислород,—значит, в пыльно-угольном воздухе будут плавать молекулы углерода (угля), кислорода и азота. Если эту смесь поджечь, то молекулы углерода и кислорода соединятся между собой и образуют новые, сложные молекулы—молекулы углекислого газа. Газ азот сла-

ЭР02151

вится своей непробудной ленью и никакого участия в этом соединении не принимает,—он просто остается свидетелем, как две частицы, крепко сцепившись, образуют новую, третью частицу.

Как говорилось уже в первом очерке („Что такое химия и чему она учит"), химики и разбираются в том, какие частицы из чего состоят. Они и дознались, что частицы (молекулы) воды состоят из водорода и кислорода, молекулы углекислого газа состоят из углерода и кислорода и т. д. В свою очередь химики попытались и молекулы водорода, кислорода, углерода и другие разложить на какие-нибудь новые молекулы, но этого им не удалось, и химики признали, что водород, кислород и 73 других вещества—вещества простые, неразложимые, так сказать буквы, из которых составляются слова, кирпичи, из которых строятся дома. Химики назвали эти основные вещества элементами и условились для краткости не писать полных названий элементов, а писать только одну или две буквы, а так как химики хотели, чтобы не только один какой-нибудь народ мог понять написанное „по-химически", то выбрали они не русские, не французские и не немецкие названия элементов, а латинские, т.-е. выбрали тот язык, которым, например, доктора всего мира пишут рецепты. Вот и получились такие значки: „углерод" по-латински называется Carbo, и химики вместо слова „углерод" пишут одну первую букву латинского названия—С. Кислород по-латински называется Oxygenium, и химики пишут кислород—О, и т. д. Когда дошел черед до меди,—она по-латински называется Cuprum,—то надо было бы химикам, вместо „меди", писать букву С, да оказалось, что буква С обозначает углерод. Тогда, чтобы не путать, химики для меди стали писать две первых буквы, так что медь по-химически обозначается Cu. Ниже мы приводим таблицу всех 75 элементов; в первой графе стоит русское название, во 2-й—химический значок и, наконец, в 3-й—так называемый „атомный вес",—о нем речь впереди.

РГНБ

ЭР02151

Название элементов.	Знак.	Атомн. вес.	Название элементов.	Знак.	Атомн. вес.	Название элементов.	Знак.	Атомн. вес.
Азот	N	14	Кремний . .	Si	28	Рутений . .	Ru	102
Алюминий .	Al	27	Криптон . .	Kr	83	Самарий . .	Sa	150
Аргон . . .	Ar	40	Ксенон. . .	Xe	130	Свинец. . .	Pb	207
Барий . . .	Ba	137	Лантан. . .	La	139	Селен . . .	Se	79
Бериллий. .	Be	9	Литий . . .	Li	7	Серебро . .	Ag	108
Бор	B	11	Магний. . .	Mg	24	Скандий . .	Sc	44
Бром. . . .	Br	80	Марганец. .	Mn	55	Стронций. .	Sr	88
Ванадий . .	Vd	51	Молибден .	Mo	96	Сурьма. . .	Sb	120
Висмут. . .	Bi	208	Мышьяк . .	As	75	Сера	S	32
Водород . .	H	1	Медь. . . .	Cu	63	Таллий. . .	Tl	204
Вольфрам .	W	184	Натрий. . .	Na	23	Тантал. . .	Ta	181
Галлий. . .	Ga	70	Неодим. . .	Nd	144	Теллур. . .	Te	127
Гелий . . .	He	4	Неон. . . .	Ne	20	Тербий. . .	Tb	159
Германий. .	Ge	72	Никкель . .	Ni	58	Титан . . .	Ti	48
Железо. . .	Fe	56	Ниобий . .	Nb	93	Торий . . .	Th	232
Золото . . .	Au	197	Нитон . . .	Nt	222	Углерод . .	C	12
Индий . . .	In	115	Олово . . .	Sn	119	Уран. . . .	Ur	238
Иридий . .	Ir	193	Осмий . . .	Os	191	Фосфор. . .	P	31
Иттрий. . .	Y	89	Палладий .	Pd	107	Фтор. . . .	F	19
Иод	J	127	Платина . .	Pt	195	Хлор. . . .	Cl	35
Кадмий . .	Cd	112	Празеодим .	Pr	141	Хром . . .	Cr	52
Калий . . .	K	39	Радий . . .	Ra	226	Церий . . .	Ce	140
Кальций . .	Ca	40	Родий . . .	Rh	103	Цинк. . . .	Zn	65
Кислород .	O	16	Ртуть . . .	Hg	201	Цирконий .	Zr	91
Кобальт . .	Co	58	Рубидий . .	Rb	85	Эрбий . . .	Er	168

ЛВГНБ

ЭР02151

Итак, теперь мы знаем, что газы (а так как из газов получают и жидкие и твердые тела, то и жидкости, и твердые тела) состоят из маленьких частичек—молекул, при чем эти молекулы могут быть сложные (например, молекулы воды состоят из водорода и кислорода) или простые (кислород, азот и т. д.). Химики умеют из сложных молекул получать простые и, наоборот, простые молекулы обращать в сложные,—об этих превращениях уже говорилось в первом и втором наших очерках. Что из сложных молекул получаются простые, это понятно: это—что-то в роде разборки часов на колесики, пружинки, винтики и проч., а вот получение из простых молекул сложных—уже не такое простое дело. Помимо того, что надо знать, сколько и каких простых молекул взять (как и часовому мастеру нужно знать, сколько и каких колесиков, винтиков и пр. взять, чтобы собрать часы), нам надо еще понять, как именно происходит соединение молекул. В самом деле: молекулы кислорода и молекулы водорода, .если их поместить в банку, могут находиться в добром соседстве и не соединяясь друг с другом как угодно долго. Чтобы заставить их соединиться, надо смесь поджечь,—тогда эти добрые соседи сцепятся и больше уже не выпустят друг друга. Что же делает это поджигание? Почему без него молекулы живут рядом и не хотят соединяться в воду? Опять-таки нам приходится умолчать о подробностях всей сложной и трудной работы химиков, которые разгадывали это явление, и сразу изложить полученные ими результаты. А результаты эти таковы. Оказалось, что почти все элементы имеют громадное желание образовать соединение с чем-нибудь. Как только химик при своей работе получает не связанный элемент, последний стремится сейчас же схватиться за что-нибудь и прежде всего схватиться за своего же брата, образуя молекулу. Получается, что большинство молекул отдельно не живут, а живут попарно, плотно склеившись. В таком виде молекула представляется в роде бобового зерна: бобовое зерно склеено из двух половинок, и никогда растение не произведет на свет только одной половинки, а родит сразу две.

Каждая молекула газа состоит из двух склеившихся половин, и половинки эти называются уже не молекулами, а атомами. Химики доказали, что молекулы, не разделенные на атомы, друг с другом не соединяются; они представляют из себя дружную слившуюся пару (или несколько) атомов, и, так сказать, оба атома поглощены друг другом настолько,

ДВГНБ

ЭР02151

что не обращают внимания на то, что их окружает. Если химик какими-либо средствами расклеит молекулы на атомы (для этого нужно или нагреть молекулы, или дать им электрический удар в виде пропускания через семью молекул электрического тока, или, наконец, разбить их ударами других молекул), то простая молекула распадется на атомы, а атомы самостоятельно жить не могут: у них есть так называемое „химическое сродство", есть тяготение к соединениям, и поэтому атомы сейчас же с жаром (иногда со взрывом) стремятся заключить прочный союз... с кем? Если по близости атомов одной породы (например, атомов водорода) есть атомы другой породы (например, кислорода), то атомы с треском соединяются, чтобы уже не разлучаться, и образуют... воду. Если поблизости атомов одной породы нет атомов другой, любимой породы, то атомы снова схватываются со своими братьями той же породы и снова образуют исходные молекулы. Вот как странно и дивно дают атомы соединения. Но это еще не все. Оказывается, породы атомов бывают различны. Например, атом кислорода так гостеприимен, что может взять себе для дружного сожительства сразу два атома водорода; атом углерода еще того гостеприимней,—он сразу схватывает целых четыре атома водорода и образует с ними сам-пят, стойкую, дружную семью—болотный газ. Мы можем задуматься о таком положении: кислород берет два водорода, а углерод—четыре водорода; спрашивается, а какую же семью образует кислород и углерод? Мы назовем способность атомов соединяться с несколькими атомами водорода их *валентностью*, их жаждой и тогда сможем сказать, что кислород имеет две валентности (две жажды, две руки, две зацепки для водорода), а углерод—четыре. Представим себе теперь такую смесь, в которой по соседству находится в виде атомов и четырехжадный (четырехвалентный) углерод и двувалентный кислород. Будь в их компании еще достаточное количество атомов одновалентного водорода, дело было бы сделано просто: атом кислорода слипнется с двумя атомами водорода,—этим он удовлетворит обе свои валентности, и два водорода также погасят свои единственные валентности, и получится вода; в то же время четырехвалентный углерод устремится навстречу четырем водородам и образует болотный газ или *метан*. Но если в смеси атомов углерода и кислорода нет атомов водорода, то дело пойдет по-иному. Двужадный, двувалентный кислород прилипнет сразу

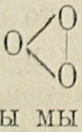
ЭР02151

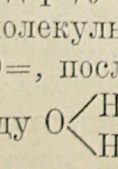
к двум валентностям углерода, а его родной брат—вторая половина кислородной молекулы—прилипнет с другой стороны к двум валентностям углерода, и получится, что с каждой стороны углеродного атома будет сидеть по кислородному атому, и ненасыщенных валентностей в соединении (это соединение называется „углекислый газ“) уже не будет; получится прочное устойчивое, насыщенное соединение.

Прежде чем пойти дальше, еще раз вспомним о том, как образуются химические соединения: без ясного понимания этого мы не можем пойти дальше. Итак, мы видели, что все вещества состоят из маленьких твердых частичек,—эти частички называются молекулами. Молекулы не есть частицы неразложимые; молекулу можно разложить еще на одну ступень—на атомы. Очень удобно для лучшего уразумения молекулы сравнить ее с часами. Сравнение будет таково: часы можно разобрать на колесики и проч., но тогда уже не будет именно часов,—колесики уже не будут показывать времени и двигать стрелками. Точно так же и молекулы: их можно разложить, но тогда молекула потеряет свойства какого-нибудь вещества, а просто даст ряд атомов. Есть молекулы сложные, когда в них входит несколько основных веществ—элементов, и есть молекулы простые. Последние состоят чаще всего из двух атомов; все химические соединения происходят не из молекул, а из атомов. Атомы, значит, представляют собою жадные до соединений половинки молекул. Эта жадность называется валентностью, и для измерения валентности узнают, сколько атомов водорода может присоединить к себе один атом данного вещества. Наконец, для обозначения различных атомов химики употребляют начальные буквы латинских названий элементов.

Теперь мы пойдем дальше. Попробуем наши рассуждения перевести на химический язык, а то мы указали, как обозначаются элементы, и не указали, как пользоваться этими обозначениями. Приведем несколько примеров, которые пояснят нам пользование химическим языком и его смысл. Для начала возьмем образование воды. Мы говорили, что она образуется из кислорода и водорода (само название водо-род показывает, что он „родит воду“), значит, нам предстоит оперировать с их химическими знаками: О и Н. Условимся при обозначении атомов этих веществ писать буквы с добавочными черточками, показывающими, насколько этот атом жаден до соединений, т.-е. сколько этот атом

ЭР02151

имеет валентностей. Тогда атом кислорода обозначится—О— или, что все равно, О=, а атом водорода Н—. Еще раз заметим, что атом с ненасыщенной валентностью существовать не может, т.-е. что, например, Н— немыслим в самостоятельном существовании. Представим себе теперь, что химик каким-нибудь способом разлагает, раскалывает химическое соединение и при этом получает свободный водород. Как только получится Н—, сейчас же его валентность (его единственная рука) захочет прицепиться к такой же свободной валентности; если рядом нет других атомов, кроме водородных, к которым бы атом водорода питал симпатию (ибо, как мы видели в примере со взрывом пыльного угольного воздуха, азот не питает симпатии ни к кислороду, ни к углероду и предпочитает воздержаться от всяких соединений, значит, есть „несимпатичные" атомы), атому водорода ничего другого не останется, как схватиться за руку своего же брата—водорода, и получится Н—Н, или H_2, т.-е. молекула водородного газа. Точно так же и кислород О= при выделении в таких же условиях образует О=О, или O_2, или, наконец, по-гражданski—молекулу газа кислорода. Итак, первое, что мы можем себе заметить, это—обозначение простых молекул: они обозначаются буквой, у которой справа внизу поставлена цифра, показывающая, сколько атомов слагаются вместе, чтобы образовать эту молекулу. Число это в большинстве случаев равняется двум, но есть отдельные соединения, в которых это число другое, например—три. Такое соединение известно, например, для кислорода; так, известен газ, который называется *озон* и который химически обозначается O_3. Его подробное строение мы также можем себе нарисовать, если представим себе, что три атома кислорода образуют хоровод и свои валентности отдадут соседним атомам, т.-е. получается то же насыщенное соединение с очень интересным расположением валентностей или связей 

Для образования воды мы берем, как сказано выше, газ кислород и газ водород, т.-е. H_2 и O_2. При поджигании смеси в первую очередь молекулы H_2 и O_2 распадутся на атомы, т.-е. в смеси будет Н— и О=, последние уже схватятся своими валентностями и образуют воду , или Н —О —Н, или, наконец, H_2O. Значит, в образовании воды участвуют три атома: два атома во-

ЭР02151

дорода $\begin{matrix}H\diagdown\\H\diagup\end{matrix}$ и один атом кислорода $=O$. Чтобы получить два атома водорода, достаточно взять одну молекулу последнего H_2 и расклеить ее на два атома; чтобы получить один атом кислорода, нам нужно взять половину его молекулы O_2. Но половина молекулы (т.-е. один атом) существовать самостоятельно не может,—значит, нам волей-неволей приходится брать одну молекулу кислорода O_2. Она даст два атома кислорода, а каждый из них потребует себе по два атома (т.-е. по одной молекуле) водорода, и нам придется взять окончательно две молекулы водорода на каждую молекулу кислорода. Тогда у нас в смеси будет шесть атомов: H—, H—, H—, H—, O= и O=, и эти шесть атомов, сгруппировавшись, дадут H—O—H и H—O—H, т.-е. две молекулы воды. Все эти рассуждения можно химически записать гораздо короче, а именно так:

$$2\ H_2+O_2=2\ (H_2O).$$

Это равенство (по-химически—„формула“), во-1-х, содержит в левой своей части всего 6 атомов и в правой части тоже 6 атомов,—значит, ни один атом не пропал и не образовался вновь; во-2-х, показывает, что для образования воды нужно взять на одну молекулу газа кислорода две молекулы газа водорода и, в-3-х, показывает, что из всей смеси образуются две молекулы воды.

Вот как просто химическая формула изображает сложное явление химического соединения. Приведем еще пример построения химических формул. Предположим, что химику удалось получить в одном месте сразу три группы атомов: углерода, водорода и кислорода, т.-е. $\begin{matrix}|\\—C—\\|\end{matrix}$, $O\langle$ и H—. Предположим, что количество атомов каждого рода достаточно велико и мы можем брать их в любом количестве. Спрашивается, какие соединения мы можем получить из этих элементов? Простейшие соединения, как уже указывалось выше, будут: *метан* или болотный газ

$$\begin{matrix}&H&\\&|&\\H—&C&—H\\&|&\\&H&\end{matrix}$$

состоящий только из углерода и водорода, и углекислый газ O=C=O, состоящий из кислорода и углерода. Теперь попробуем составить соединение сразу из трех элементов. Начнем с того, что две валентности углерода свяжем с двумя валентно-

ЭР02151

стями кислорода, а две оставшиеся валентности углерода свяжем с водородом (последнего придется взять два атома); получим $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!C=O$, или H_2CO, вещество, называемое формалин.

Сделаем построение еще искусней. Возьмем три атома водорода и один атом углерода, получим ненасыщенное соединение $\begin{matrix}H\\H\!-\\H\end{matrix}\!\!>\!C-$, к одной оставшейся валентности углерода прицепим одну валентность кислорода (другая валентность кислорода останется свободной), получим опять ненасыщенное (т.-е. не существующее самостоятельно) соединение $\begin{matrix}H\\H\!-\\H\end{matrix}\!\!>\!C-O-$ и, наконец, связав последнюю свободную валентность водородом, получим полное, насыщенное соединение $\begin{matrix}H\\H\!-\\H\end{matrix}\!\!>\!C-O-H$, или H_3COH, или, наконец, H_4CO—всем известный древесный спирт. Пока остановимся на этих формулах. Из углерода, водорода и кислорода можно построить несколько сотен соединений, но у нас мало места, чтобы проделать всевозможные построения. Интересующихся строением мы отошлем к „органической химии“,—там есть широкий простор для всевозможных построений. Здесь мы только отметим громадную пользу химических формул и в дальнейшем всегда будем пользоваться их кратким языком.

Теперь уже у нас есть некоторый запас понятий, и мы можем из него сделать один важный вывод. Мы видели, что химические соединения образуются из двух или нескольких атомов. Чтобы получились химические соединения, нужно прежде всего иметь атомы для их постройки, и ровно столько атомов, сколько взято для постройки, будет содержаться в химическом соединении. Это можно высказать таким образом: чтобы что-нибудь получить, надо кое-что иметь, и сколько будет взято начальных веществ, столько же получится и конечных, а это и есть знаменитый закон, открытый гениальным химиком *Лавуазье*, так называемый *закон сохранения материи*. Этот закон говорит, что „ничто не пропадает и ничто не творится вновь; все вещества могут только менять свой вид, свою форму, но всегда количество начальных веществ будет равно количеству конечных веществ“. На земном шаре есть много всевозможных веществ, и все они состоят из

ЭР02151

атомов. Есть возможность даже сосчитать, сколько атомов образуют земной шар (похожую попытку счета „числа песчинок во всей вселенной“ сделал уже Архимед и получил число довольно близкое к действительности; число это, к сожалению, не упишется на всей этой странице, и потому мы его здесь не приводим). И за всю свою многовековую жизнь наш земной шар не прибавил к этому числу ни одного атома и не убавил также ни одного. Он в полной мере сохранил все атомы, и все изменения на земном шаре происходили и происходят только от новой перестановки атомов. Сгорят дрова или керосин; те атомы, что составляли их вещество, переменят место жительства, — уйдут в воздух в виде углекислого газа и водяного пара, но ни один атом не пропадет и ни один не родится.

Вот как легко с точки зрения атомного устройства веществ объясняется закон сохранения материи. А сколько труда и энергии потратили химики, чтобы дойти до этого закона, сколько ошибок, разочарований, неудач пришлось им перенести! К счастью, сейчас химики знают одно великое правило, как нужно строить всякую науку. Это правило говорит, что для построения чего-нибудь нового совсем не надо ломать и крошить все старое, все труды и работы прежних работников; достаточно заменить в существующей постройке несколько кирпичей. Химики любовно, но твердо, без ругани и свиста, меняют даже целый фундамент своего здания, совершенно не тревожа уже выстроенной части или в некоторых случаях добавив к ней лишнюю связь, лишнюю горсть цемента, чтобы еще прочней, еще полезней могло здание химии служить всему человечеству. Лавуазье был разорван толпой во время французской революции. Погиб величайший гений, величайший благодетель всего человечества. Теперь, оглядываясь назад, мы должны благоговейно отметить его великие мысли и великую пользу, принесенную им человечеству. Кто знает, в каких потемках блуждали бы мы сейчас, если бы Лавуазье точно и крепко не установил своего великого закона и не развил бы новых начал строительства химии на благо всего мира, без различия народов и классов. Да будет легка ему земля; благодарные химики и с ними все сознательное человечество, пользующееся благами работ химиков, не забудут трудов Лавуазье, бескорыстных, честных трудов и не перестанут скорбеть о его безвременной кончине.

ЭР02151

Итак, закон сохранения материи установлен и легко объясняется атомным строением веществ. Но еще много неясностей есть у нас. Во 1-х, нам нужно попытаться установить, в каком количестве одни атомы могут соединяться с другими, т.-е. установить, нет ли правила для определения числа валентностей; во 2-х, нам нужно узнать, какие породы атомов с какими образуют прочные соединения и какие с какими не дают их. Эти правила в химии найдены, и открыл их наш знаменитый ученый *Менделеев*. С этими правилами мы сейчас и познакомимся, предварительно введя новое понятие об атомных весах. Как можно предположить с самого начала, атомы различных веществ имеют и различный вес и различную величину. Химики долго и упорно старались взвесить эти атомы. Конечно, таких весов, которые бы могли взвесить только один атом, нет и быть не может, но химикам удалось найти способ взвешивать сразу по одинаковому количеству (по несколько миллиардов) атомов различных веществ и потом сравнить их вес. За недостатком места, мы не можем привести всех способов, помощью которых химики умеют сравнивать между собой веса атомов различных веществ; однако, один способ настолько прост, что на нем следует остановиться. Итальянский химик *Авогадро* и французский химик *Жерар* установили очень простой и важный химический закон (он и называется закон Авогардо-Жерара); закон этот говорит, что „в равных объемах различных газов содержится по одинаковому числу молекул этих газов". Если, например, в одном наперстке содержится десять миллиардов молекул кислорода, то при тех же условиях (то-есть при той же температуре и проч.) в наперстке будет помещаться и десять миллиардов молекул любого другого газа: водорода, углекислого газа и проч.

Закон этот приходится понимать так, что если молекулы газа крупные, то расстояние между молекулами небольшое, и, значит, в каком-нибудь объеме такие молекулы располагаются гуще, чем маленькие молекулы, которые располагаются на больших расстояниях друг от друга. Раз такой закон существует, можно сравнить между собой вес молекул, а за ними и атомов различных веществ. Для этого надо перевести вещества в газ, наполнить газом какой-нибудь объем и его взвесить; потом наполнить этот объем каким-нибудь другим газом, взятым в тех же условиях, и снова взвесить. Так как количества молекул различных веществ в одном и том же объеме одинаковы, то разница

ЭР02151

в весе зависит только от весов отдельных молекул. Таким путем химики нашли, что самый легкий атом, это—атом элемента водорода; химики вес этого атома считают равным единице и по сравнению с водородом определяют веса атомов других веществ. Атом кислорода оказывается в 16 раз тяжелее атома водорода, и потому говорят, что „атомный вес кислорода равен 16". В той таблице, что приведена раньше, в третьей графе и указаны атомные веса элементов; эти числа, следовательно, показывают, во сколько раз один атом данного элемента тяжелее атома водорода.

Первая практическая польза от установления атомных весов та, что мы можем сказать наперед, сколько нужно отвесить на весах одного вещества и сколько другого, чтобы получить из этих веществ химическое соединение и чтобы лишнего количества одного вещества у нас не осталось. Два примера помогут нам уяснить себе это. Возьмем случай образования воды и повторим сначала формулу ее получения, указанную выше:

$$2H_2 + O_2 = 2\ (H_2O).$$

Из написанного видно, что для образования воды нужно три молекулы (две H_2 и одна O_2) или шесть атомов: четыре атома водорода и два атома кислорода. Представим себе, что для образования воды взято только шесть и не больше необходимых атомов. Сколько будет весить полученная вода по сравнению с весом одного атома водорода? Рассуждаем так: четыре атома водорода весят четыре единицы (ибо вес атома водорода равен единице); кислородные атомы в 16 раз тяжелее водородных,— значит, два атома кислорода будут весит 32 единицы, а полученные две молекулы воды содержат в себе весь взятый водород и кислород и, значит, должны весить 36 единиц, или, иными словами, две молекулы воды в 36 раз тяжелее одного атома водорода. Если мы возьмем не четыре атома водорода, а четыре сотни, тысячи, миллионы атомов и соответственно не два, а 200, 2.000, 2.000.000 атомов кислорода, то наши рассуждения в своей сущности не изменятся: как один атом кислорода в 16 раз тяжелее одного атома водорода, точно так же одна тысяча атомов кислорода будет в 16 раз тяжелей одной тысячи атомов водорода. Для получения воды берется на каждые четыре единицы веса водорода 32 единицы веса кислорода или, иначе, на 1 вес водорода в восемь раз больше по весу кислорода (4 : 32 = 1 : 8). Сколько бы тысяч и миллионов атомов мы ни брали, всегда для образова-

ЭР02151

ния воды пойдет по весу кислорода в 8 раз больше, чем водорода. Отсюда первое практическое правило: для получения воды нужно на каждый фунт (или грамм или вообще любую меру) водорода брать в 8 раз больше кислорода; тогда весь водород и весь кислород без остатка соединятся в воду. Если какого-либо вещества взять больше, чем указано в пропорции, то весь его избыток не пойдет на образование воды и останется в свободном состоянии.

Для читателей, знакомых с нашим вторым очерком—„Химия в хозяйстве“, мы прибавим, что описанный там „закон минимума“ есть как раз то же, что сказано выше, т.-е. что все вещества соединяются в строго определенном отношении и всякий избыток каких-либо веществ в дело не идет.

Теперь решим одну задачу для лучшего уяснения важности атомных весов. В медицине часто употребляется вещество, известное под названием иодистый калий. Химически оно представляет собой соединение одного атома иода и одного атома калия; значит, химическая формула его будет KJ. Химик желает приготовить это вещество из иода и калия, но так как эти вещества очень дороги, то нужно полностью использовать их, чтобы ни того ни другого не осталось. Спрашивается, сколько калия и сколько иода должен взять химик? Атомный вес калия по таблице равен 39 (т.-е. атом калия в 39 раз тяжелее атома водорода), а атомный вес иода—127. Рассуждая точно так же, как в случае образования воды, мы можем сказать, что если взять по одному атому калия и иода, то полученная молекула иодистого калия будет иметь частичный вес 39+127=166; отсюда заключаем, что в любом количестве иодистого калия на каждые 166, частей веса придется 39 частей калия и 127 частей иода. Значит именно эти количества и должен взять химик для работы.

Теперь перейдем к последнему вопросу в настоящем очерке—к вопросу о том, какие вещества с какими легко соединяются и как мы можем узнать валентность каждого элемента. Уже давно было замечено, что часть веществ, элементов, имеет характерный блеск, твердость, тягучесть и другие качества, свойственные металлам. Таковы золото, железо, свинец, ртуть и др. Наоборот, много элементов не имеют ни малейшего свойства металлов (таковы все газы и многие твердые элементы: сера, фосфор и др.), и потому эти последние были названы „не металлами“ или „металлоидами“. Так и делили все 75 элементов на металлы и металлоиды, при чем нашли еще одну особенность: металл с метал-

ЭР02151

лом, так же как металлоид с металлоидом не дают прочных соединений. Наоборот, соединения металлов с металлоидами бывают стойкие, прочные и происходят очень охотно. Довольно долго существовало такое разделение элементов на два стойла, и химики пользовались им, чтобы наперед сказать, что с чем должно дать прочное соединение. Однако скоро нашлись и неправильности такого разделения: куда, например, отнести элемент иод? Он имеет металлический блеск, но с металлоидами не дает прочных соединений, а с металлами дает очень прочные (напр., иодистый калий). Или, например, углерод: в виде алмаза он похож на металлоид, а в виде графита—на металл. Соединения он образует преимущественно с металлоидами. Есть и другие неправильности в делении элементов на металлы и металлоиды. Как же разделить элементы? Этой работой занялся наш великий химик Дмитрий Иванович *Менделеев*. Прежде всего он сказал, что по внешнему виду нельзя судить об элементах, ибо внешний вид может меняться, а химические свойства останутся те же. Менделеев предположил, что на свойства элементов должен влиять их атомный вес и занялся изучением атомных весов в связи со свойствами элементов. Сначала он выписал все вещества по возрастающему атомному весу, так что на первом месте стал водород (атомный вес 1), а на последнем—элемент *уран* (атомный вес 238). Выпишем их и мы с некоторыми пропусками:

1) *Водород* атомный вес 1.
2) *Литий* „ „ 7.
3) *Бериллий* „ „ 9.
4) *Бор* „ „ 11.
5) *Углерод* „ „ 12.
6) *Азот* „ „ 14.
7) *Кислород* „ „ 16.
8) *Фтор* „ „ 19.
9) *Натрий* „ „ 23.
10) *Магний* „ „ 24.
11) *Алюминий* „ „ 27.
12) *Кремний* „ „ 28.
13) *Фосфор* „ „ 31.
14) *Сера* „ „ 32.
15) *Хлор* „ „ 35.
16) *Калий* „ „ 39.
17) *Кальций* „ „ 40 и т. д.

ЭР02151

Рассматривая этот список и сравнивая свойства каждого элемента, Менделеев нашел, что, исключая водород, первые семь элементов (до фтора включительно) ничего схожего в своих свойствах не имеют; следующий за фтором элемент—натрий—обнаруживает громадное сходство с первым элементом (водород исключается)—литием; за натрием следует магний, этот элемент имеет громадное сходство с бериллием (т.-е. со вторым элементом); следующий за магнием—алюминий—похож на бор; кремний похож на углерод, фосфор—на азот и т. д. Менделеев выписал похожие элементы рядом; тогда, исключив водород, получим такую таблицу:

1) *Литий*
2) *Бериллий*
3) *Бор*
4) *Углерод*
5) *Азот*
6) *Кислород*
7) *Фтор*
8) *Натрий*
9) *Магний*
10) *Алюминий*
11) *Кремний*
12) *Фосфор*
13) *Сера*
14) *Хлор*

За хлором следовал калий и оказалось..., что калий опять имеет свойства, схожие с литием и натрием. За калием следовал кальций; его свойства как раз совпадали со свойствами магния и бериллия и, следовательно, его нужно было написать во вторую строку.

Так, развивая свои наблюдения, Менделеев установил, что в связи с повышением атомного веса свойства элементов периодически меняются, так что каждые 7—8 элементов имеют свойства 7—8 предыдущих или 7—8 последующих элементов. В конце концов Менделеев получил таблицу, которая начиналась так (цыфры обозначают атомные веса):

Литий. 7	Бериллий. 9	Бор. 11	Углерод. 12	Азот. 14	Кислород. 16	Фтор. 19
Натрий. 23	Магний. 24	Алюминий. 27	Кремний. 28	Фосфор. 31	Сера. 32	Хлор. 35
Калий. 39	Кальций. 40	И так далее.				

ЭР02151

Здесь по горизонтальному направлению расположены элементы по возрастающим атомным весам, а в вертикальных столбцах (Менделеев эти столбцы назвал „группами элементов“, а горизонтальные строки — „рядами элементов“) оказываются элементы, схожие по свойствам. Группы элементов Менделеев пронумеровал справа налево, при чем группу лития, натрия, калия и друг. он назвал первой. В эту группу пришлось добавить водород, нашедший место выше лития. Скоро обнаружилось, что семи групп не хватает; есть элементы, которые по атомному весу стоят между седьмой и первой группами, а по свойствам не похожи ни на ту, ни на другую. Этим элементам пришлось отвести добавочную группу—Менделеев назвал ее нулевой группой и поместил левее первой группы. Наконец, и этой группы оказалось мало,—Менделеев справа прибавил еще одну группу, восьмую, и закончил свою знаменитую „периодическую систему элементов по группам и рядам“. Эта полная система помещена на стр. 26.

Чем же хороша эта система, что в ней особеннаго и чем она может быть полезна? Оказывается, что в этой системе укладывается вся химия, и сейчас мы рассмотрим по порядку ее замечательные свойства.

1) Все элементы 1-ой группы имеют одну валентность (т.-е. их атомы имеют одну руку, одну зацепку для соединений), элементы 2-ой группы—две валентности, элементы 3-ей группы—3 валентности и, наконец, элементы четвертой группы (возглавляемые углеродом) имеют наивысшую стойкую валентность, равную четырем. Дальше валентности постепенно начинают убывать, так что пятая группа имеет три валентности, шестая—две и седьмая—одну. Восьмая группа находится в особом положении и еще недостаточно изучена.

2) Самые стойкие соединения образуются между элементами крайних групп. Образцом такого соединения может служить поваренная соль (Na Cl), образующаяся из натрия (1-ая группа) и хлора (7-ая группа). Чем ближе расположены группы, тем менее энергично происходят их соединения и тем менее эти соединения прочны; наконец, элементы, расположенные в одной группе, соединений не дают, а если их все-таки заставить соединиться, то образуются крайне нестойкие соединения.—Например, хлор и кислород (6-ая и 7-ая группы) дают соединение—окись хлора Cl_2O, легко разлагающееся со взрывом; хлор и иод (оба в 7-ой группе) дают соединение ClJ, разлагающееся уже от воды.

ЭР02151

Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.

Ряды.	Группы элементов.								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	—	Водород. H 1	—	—	—	—	—	—	
2	Гелий. He 4	Литий. Li 7	Бериллий. Be 9	Бор. B 11	Углерод. C 12	Азот. N 14	Кислород. O 16	Фтор. F 19	
3	Неон. Ne 20	Натрий. Na 23	Магний. Mg 24	Алюминий. Al 27	Кремний. Si 28	Фосфор. P 31	Сера. S 32	Хлор. Cl 35	
4	Аргон. Ar 39	Калий. K 39,1	Кальций. Ca 41	Скандий. Sc 44	Титан. Ti 48	Ванадий. V 51	Хром. Cr 52	Марганец. Mn 55	Железо Fe 55,8 / Кобальт. Co 58 / Никкель. Ni 58,5
5	—	Медь. Cu 63	Цинк. Zn 65	Галлий. Ga 70	Германий. Ge 72	Мышьяк. As 75	Селен. Se 79	Бром. Br 80	
6	Криптон. Kr 83	Рубидий. Rb 85	Стронций. Sr 87	Итрий. Y 89	Цирконий. Zr 90	Ниобий. Nb 93	Молибден. Mo 96	—	Рутений. Ru 101 / Родий. Rh 102 / Палладий. Pd 106
7	—	Серебро. Ag 107	Кадмий Cd 112	Индий. In 114	Олово. Sn 119	Сурьма. Sb 120	Теллур. Te 127	Иод. J 127	
8	Ксенон. Xe 130	Цевий. Cs 133	Барий. Ba 137	Лантан. La 139	Церий. Ce 140	—	—	—	
9	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	—	Неоинтербий. Yb 172	—	Тантал. Ta 181	Вольфрам. W 184	—	Осмий. Os 190 / Иридий. Jr 193 / Платина. Pt 195
11	—	Золото. Au 197	Ртуть. Hg 200	Таллий Tl 204	Свинец. Pb 207	Висмут. Bi 208	—	—	
12	Нитон. Nt 222	—	Радий. Rd 226	—	Торий. Th 232	—	Уран. U 238	—	

Высшие солеобразные окислы.

R R_2O RO R_2O_3 RO_2 R_2O_5 RO_3 R_2O_7 RO_4

Высшие газообразные водородные соединения.

RH_4 RH_3 RH_2 RH.

ЭР02151

3) По отношению к кислороду и водороду элементы ведут себя так, как указано внизу таблицы, где под буквой R надо понимать какой-либо элемент данной группы.

4) Большинство типичных металлов находится в первых трех группах; четвертая группа служит как бы разделом и содержит элементы с полу-металлическими, полу-металлоидными свойствами. В 5, 6 и 7-ой группах содержатся все типичные металлоиды.

5) Особенно интересно положение элементов четвертой группы. Эта группа стоит в середине системы, равно удалена от металлов и от металлоидов, и этим объясняется та способность, с которой глава группы—углерод—образует колоссальное количество соединений (более 180.000).

6) Самые типичные и „энергичные“, т.-е. самые проворные, деятельные элементы стоят вверху каждой группы. Они, так сказать, задают тон всей группе. Чем ниже расположен в группе элемент (т.-е. чем больше его атомный вес), тем тяжелей, неповоротливей, ленивей он становится; так что, чтобы сдвинуть его с места, заставить его соединиться с чем-нибудь, надо приложить химикам довольно значительные усилия.

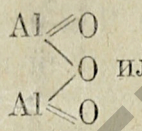
7) В группах металлоидов увеличение в весе сказывается и на окраске элементов: чем ниже стоит элемент, тем он темнее окрашен. Так в первом ряду 5, 6 и 7-ой групп стоят бесцветные элементы (азот, кислород, фтор). Рядом ниже идут желтые элементы (фосфор, сера, хлор). Еще ниже—коричневые (селен, бром) и, наконец, еще ниже элементы приобретают уже металлический блеск (сурьма, теллур, иод).

Остальных свойств периодической системы мы рассматривать не будем. Приведем еще здесь несколько примеров ее практического применения.

Предположим, нам интересно узнать, каковы свойства у элемента стронция. Мы находим этот элемент во 2-ой группе системы и заключаем: 1) стронций—металл, менее энергичный, чем кальций; 2) стронций—двухвалентен, значит может соединиться или с одним двухвалентным или с двумя одновалентными элементами; 3) отдаленность стронция от 7 и 6-ой групп даст нам право заключить, что с элементами этих групп стронций даст прочные соединения. Например, мы в праве ожидать прочных соединений $Sr\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}$ или $SrCl_2$; $Sr=O$, или SrO; такие соединения известны и, действительно, прочны.

ЭР02151

Теперь, предположим, нам интересно узнать, образуют ли стойкое соединение элементы кислород и алюминий и какова будет формула этого соединения. Из того, что алюминий и кислород расположены в 3-ей и 6-ой группах, отстоящих друг от друга на две группы, заключаем, что соединение будет достаточно стойкое. Положение этих элементов в группах указывает, что алюминий трехвалентен Al<, а кислород двухвалентен (O=). Соединение трех рук одного атома алюминия с двумя руками одного атома кислорода не может быть насыщено (останется у алюминия одна свободная валентность), и поэтому мы должны для соединения взять два атома алюминия, что даст нам шесть рук; к этим шести рукам можно прикрепить три пары кислородных рук, так что соединение будет иметь вид:



или Al_2O_3

Можем еще к этому добавить, что так как атомный вес Al = 27, а кислорода—16, то для образования соединения Al_2O_3 (оно называется окисью алюминия) нужно взять: $2 \times 27 = 54$ части алюминия и $3 \times 16 = 48$ частей кислорода. Вот сколько сведений дает нам сразу периодическая система элементов. Заметим еще от себя, что Al_2O_3 в жизни встречается очень часто. Это—та белая глина, из которой делаются тарелки, чашки и проч. Очень интересно и то, что состав Al_2O_3 имеют также драгоценные камни: рубин и сапфир. В последние годы химикам удалось расплавить глину электрическим током, подкрасить ее в красный и синий цвета и получить искусственные (не поддельные, а именно искусственные) рубин и сапфир. Если нарисовать себе картину, что химикам из простых материалов, в роде глины, удастся получить и другие драгоценные камни (например, можно уголь превратить в алмаз; практически из угля удалось получить пока только очень мелкие алмазы, не имеющие цены), то мировым ценностям придется переоценить себя вновь, и великолепнейшие алмазы в роде „Великого Могола“ и др. будут иметь опасных конкурентов среди своих братьев, вышедших из рук химика и родившихся из простого угля. Пожелаем удачи химикам, работающим на этом пути; если труды их увенчаются успехом, то цены на драгоценности должны будут понизиться настолько,

ЭР02151

что всему человечеству можно будет легко приобрести и любоваться великолепной игрой драгоценных камней и украшать ими свои наряды, жилища и изделия.

В заключение отметим еще одну важную и интересную особенность периодической системы. Элементы первых трех групп охотно соединяются с кислородом и дают так называемые окиси (K_2O—окись калия, CaO—окись кальция, Al_2O_3—окись алюминия и др.); при смешивании с водой эти окиси дают *щелочи*, иначе называемые неудачным названием *основания* (KOH—едкий калий; $Ca(OH)_2$—едкий кальций или известь; $Al(OH)_3$—едкий алюминий или гидрат окиси алюминия и т. п.). Рассматривая их формулы, мы заметим, что характерной составной частью щелочей является одновалентная группа—OH; химики зовут эту группу *гидроксил*. С другой стороны, элементы последних трех групп (кроме восьмой) охотно соединяются с водородом (иногда к ним присоединяется еще и кислород) и образуют кислоты, напр. HCl — соляная кислота, HF—плавиковая кислота, H_2SO_4—серная кислота, HNO_3—азотная кислота, H_3PO_4—фосфорная кислота и т. д. В кислотах имеется одна характерная особенность: водород любой кислоты можно заменить металлом. Это свойство настолько характерно, что кислотой называют именно то, содержащее водород химическое соединение, которое способно заменять этот водород металлом. Если теперь сопоставить щелочи и кислоты, то обнаружим одно интересное свойство. Как сказано, у всякой щелочи есть OH, повторенное один или несколько раз; у каждой кислоты есть H, повторенное тоже один или несколько раз. Что получится, если мы смешаем щелочь и кислоту? Получится, что каждая группа OH соединится с каждым водородом H и даст H—O—H или H_2O, т.-е. воду. А что сделается с остатками щелочи и кислоты? Они тоже соединятся между собой и образуют так называемые „*соли*“, например:

$$KOH + HCl = HOH + KCl$$

т.-е. едкий калий и соляная кислота дают воду и соль, называемую хлористый калий, или

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = 2(HOH) + CaSO_4$$

т.-е. серная кислота и известь дают воду и соль, называемую сернокислый кальций, или гипс. Получаемая соль не содержит в себе ни свойств кислоты, ни свойств щелочи, потому что у нее

ЭР02151

нет ни группы ОН, ни Н. Значит, при соединении кислот со щелочами они съедают друг друга и дают воду и соль. В практической жизни есть простое средство распознать, с чем мы имеем дело. Есть особые вещества, которые способны менять свою окраску от кислот или щелочей. Так, вещество, называемое *лакмус*, от кислоты становится красного цвета, а от щелочи — синего. Обыкновенный чай от щелочи становится темного, почти коричневого цвета (поэтому иногда добавляют в чайник „для крепости“ щелочи под названием *сода*), а от кислоты чай становится светлого, желтого цвета (вы можете заметить, что от прибавления лимона, содержащего лимонную кислоту, чай сразу сильно светлеет). Красноватый сок из лепестков розы от щелочи становится синим, от кислоты возобновляет свой красивый красный цвет и т. д. Имея в руках такое двухцветное вещество (химики эти вещества называют *индикаторами*), в каждом отдельном случае легко установить, какие свойства, кислые или щелочные, имеет какое-либо вещество. Соли, как не содержащие ни кислых, ни щелочных свойств, цвета индикаторов не меняют.

Этим мы закончим наш третий очерк. Внимательно прочтя его и усвоив себе изложенные в нем химические законы и порядки, читатель может взять любую книгу по химии и читать ее, не рискуя ничего не понять. Периодическая система элементов Менделеева должна быть неизменным спутником при чтении всего, что пишут о химии. Это и есть тот ключ, который отпирает все химические тайники.

Автор был бы очень признателен читателям, если бы они указали ему все промахи и неясности в его очерках. С неменьшей благодарностью автор примет указания своих коллег-химиков на замеченные ими недочеты.

Всю корреспонденцию, относящуюся к настоящим очеркам, автор просит направлять ему по адресу: Москва, Б. Тверская-Ямская, дом № 16.

Инженер С. Езерский.

Библиотека Ф. З. [illegible]
О-ва З. Ф. 1926 г.

ЭР02151

ДВГНБ

ЭР02151

1р

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

НАРОДНАЯ БИБЛИОТЕКА.

ВЫШЛИ В СВЕТ:

		ЦЕНА:
Л. Н. Толстой.	Хаджи-Мурат	4 р. 50 к.
»	О. Сергий	
»	Чем люди живы	1 » 20 »
»	Рассказы, кн. I-я	1 » 75 »
»	Холстомер	1 » — »
»	После бала. Две истории улья	— » 50 »
»	Детские рассказы	1 » 50 »
А. П. Чехов.	Веселые рассказы	2 » 50 »
»	Недавняя Русь	1 » 50 »
»	Мужики. Темнота	1 » 50 »
»	Вне жизни	1 » 50 »
М. Ю. Лермонтов.	Тамань	— » 40 »
»	Фаталист	— » 40 »
»	Бэла	2 » — »
Г. П. Успенский.	Про счастливых людей	— » 50 »
»	Парамон Юродивый	— » 50 »
»	Неизлечимый	1 » 50 »
»	Будка	— » 50 »
В. А. Жуковский.	Стихотворения	1 » 20 »
Ф. И. Тютчев.	Избранные стихотворения	— » 80 »
В. М. Гаршин.	Красный цветок	— » 80 »
»	Рассказы о войне	1 » 20 »
А. И. Левитов.	Аховский посад	1 » 20 »
»	Бесприютный. Сказка и правда	1 » 80 »
»	Рассказы	
Ф. К. Решетников.	Рассказы	— » 80 »
А. Н. Плещеев.	Стихотворения	1 » 20 »
И. С. Тургенев.	Певцы	— » 40 »
»	Муму	2 » — »
Каронин (Петропавловский).	Вечный двигатель	— » 80 »
Н. В. Успенский.	Рассказы	— » 80 »
А. С. Пушкин.	Стихотворения о разных странах	2 » — »
»	Стихотворения о свободе	2 » — »
»	Стихотворения 1815—1836 года	2 » — »
»	Песни и стихотворения разных народов	2 » — »
»	Баллады	2 » — »

В ближайшее время выйдет ряд новых изданий.

С ЗАПРОСАМИ И ЗАКАЗАМИ СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬСЯ В КНИЖНЫЕ СКЛАДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА.

Москва: Тверская, 28, уг. Советской пл., и Тверская, 11. | **Петроград:** Фонтанка, 61.

ЭР02151

IV

ДВГНБ

ЭР02151

403

ДВГНБ

ЭР02151

ДВГНБ

ЭР02151

ЭР02151