

34. Анализъ и синтезъ въ химіи. Отчего зависитъ разнообразіе тѣлъ въ мірѣ?

Мѣлъ и поваренная соль. Ихъ анализъ и синтезъ.

1. Кто не знаетъ двухъ очень обыкновенныхъ веществъ—мѣла и поваренной соли? Однако, быть можетъ, не всякій отвѣтилъ бы себѣ на вопросъ: откуда эти вещества берутъ,—извлекаютъ ли ихъ въ готовомъ видѣ изъ природы, получаютъ ли изъ чего-либо искусственно, какъ, напримѣръ, свѣчи или стекло? Отчего зависитъ разница въ свойствахъ этихъ веществъ? Можно ли изъ нихъ приготовить другія знакомыя вещества, и какія?

На большинство этихъ вопросовъ можно уже найти отвѣты въ различныхъ статьяхъ настоящаго сборника. Мы, однако, считаемъ не лишнимъ еще разъ въ одномъ мѣстѣ, въ общей связи, разрѣшить ихъ, предлагая, гдѣ можно, самимъ интересующимся доходить до этого, чтобы легче и понятнѣе было дальнѣйшее.

На первый вопросъ отвѣтъ находится въ статьѣ: „Химія земной коры“¹⁾. Тамъ можно узнать, какъ поваренная соль странствовала на землѣ и попала въ море, какъ оттуда опять попала подъ землю въ видѣ громадныхъ каменныхъ глыбъ; какъ мѣлъ давно-давно одѣвалъ замысловатымъ, красивымъ покровомъ нѣжныя, полужидкія тѣльца какихъ-нибудь, часто ничтожныхъ по величинѣ, но могучихъ по количеству водныхъ организмовъ, а по ихъ смерти, падалъ на дно моря и образовалъ тамъ цѣлыя горы. Людямъ остается теперь только находить, откапывать, отламывать и перевозить туда, куда нужно, каменную соль и мѣлъ.

Въ чемъ различны мѣлъ и поваренная соль, довольно извѣстно. Бѣлый мѣлъ не растворяется въ водѣ, безвкусенъ; во взболтан-

¹⁾ См. Сперанскій, 32.

номъ видѣ, онъ употребляется какъ бѣлая краска. Поваренная соль растворяется въ водѣ, имѣетъ соленый вкусъ и въ такомъ растворенномъ видѣ употребляется какъ приправа къ кушаньямъ, для консервирования съѣстныхъ припасовъ. Эти и цѣлый рядъ другихъ, менѣе знакомыхъ читателю свойствъ мѣла и поваренной соли химики приписываютъ различію въ составѣ частицъ ²⁾ этихъ двухъ тѣлъ.

Не такъ трудно убѣдиться личными опытами въ томъ, что дѣйствительно составы мѣла и поваренной соли различны.

Начнемъ съ мѣла. Если вы положите нѣсколько кусковъ этого тѣла въ стаканъ и обольете крѣпкимъ уксуомъ, вы знаете ³⁾—будетъ выдѣляться тяжелый, безцвѣтный, безъ запаха, гасящій горящую лучинку газъ—*углекислый*. Онъ же образуется и при горѣніи угля. Послѣднее обстоятельство даетъ возможность легко опредѣлить составъ углекислоты, т. е. узнать, въ какихъ отношеніяхъ соединены углеродъ и кислородъ ⁴⁾ ($C=27, 27\%$, $O=72, 73\%$). Зная составъ углекислаго газа, его плотность (22 по отношенію къ водороду) ⁵⁾ и атомные вѣса углерода (12) и кислорода (16), легко выразить его частицу формулою— CO_2 .

Тотъ же газъ выдѣляется изъ мѣла, если послѣдній накалить до-бѣла.

При первомъ опытѣ, кромѣ углекислаго газа, не легко обнаружить присутствіе чего-либо еще иного въ составѣ мѣла. Зато второй опытъ легко обнаруживаетъ и вторую составную часть мѣла: какъ бы долго вы ни калили до-бѣла мѣлъ, послѣ выдѣленія углекислаго газа останется бѣлое твердое тѣло, по внѣшнему виду очень похожее на мѣлъ; но это—не онъ.

²⁾ См. Реформатскій, 27.

³⁾ См. Коноваловъ, 25 и Биркенгеймъ, 30.

⁴⁾ Опытъ не труденъ. Нужно точно отвѣшенное количество чистаго угля (сажи) сжечь въ томъ кислорода (въ трубкѣ) и получающійся углекислый газъ поглотить взвѣшенной натристой известью въ трубкѣ. Привѣсъ въ натристой извести укажетъ количество углекислаго газа, образовавшагося изъ даннаго количества угля. Отсюда легко находится и количество присоединившагося къ углю кислорода.

⁵⁾ Не очень точно плотность углекислаго газа опредѣлить легко. Нужно чистую сухую колбу, въ 300 к. с., заткнутую хорошо пробкою, взвѣсить на химическихъ вѣсахъ, замѣтивъ температуру и давленіе. Затѣмъ пропустить въ нее струю чистаго сухого углекислаго газа (минуть 15—20) и вновь закрытую пробкою взвѣсить. Далѣе, вымѣрить водою объемъ колбы. Это дастъ вѣсъ воздуха (литръ его при 0^0 и 760 м. = 1,293 гр.). Отсюда легко найдется и плотность углекислаго газа.

Мѣлъ съ водою не реагируетъ, а это тѣло, если его смочить водою, сильно разогрѣвается, разсыпается въ порошокъ, — въ большемъ количествѣ воды оно растворяется, образуя щелочный растворъ, что легко узнать на-ощупь, на вкусъ и на лакмусовую бумажку (красная синѣть).

Вещество это — известь, которую употребляютъ при постройкахъ каменныхъ зданій. Ее такъ и готовятъ изъ известковыхъ камней, какъ мы изъ мѣла. А растворъ ея въ водѣ называется известковою водою. Эта же известь получается, если жечь на воздухѣ элементъ кальцій. Отсюда формула извести—CaO.

Опредѣлили, въ какихъ количествахъ получается известь и углекислый газъ изъ мѣла: оказалось—на частицу извести (CaO) приходится частица углекислаго газа (CO₂); отсюда составъ частицы мѣла выражается формулою: CaO + CO₂ = CaCO₃.

Что дѣлали съ мѣломъ, попробуйте сдѣлать съ поваренною солью. Если оболете ее укусомъ, не замѣтите выдѣленія какого-либо газа. Если ее нагрѣете, какъ нагрѣвали мѣлъ, — она расплавится, сдѣлается жидкою и даже будетъ обращаться отчасти въ паръ. Остудите, — опять останется поваренная соль со всѣми ея первоначальными свойствами.

Другое дѣло, если примѣшаете къ поваренной соли перекиси марганца, да оболете смѣсь сѣрной кислотой: тотчасъ замѣтите выдѣленіе зеленовато-желтаго, сильно пахнущаго, удушливаго газа. Это—*хлоръ*. Нельзя думать, что этотъ газъ выдѣляется изъ перекиси марганца, такъ какъ изъ одной ея сѣрная кислота не выдѣляетъ хлора. Но тотъ же газъ можно выдѣлить изъ поваренной соли инымъ путемъ. Если черезъ расплавленную поваренную соль пропустить электрической токъ, то она разложится только на два тѣла—на хлоръ и металлъ натрій. Если пропустить токъ черезъ водный растворъ соли, хлоръ и металлъ натрій также выдѣляются, и хлоръ при этомъ легко замѣтитъ по желтому цвѣту раствора, окружающаго анодъ; но натрій не останется въ видѣ свободнаго металла: онъ реагируетъ съ водою, изъ которой выдѣлитъ половину ея водорода. Точное опредѣленіе относительнаго количества хлора и натрія въ частицахъ поваренной соли показало, что эти два элемента для образованія частицы соли соединяются по одному атому. Формула поваренной соли—NaCl.

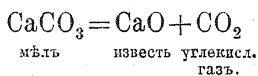
Итакъ, составъ мѣла и поваренной соли совершенно различенъ; это и обуславливаетъ различіе свойствъ этихъ двухъ веществъ. Узнали мы это при помощи разложенія обоихъ тѣлъ на ихъ со-

ставныя части. Такой приёмъ изслѣдованія вещества называется—*анализомъ* ⁶⁾.

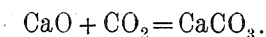
Химикъ никогда однако не удовлетворяется однимъ этимъ приёмомъ: свой выводъ изъ анализа онъ стремится подкрѣпить обратнымъ способомъ. Найденныя составныя части онъ вновь соединяетъ въ опредѣленныхъ имъ количествахъ и только тогда окончательно останавливается на своемъ выводѣ, когда вновь получить то вещество, которое изслѣдуетъ.

Въ данномъ случаѣ это легко удастся: стоитъ пропустить токъ углекислаго газа (CO_2) надъ нагрѣтою известью (CaO), какъ и получится вновь углекальціева соль (мѣль). Еще легче и лучше виденъ результатъ, если вмѣсто извести взять ея растворъ т. е. известковую воду. Тотчасъ же, какъ только пройдетъ черезъ нее токъ углекислаго газа, выдѣлится бѣлый осадокъ: это и есть опять углекальціева соль. Можно бы взять и прямо элементы—кальцій (Ca) и углеродъ (C)—въ обычной его формѣ угля, смѣшать и жечь на воздухѣ. Углеродъ и кальцій, сгорая, все равно дали бы известь (CaO) и углекислый газъ (CO_2), которые опять тутъ же бы и соединились въ углекальціеву соль.

Разложеніе мѣла выражалось такимъ равенствомъ:



Очевидно, соединеніе извести и углекислаго газа выразится обратнымъ равенствомъ:



Такъ же легко получается и поваренная соль изъ ея составныхъ частей. Если кусочекъ натрія зажечь на воздухѣ и опустить въ склянку съ хлоромъ, то онъ и тамъ будетъ продолжать горѣть. По окончаніи горѣнія въ склянкѣ окажется поваренная соль: если обмыть водою стѣнки внутри склянки и воду выпарить въ чашечкѣ, то выдѣлятся обычные кубическіе кристаллики поваренной соли. Этотъ приёмъ изслѣдованія вещества въ химіи носитъ названіе *синтеза*.

Разъ анализомъ и синтезомъ точно установленъ составъ какого-либо тѣла и закрѣпленъ его формулой, не трудно сказать, какія

⁶⁾ См. Реформатскій, 27.

вещества можно получить изъ даннаго тѣла. Напримѣръ, изъ поваренной соли можно выдѣлить натрій и хлоръ; если они бываютъ нужны, въ практикѣ такъ и поступаютъ; а также для получения почти для всѣхъ искусственныхъ соединений, содержащихъ натрій или хлоръ, такъ или иначе пользуются поваренной солью (напримѣръ, для приготовления соды (Na_2CO_3), соляной кислоты (HCl), хлороформа (CHCl_3), бѣлильной извести ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) и т. д.).

Искусствен-
ное приго-
товленіе при-
родныхъ ми-
неральныхъ
веществъ.

2. Синтезъ поваренной соли и мѣла очень легокъ. Далеко не всегда однако такъ легко по даннымъ одного анализа произвести синтезъ, т. е. приготовить искусственно что-либо существующее въ природѣ, особенно организованной. На сколько это не легко и какъ долго не удавалось химикамъ, можно судить по изрѣченію одного изъ великихъ химиковъ середины годовъ нашего столѣтія. „Природа“, говоритъ Жераръ (Gerhardt) — „созидаетъ, а человѣкъ разрушаетъ“.

Отчего зависятъ эти трудности и какъ понемногу химики научаются преодолевать ихъ, — это постараемся выяснитъ на примѣрахъ.

Мы сейчасъ сказали, какъ получить искусственно углекальціеву соль; но такъ мы получаемъ вещество — аморфное, не кристаллическое; между тѣмъ въ природѣ углеизвестковая соль бываетъ въ формѣ крупныхъ и мелкихъ кристалловъ *известкового шпата* (гексагональной системы — ромбоэдры) и въ формѣ *аррагонита* — (кристаллы ромбической системы). Какъ говорятъ, углеизвестковая соль *полиморфна*. Удалось ли искусственную аморфную — углеизвестковую соль перевести въ кристаллическую? Не мало пришлось произвести опытовъ, пока они увѣнчались успѣхомъ. — Для того, чтобы получить искусственный известковый шпатъ, нужно предоставить известковой соли медленно выдѣляться при обыкновенной температурѣ изъ растворовъ (напримѣръ, изъ воднаго, содержащаго угольную кислоту). Если же растворъ нагрѣвать, то выдѣляется углеизвестковая соль въ формѣ аррагонита.

Составъ многихъ драгоценныхъ камней былъ извѣстенъ давно; но получить ихъ искусственно долго не удавалось. Напримѣръ, красный рубинъ и синій сапфиръ оба представляютъ по составу окись алюминія — глиноземъ Al_2O_3 , который такъ легко получить простымъ сжиганіемъ алюминія на воздухѣ. Но такъ полученный глиноземъ — аморфный бѣлый порошокъ.

Чтобы получить изъ этого глинозема красивый рубинъ, нужно найти условія для его кристаллизаціи и прибавитъ вещество, которое

вызвало бы красную окраску. Оказалось удобнымъ для этой цѣли смѣшать глиноземъ, съ небольшимъ количествомъ смѣси ѣдкаго кали, съ фтористымъ баріемъ и двухромокалиевою солью и нагревать долго до 1500°. Такъ же точно давно извѣстенъ составъ кварца (SiO_2), полевого шпата и многихъ другихъ природныхъ силикатовъ⁷⁾, а приготовить ихъ искусственно въ той формѣ, въ какой они находятся въ природѣ, удалось гораздо позднѣе.

Слѣдовательно, для синтеза этихъ веществъ нужно знать не только составъ ихъ, но еще и условія, при которыхъ тѣло одного и того же состава является въ той или иной формѣ. Подыскивая эти условія, химикъ не только рѣшаетъ вопросъ искусственнаго полученія природнаго вещества, но еще разгадываетъ и то, въ какихъ условіяхъ могли образоваться въ соответствующихъ формахъ природныя тѣла.

Какъ связана эта форма тѣла съ составомъ въ указанныхъ сейчасъ случаяхъ, въ точности неизвѣстно до сихъ поръ; но нѣкоторый намекъ на объясненіе этой связи или, вѣрнѣе, нѣчто аналогичное можно увидѣть на *органическихъ* соединеніяхъ⁸⁾.

3. Обыкновенный сахаръ химики привыкли называть *тростнико-* Органическія
вещества.
Анализъ
тростниковаго
и виноград-
наго сахара.
вымъ сахаромъ, потому что въ былое время его извлекали исключительно изъ сахарнаго тростника, растущаго въ жаркихъ странахъ; съ одинаковымъ правомъ его можно бы назвать—свекловичнымъ сахаромъ, такъ какъ теперь почти вся Европа добываетъ это вещество изъ свекловицы, растущей на ея поляхъ. А есть еще другое сладкое вещество, тоже всѣмъ знакомое—медъ. Въ сотахъ этотъ медъ жидокъ; но, вѣроятно, всѣ знаютъ, что со временемъ изъ этого жидкаго меда выдѣляется масса мелкихъ кристалликовъ, такъ же, какъ изъ обсахарившагося варенья. Эти кристаллики можно отдѣлать тщательно отъ пропитывающаго ихъ сиропа, выложивши, на примѣръ, ихъ на кирпичъ или, еще лучше, на неглазурованную фарфоровую тарелку, или наконецъ на поверхность тѣхъ глиняныхъ цилиндровъ, которые употребляются въ гальваническихъ элементахъ съ пористыми сосудами. Сиропъ всосется въ поры указанныхъ глиняныхъ вещей, а кристаллики останутся на поверхности. Ихъ хорошо послѣ этого перекристаллизовать еще изъ спирта: т. е. растворить въ спирту и затѣмъ предоставить спирту испаряться; растворенное вещество будетъ медленно выдѣляться въ видѣ кристалловъ.

7) См. Сперанскій, 32.

8) См. Биркенгеймъ, 30.

Въ видѣ порошка это вещество очень похоже на сахарный песокъ и часто употребляется вмѣсто тростниковаго сахара. Его называютъ химики *винограднымъ* сахаромъ (d—глюкозой, декстрозой и т. д.). Однако, эти вещества не тождественны, хотя разница между ними не такъ рѣзка, не такъ замѣтна, какъ между поваренной солью и мѣломъ. Такъ, виноградный сахаръ менѣе сладокъ⁹⁾, чѣмъ тростниковый. Виноградный сахаръ изъ воднаго раствора хуже кристаллизуется, чѣмъ тростниковый. Послѣдній прямо съ дрожжами не бродитъ, а виноградный сахаръ бродитъ¹⁰⁾. Тростниковый сахаръ обращается въ жидкость при 160°, а виноградный при 146° и т. д... Большинство другихъ отличительныхъ признаковъ вполне ясны лишь специалистамъ химикамъ.

Посмотримъ, можно ли объяснить разницу въ свойствахъ этихъ тѣлъ ихъ составомъ?

Попробуйте, хотя бы въ серебряной ложкѣ, сильно нагрѣтъ на спиртовой лампочкѣ кусокъ тростниковаго сахара: сначала онъ расплавится, потомъ дастъ паръ; направьте эти пары на холодное стекло (а для этого держите, напр., сухую стеклянную воронку надъ ложкой): очень скоро стекло затуманится и появится роса. Это—капельки воды. Въ этомъ можно убѣдиться такъ. Если посыпать на эти мелкія капельки прокаленнаго (бѣлаго) мѣднаго купороса,—онъ посинѣетъ; а это бываетъ съ нимъ всегда, когда онъ соединяется съ водой; или бросьте маленькій кусочекъ натрія на капельки: онъ зашипитъ и даже можетъ произойти вспышка. Въ ложкѣ, гдѣ накаливался сахаръ, останется черное вещество: въ немъ не трудно узнать уголь—его можно сжечь; тогда получится углекислый газъ.

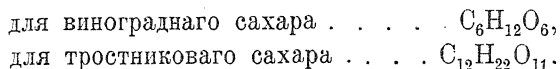
Этотъ простой опытъ показываетъ, что въ составъ тростниковаго сахара входитъ углеродъ, водородъ и кислородъ. И самое тщательное изслѣдованіе при самыхъ искусныхъ рукахъ и сложныхъ аппаратахъ не обнаружитъ въ тростниковомъ сахарѣ ничего другого.

Продѣлайте тотъ же опытъ съ винограднымъ сахаромъ и вы увидите совершенно тѣ же явленія и найдете для него совершенно тотъ же качественный составъ: и въ него входятъ только тѣ же три элемента: углеродъ, водородъ и кислородъ.

⁹⁾ Чтобы получить жидкость одинаково сладкаго вкуса, нужно брать винограднаго сахара въ $1\frac{1}{2}$ —2 раза больше, чѣмъ тростниковаго.

¹⁰⁾ Разлагается съ образованіемъ виннаго спирта и углекислаго газа,—сущность винокурения.

4. Надо вести анализъ дальше,—нужно опредѣлить относительныя количества этихъ элементовъ въ частицахъ обоихъ веществъ: не будетъ ли здѣсь разницы? Въ самомъ дѣлѣ, такія опредѣленія привели къ различнымъ частичнымъ ¹¹⁾ формуламъ для этихъ веществъ:



Частичный
составъ
тростниковаго
и винограднаго
сахара.
Отношеніе
между ними.

Всмотрѣвшись въ формулы, можно замѣтить, въ какомъ отношеніи находятся другъ къ другу эти вещества. Тростниковый сахаръ какъ будто составленъ изъ двухъ частицъ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ съ удаленіемъ одной частицы воды по такому равенству: $2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{H}_2\text{O} = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

И дѣйствительно, частица тростниковаго сахара присоединяетъ частицу воды (въ различныхъ условіяхъ, напр., въ присутствіи очень небольшого количества какой-нибудь кислоты) и разлагается на двѣ частицы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, изъ которыхъ одна принадлежитъ виноградному сахару, а другая тому сиропу, который вмѣстѣ съ нимъ находится въ меду; послѣднее вещество называютъ *плодовымъ сахаромъ* (левулезой, d—фруктозой).

5. Слѣдовало бы теперь подтвердить результаты анализа синтезомъ. Вотъ здѣсь это не такъ легко, какъ въ случаѣ поваренной или углеизвестковой соли. Долго и много работали химики, пока, наконецъ, удалось имъ (Э. Фишеръ (E. Fischer) около 10 лѣтъ тому назадъ) приготовить искусственный синтетическій—виноградный и плодовой сахаръ путемъ сложныхъ превращеній. А соединить двѣ частицы этихъ веществъ, выдѣлить изъ нихъ одну частицу воды,

О синтезѣ
глюкозъ.

¹¹⁾ О значеніи, именно, частичной формулы будетъ сказано еще ниже. Самое опредѣленіе вѣса молекулы такихъ веществъ, какъ тростниковый или виноградный сахаръ, не способныхъ обращаться въ паръ безъ разложенія, основано уже не на плотности пара (см. Реформатскій, 27), а на другихъ химическихъ и физическихъ отношеніяхъ этихъ веществъ. Чтобы дать нѣкоторое понятіе объ этомъ, укажемъ одинъ изъ такихъ способовъ. Всякое вещество, растворенное въ водѣ, понижаетъ температуру замерзанія ея; т.-е., напр., сахарная вода уже замерзаетъ не при 0°, а при болѣе низкой температурѣ. Величина этого пониженія температуры замерзанія—*депрессія* (обозначимъ ее буквою d) при одинаковой концентраціи для различныхъ веществъ обратно пропорціональна ихъ молекулярнымъ вѣсамъ (M.). Такимъ образомъ, $d : d' = M' : M$. (Правило (Рауля Raoult)). Если намъ извѣстны депрессіи двухъ тѣлъ и вѣсы молекулы одного изъ нихъ, то мы легко найдемъ вѣсы молекулы другого изъ этой пропорціи.

такъ чтобы образовался тростниковый сахаръ, — это не удалось еще и до сихъ поръ. Получено вещество съ той же формулой, что и тростниковый сахаръ — $C_{12}H_{22}O_{11}$, — но съ другими свойствами. Въ чемъ же здѣсь дѣло? А въ томъ же, что дѣлаеть различными виноградный сахаръ и фруктовый сахаръ, хотя ихъ молекулы имѣютъ совершенно одинаковый составъ.

Приходится вести анализъ еще дальше, глубже: нужно узнать не только элементарный составъ, но еще опредѣлять, какъ говорить, ближайшія составныя части. Выяснимъ нашу мысль на болѣе простомъ примѣрѣ и тогда уже вновь вернемся къ сахарамъ.

Частица винограднаго сахара и частица уксусной кислоты.

6. Частицу винограднаго сахара мы выразили формулой $C_6H_{12}O_6$. Казалось, отчего бы не выразить ее формулою болѣе простою, напр., втрое меньшею — $C_2H_4O_2$? Эта формула одинаково удовлетворяла бы требованіямъ анализа: она, какъ и первая, выражаетъ, что въ составъ вещества входитъ 40% углерода, 6,67% водорода, и 53,33% кислорода.

И, однако, формулою $C_2H_4O_2$ выражается не виноградный сахаръ, а совсѣмъ другія вещества.

Прежде всего такую формулу химики даютъ очень извѣстному веществу — уксусной кислотѣ, которая составляетъ дѣйствующее начало уксуса, отъ которой зависитъ вкусъ кислаго вина и которая теперь такъ часто продается подъ именемъ уксусной эссенціи. Элементы, составляющіе уксусную кислоту тѣ же, что и въ виноградномъ сахарѣ и даже въ одинаковыхъ процентныхъ количествахъ, однако же никто не смѣшаетъ сладкій твердый виноградный сахаръ съ жидкою кислую уксусной эссенціей ¹²⁾. Отчего же здѣсь зависитъ различіе въ свойствахъ веществъ? Оно зависитъ во-1-хъ отъ числа атомовъ, составляющихъ частицу, во-2-хъ отъ взаимнаго отношенія этихъ атомовъ. Число атомовъ въ частицѣ выражено въ формулахъ частицъ $C_6H_{12}O_6$ и $C_2H_4O_2$; оно находится безъ труда, если извѣстенъ относительный вѣсъ молекулы вещества и атомные вѣса элементовъ. Другое дѣло — взаимныя отношенія атомовъ. На нихъ остановимся.

Взаимныя отношенія атомовъ въ частицѣ. Атомность. Единицы сродства. Связи и ихъ изображенія.

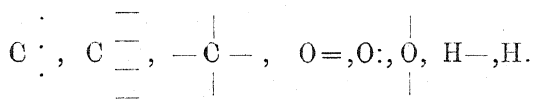
7. Прежде всего, что заставляетъ отдѣльные атомы быть вмѣстѣ, въ одной частицѣ?

Неизвѣстную по своему существу причину этого называютъ — „химическимъ сродствомъ“. Каждый атомъ какого-либо элемента обладаетъ не безконечнымъ, а *опредѣленнымъ* количествомъ этого

¹²⁾ Чистая уксусная кислота плавится около $+18^\circ$.

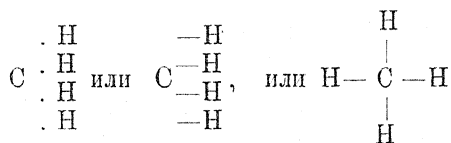
средства, этой способности удерживать при себѣ атомы другихъ элементовъ. Число атомовъ водорода, которые удерживаетъ при себѣ или замѣщаетъ однимъ своимъ атомомъ какой-либо элементъ, служить обыкновенно мѣрою этого свойства элементовъ и называется его — *атомностью* (значностью) ¹³⁾. Одинъ углеродный атомъ ¹⁴⁾ способенъ удержать 4 атома водорода, какъ это видно изъ формулы простѣйшаго его водороднаго соединенія—метана CH_4 . Поэтому говорятъ, что углеродъ—элементъ четырехатомный (четырёхзначный). Кислородъ, какъ видно изъ формулы воды H_2O , элементъ двухатомный. Вступая въ частицу, элементы тратятъ свои *единицы средства* одна за одну на *взаимную связь* между собою, какъ выражаются химики образно. Такія траты *единицъ средства* необходимы не только для соединенія атомовъ разнородныхъ элементовъ, но также и для соединенія однородныхъ.

Эти *единицы средства*, или *связи*, химики выражаютъ при каждомъ элементѣ чертами или точками, размѣщая ихъ различно около знака элемента. Такъ слѣдующія символы



указываютъ, что углеродный атомъ четырехатоменъ, кислородный дву-, а водородный—одноатоменъ.

Слѣдовательно, метанъ выразится такою подробною формулою:



Поваренная соль NaCl . Углекислый газъ: $\text{C} \begin{array}{c} =\text{O} \\ =\text{O} \end{array}$. Въ послѣднемъ случаѣ на удержаніе cadaго атома двуатомнаго кислорода углеродъ тратитъ двѣ единицы средства.

Когда соединеніе состоитъ только изъ двухъ атомовъ, нѣтъ никакого затрудненія выразить его частицу принятыми символами. Другое дѣло, когда въ составъ частицы входитъ болѣе двухъ раз-

¹³⁾ См. Реформатскій, 27.

¹⁴⁾ См. Виркенгеймъ, 30

нородныхъ атомовъ. Напр., пусть будетъ три разнородныхъ атома А, В и С. Они могутъ составить частицу нѣсколькими способами: 1) А, будетъ удерживать своимъ сродствомъ В и С, что выразилось бы такою схемой: $A < \begin{smallmatrix} C \\ B \end{smallmatrix}$, 2) В — удержитъ своимъ сродствомъ А и С, т.-е. $B < \begin{smallmatrix} A \\ C \end{smallmatrix}$ и 3) С будетъ центромъ, около котораго группируются А и В, по схемѣ $C < \begin{smallmatrix} A \\ B \end{smallmatrix}$.

Такими схемами выражались бы взаимныя отношенія атомовъ другъ къ другу.

Первая схема означаетъ, что С и В находятся въ особомъ отношеніи къ А, чѣмъ другъ къ другу. Они мало вліяютъ другъ на друга и сильно на А и сами измѣняются отъ этого А.

По 2-й схемѣ дѣло обстоитъ иначе: А и С мало вліяютъ другъ на друга, напротивъ сильно вліяютъ на В и сами получаютъ отъ него вліяніе и т. д.

Опредѣленіе
взаимныхъ
отношеній
атомовъ въ
частицѣ
уксусной
кислоты
(химическое
строеніе).

8. Уксусная кислота содержитъ атомы трехъ элементовъ, при томъ каждаго элемента—нѣсколько атомовъ. Въ какомъ же взаимномъ отношеніи находятся эти атомы? Какъ эти взаимныя отношенія выразились бы въ формулѣ уксусной кислоты? Взаимныя отношенія атомовъ въ частицѣ, какъ мы уже сказали, выражаются во вліяніи атомовъ другъ на друга, стало быть, и въ свойствахъ соединенія.

Попытаемся разобрать свойства кислоты уксусной, которыя указали бы намъ на взаимныя отношенія ея атомовъ.

Прежде всего, въ частицѣ кислоты уксусной имѣется 4 атома водорода. Всѣ ли они одинаково относятся къ различнымъ реакціямъ напр., къ дѣйствию свободныхъ металловъ или щелочей?

Если вы смѣшаете крѣпкій уксусъ или небольшое количество воднаго раствора уксусной эссенціи съ содою, начнетъ бурно выделяться углекислый газъ и получится въ растворѣ новое вещество—натровая соль уксусной кислоты. Выпарьте растворъ: выкристаллизуется эта соль въ бѣлыхъ кристаллахъ съ кристаллизационною водою¹⁵⁾; высушите ихъ и сплавьте осторожно въ фарфоровой чашкѣ или въ серебряной ложкѣ и остудите: получится опять кристаллическая, но уже безъ кристаллизационной воды соль. Эта соль отъ обыкновенныхъ, такъ называемыхъ, минеральныхъ солей, какова напр., поваренная, отличается прежде всего тѣмъ, что она горяча. Со-

¹⁵⁾ См. Ижевскій, 28.

жгите ее, нагрѣвши сильно хотя бы въ той же серебряной ложкѣ или фарфоровой чашкѣ и газообразные продукты горѣнія поставите собрать въ большую холодную стеклянную воронку, напр., держа ее надъ пламенемъ, какъ раньше,—вы увидите на стѣнкахъ капли воды. Откуда она взялась? Отвѣтъ можетъ быть одинъ:—сухая соль ваша содержитъ въ составѣ своемъ водородъ, который и сгораетъ въ воду. Разумѣется, еще получится и углекислый газъ отъ сгоранія углерода: его можно узнать, при помощи известковой воды; останется зола—угленатровая соль (сода).

Итакъ, металлъ не замѣстилъ всѣхъ 4 паевъ водорода; часть ихъ осталась. Точный количественный анализъ, основанный на томъ же сжиганіи этой соли, показалъ, что изъ 4 водородовъ только 1 замѣщается натріемъ; а три остаются. Стало-быть, изъ 4 водородовъ въ кислотѣ уксусной есть одинъ совершенно отличный отъ всѣхъ остальныхъ трехъ; стало быть, онъ связанъ съ углеродными атомами какъ нибудь иначе, чѣмъ остальные. Это мы отмѣтимъ въ формулѣ— $C_2H_3O_2H$, поставивъ одинъ Н отдѣльно. Далѣе. Если подѣйствовать на уксусную кислоту треххлористымъ фосфоромъ (PCl_3), то изъ уксусной кислоты получится новое вещество, точный анализъ котораго приводитъ къ такой формулѣ: C_2H_3OCl (хлористый ацетиль). Сравнивая эту формулу съ формулою кислоты уксусной, вы видите, что изъ уксусной кислоты ушелъ одинъ атомъ кислорода съ водородомъ и замѣтилъ ихъ одинъ атомъ Cl. Естественно спросить, какой же изъ 4 водородовъ ушелъ вмѣстѣ съ кислороднымъ атомомъ? Мы одинъ водородъ уже замѣстили въ кислотѣ уксусной. Не ушелъ-ли этотъ самый водородъ?

Замѣченный нами водородъ способенъ былъ замѣщаться металлами. Если онъ еще присутствуетъ въ новомъ соединеніи C_2H_3OCl , тогда это соединеніе—кислота, способная замѣщать свой водородъ металломъ. Опытъ показалъ, что хлористый ацетиль не даетъ солей съ металлами, какъ кислота. Стало быть, замѣченный нами водородъ ушелъ съ атомомъ кислорода. Слѣдовательно, мы теперь нашли два атома въ частицѣ кислоты уксусной, находящіяся въ особомъ отношеніи другъ къ другу. Отмѣтимъ опять въ формулѣ нашъ выводъ: C_2H_3OON . Формула стала еще подробнѣе.

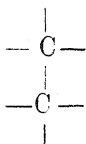
Пойдемъ далѣе. Если къ сухой, сплавленной уксуснонатріевой соли вы прибавите (столько же или больше) ѣдкаго натра и смѣсь нагрѣете сильно въ ретортѣ, или въ пробиркѣ, или въ маленькой колбочкѣ, то будетъ выдѣляться горючій газъ. Это ¹⁶⁾

¹⁶⁾ См. Биркенгеймъ, 30.

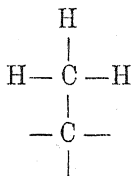
метанъ — CH_4 . Въ сосудѣ послѣ того, какъ выдѣлится метанъ, останется сода — угленатровая соль Na_2CO_3 , въ чемъ легко убѣдиться: стоитъ облить охладившійся остатокъ уксусною кислотой, онъ зашипитъ отъ выдѣленія углекислаго газа.

Такое распаденіе уксуснонатріевой соли на двѣ части, въ одной изъ которыхъ будетъ весь кислородъ, а въ другой—весь водородъ, бывшій въ соли, говоритъ за то, что въ частицѣ уксусной кислоты между ея двумя углеродами такъ распределены водородъ и кислородъ: при одномъ углеродѣ находятся оба атома кислорода, изъ коихъ при одномъ есть водородъ, а при другомъ углеродѣ—все остальные водороды.

Таковы отношенія атомовъ элементовъ въ частицѣ уксусной кислоты. Ихъ легко можно выразить теперь все вмѣстѣ формулою, не забывая объ атомности элементовъ и о правилѣ ихъ связи. Вотъ прежде всего углеродное ядро изъ двухъ атомовъ:



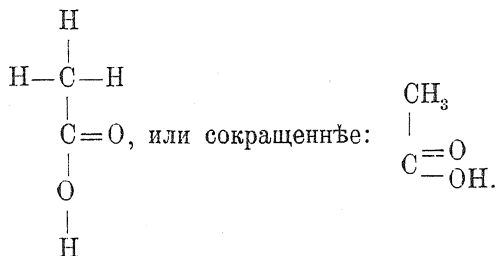
Къ протянутымъ тремъ единицамъ сродства присоединяется у одного, положимъ у верхняго углероднаго атома три атома водорода; получимъ:



Теперь къ нижнему углеродному атому нужно присоединить оба кислорода и одинъ атомъ водорода. Этотъ водородный атомъ, какъ выше показано, находится въ связи съ однимъ изъ атомовъ кислорода; а такъ какъ у водороднаго атома лишь одна единица сродства, то онъ соединившись съ кислороднымъ атомомъ въ группу $-\text{O}-\text{H}$ (гидроксилъ) потратитъ уже все свое сродство и не можетъ соединяться самъ еще съ углероднымъ атомомъ; другое дѣло—кислородъ, съ нимъ соединенный: онъ обладаетъ двумя единицами сродства: одну изъ нихъ кислородъ потратилъ на то, чтобы удержать при себѣ атомъ водорода, а другую онъ присоединится къ углеродному атому. Вто-

рой атомъ кислорода обѣими своими единицами сродства соединится съ углероднымъ атомомъ, который, въ свою очередь, потратитъ двѣ единицы сродства, чтобы удержать при себѣ этотъ кислородный атомъ.

Такимъ образомъ, полная формула кислоты уксусной приметъ видъ:



Въ такой формулѣ кислоты уксусной всѣ сродства отдѣльныхъ атомовъ элементовъ насыщены сообразно съ ихъ атомностью.

Итакъ, подробное изученіе уксусной кислоты привело къ ея подробной формулѣ, въ которой съ отчетливостью означены отношенія ея атомовъ другъ къ другу, поскольку это выражается въ реакціяхъ уксусной кислоты. Мы пользовались, впрочемъ, только наиболѣе важными, извѣстными свойствами кислоты уксусной, которыя можетъ легко при желаніи наблюдать всякій читатель. Извѣстенъ рядъ и другихъ хорошо изученныхъ свойствъ этой кислоты; всѣ эти свойства также хорошо выражаются написанной формулой... Эта формула, слѣдовательно, служитъ весьма краткимъ, но тѣмъ не менѣе, вполне понятнымъ для химика *выраженіемъ химическихъ превращеній уксусной кислоты.*

9. Эта же формула, разъ она стремится выразить отношенія атомовъ другъ къ другу, должна указывать собою и пути, коими могла бы быть получена уксусная кислота.

Въ самомъ дѣлѣ, формула говоритъ намъ о присутствіи въ частицѣ кислоты уксусной двухъ группъ атомовъ, находящихся въ особомъ другъ къ другу отношеніи; это—ближайшія составныя части ея: CH_3 (метиль) и $\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{OH}}$ (карбоксылъ). Стало-быть, если бы мы въ какихъ-либо иныхъ двухъ органическихъ соединеніяхъ нашли такія же группы CH_3 и $\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{OH}}$, и сумѣли бы ихъ заставить соединиться другъ съ другомъ въ тотъ моментъ, когда онѣ выдѣлялись бы изъ своихъ соединеній, мы получили бы уксусную

Искусствен-
ное приго-
товленіе
уксусной
кислоты.

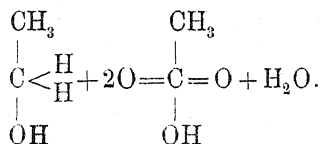
кислоту. Напр., существуютъ вещества $\text{C} < \begin{matrix} \text{H} \\ \text{J} \end{matrix}$, такъ называемый, иодистый метиль, и хлороугольная кислота $\text{Cl}-\text{C} \begin{matrix} =\text{O} \\ -\text{OH} \end{matrix}$. Въ нихъ вы видите тѣ группы, которыя нужны для образованія кислоты уксусной. Опытъ показалъ, что если отнять отъ частицъ этихъ двухъ веществъ ихъ галоиды, т. е. J и Cl при помощи металла, то остающіяся группы $-\text{CH}_3$ и $\text{C} \begin{matrix} =\text{O} \\ -\text{OH} \end{matrix}$ соединятся другъ съ другомъ и образуютъ въ самомъ дѣлѣ кислоту уксусную.

Далѣе, всякій знаетъ винный спиртъ. Его свойства заставляютъ

дать ему такую формулу ¹⁷⁾ $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} \begin{matrix} -\text{H} \\ -\text{H} \end{matrix} \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$. Въ этомъ соединеніи вы видите

группу CH_3 , какъ и въ кислотѣ уксусной, и вторая группа похожа на $\text{C} \begin{matrix} =\text{O} \\ -\text{OH} \end{matrix}$; только въ спиртѣ на мѣстѣ одного атома кислорода стоятъ два атома водорода. Если бы удалось замѣстить эти два атома водорода кислородомъ, мы вправѣ были бы ожидать уксусной кислоты. Сдѣлать это, оказывается, не трудно. Винный спиртъ легко реагируетъ съ O въ различныхъ условіяхъ, особенно легко съ кислородомъ въ его наиболее энергичной формѣ, въ моментъ выдѣленія изъ соединений богатыхъ кислородомъ, на примѣръ, изъ азотной или хромовой кислоты.

Реакцію можно выразить такимъ уравненіемъ:



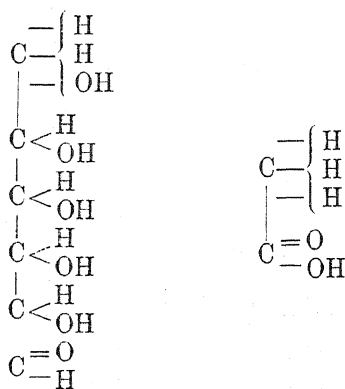
Одинъ кислородный атомъ, какъ видите, отнимаетъ отъ спирта 2 атома водорода, образуя частицу $-\text{H}_2\text{O}$ (вода), а другой атомъ кислорода становится на мѣсто двухъ другихъ атомовъ водорода и дѣйствительно получается кислота уксусная.

Это—та самая реакція, которая происходитъ въ винѣ, когда оно прокисаетъ (образованіе уксуса). Ею пользуются въ технической практикѣ для искусственнаго полученія уксусной кислоты изъ виннаго спирта.

¹⁷⁾ См. Биркенгеймъ, 30.

10. Быть можетъ нѣсколько кропотливый и скучный анализъ уксусной кислоты, привелъ къ установкѣ подробной формулы, которая подтвердилась и синтезомъ. Обо всемъ этомъ мы подробно говорили для того, чтобы выяснитъ, отчего зависитъ разница свойствъ кислоты уксусной и винограднаго сахара. Возвращаясь къ этому вопросу, слѣдовало бы также подробно изложить тотъ путь, которымъ выяснено взаимное отношеніе атомовъ въ частицѣ винограднаго сахара; но здѣсь—путь гораздо длиннѣе, сложнѣе и во всякомъ случаѣ, чтобы пройти этотъ путь, требуется знаніе очень многихъ подробностей, большое умѣнье дѣлать опыты, большой навыкъ въ постановкѣ частныхъ химическихъ вопросовъ и, наконецъ, большое количество времени. Мы не рискуемъ поэтому излагать приемы, при помощи которыхъ, какъ говорятъ, установлена *формула строения* ¹⁸⁾ винограднаго сахара: общее понятіе объ этомъ содержится, впрочемъ, въ приемѣ съ уксусной кислотой. Стоитъ взглянуть на двѣ рядомъ написанныя формулы, чтобы понять, какъ различны должны быть изображаемыя ими вещества:

Формула строения винограднаго сахара. Вещества изомерныя уксусной кислотѣ.



Виноград. сахаръ.

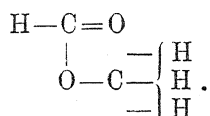
Уксусная кислота.

Совершенно такъ же, какъ формула строения уксусной кислоты подсказывала возможность ея синтезовъ, приведенная формула винограднаго сахара—результатъ анализа—вызвала синтезъ этого вещества. Окончательно установлена была формула винограднаго сахара лѣтъ 12 тому назадъ, а черезъ годъ — черезъ 2 послѣ того было приготовлено искусственно это весьма важное въ природѣ вещество; до того времени полученіе его составляло глубокую тайну только растительнаго организма...

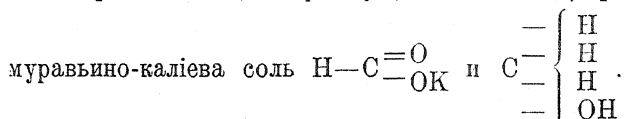
¹⁸⁾ См. Биркенгеймъ, 30.

Чтобы ярче представить значеніе подобнаго анализа вещества, ведущаго къ формулѣ строенія, укажемъ еще на одно соединеніе, частичная формула котораго совершенно тождественна съ уксусной кислотой. Это—такъ называемый метильный эфиръ муравьиной кислоты— $C_2H_4O_2$.

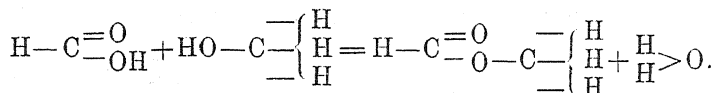
Подробное изслѣдованіе этого тѣла и его образованія привело къ слѣдующей формулѣ строенія его:



Вы видите—въ этомъ соединеніи нѣтъ карбоксила ($C \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{—} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$) и это—не кислота. Углеродные атомы прямо не связаны: ихъ сдерживаетъ кислородный атомъ. Если отдѣлить какимъ-либо способомъ этотъ кислородный атомъ, хотя бы отъ одного углероднаго атома, частица должна распасться на двѣ части. Это и совершается весьма легко при дѣйствіи, на примѣръ, ѣдкаго кали, при чемъ получается



Формула подсказываетъ, что и способъ образованія этого вещества долженъ быть иной, чѣмъ уксусной кислоты. Не трудно видѣть въ ней ближайшія составныя части древеснаго спирта и муравьиной кислоты. Если смѣшать эти два вещества, то при нагрѣваніи и получится нашъ эфиръ, съ выдѣленіемъ воды по слѣдующему уравненію



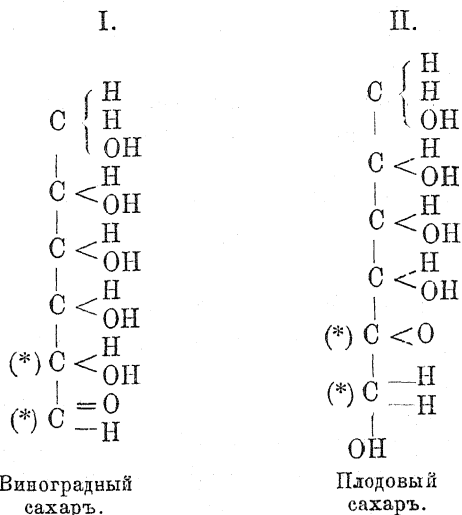
Элементарная формула $C_2H_4O_2$ принадлежитъ и еще нѣсколькимъ веществамъ, отличающимся другъ отъ друга строеніемъ частицы.

Такія вещества, которыя имѣютъ совершенно одинаковый частичный составъ и однако отличаются другъ отъ друга (благодаря разницѣ въ строеніи частицы), химики вообще называютъ *изомерными*. Богатство изомеровъ, открытыхъ между органическими ве-

ществами, и послужило главнѣйшимъ стимуломъ къ развитію теоріи химическаго строенія ¹⁹⁾.

11. Мы выше упомянули, что виноградный сахаръ и плодовой сахаръ выражаются одинаковою частичною формулою $C_6H_{12}O_6$. И здѣсь разница въ свойствахъ тѣмъ зависитъ также отъ строенія частицы. Вотъ формула строенія этихъ изомерныхъ веществъ:

Формулы строенія винограднаго и плодоваго сахара. Болѣе тонкій видъ изомеріи между глюкозами. Стереохимія.



Формулы очень похожи одна на другую: только двѣ нижнія группы атомовъ отличны; но этого и достаточно, чтобы два вещества сильно отличались въ свойствахъ. Если замѣнить двѣ нижнія группы винограднаго сахара тѣми, какія у плодоваго сахара, тогда долженъ получиться именно плодовой сахаръ. Опытъ блестящимъ образомъ подтвердилъ это.

Замѣчательно, что формулою I, кромѣ винограднаго сахара выражается еще строеніе нѣсколькихъ тѣмъ (глюкозъ): маннозы, галактозы и др. Превращенія всѣхъ этихъ сходныхъ химически во многомъ тѣмъ хорошо выражаются формулою. Но есть между ними и различія — преимущественно въ кристаллизаціи, въ растворимости, въ температурахъ плавленія, въ отношеніи къ поляризованному свѣту. Чтобы объяснить и эти отличія, пришлось еще дальше вести анализъ, пришлось для выраженія результатовъ этого анализа употреблять формулы, соответствующія уже *расположенію атомовъ не на плоскости, а въ пространствѣ (Стереохимія)*.

¹⁹⁾ См. Биркенгеймъ, 30.

Заняло бы слишкомъ много мѣста, времени и вниманія изложеніе, даже въ краткой формѣ, основъ этого дальнѣйшаго развитія теоріи строенія. При искусственномъ полученіи природныхъ веществъ, приходится однако иногда считаться и съ этимъ стереохимическимъ анализомъ.

Чѣмъ больше атомовъ входитъ въ составъ какой-либо частицы, тѣмъ, понятно, больше возможны разнообразія во взаимныхъ отношеніяхъ этихъ атомовъ, тѣмъ большее число различныхъ тѣлъ можно ожидать въ такомъ случаѣ.

Заключеніе.

12. Такимъ образомъ, по современнымъ воззрѣніямъ безконечное разнообразіе тѣлъ природы и веществъ, получаемыхъ химиками въ лабораторіяхъ, зависитъ во-1-хъ, *отъ ихъ качественного и количественнаго состава*, во-2-хъ, *отъ вѣса частицы*, т. е. отъ числа атомовъ ее составляющихъ, въ-3хъ, отъ взаимныхъ отношеній этихъ атомовъ, т. е. отъ *строенія* частицы.

Одна изъ задачъ современнаго химическаго пониманія свойствъ тѣлъ и сводится къ изслѣдованію ихъ въ трехъ указанныхъ направленіяхъ.

Въ самомъ историческомъ ходѣ развитія новой химіи ²⁰⁾ видно постепенное развитіе этихъ пунктовъ. Отецъ современной химіи Лавуазье (конецъ прошлаго столѣтія) далъ основу для качественного и количественнаго состава тѣлъ; Дальтонъ (начало настоящаго вѣка) ввелъ атомистическую теорію; Жераръ (середина настоящаго столѣтія) расширилъ и упрочилъ ее, установивъ точное понятіе объ атомѣ, частицѣ и ея величинѣ; Кекуле и Бутлеровъ (вскорѣ послѣ Жерара) установили принципы теоріи строенія частицъ.

Отчего зависятъ свойства самихъ атомовъ элементовъ, это—новый, глубокий вопросъ. Его развитіе изложено въ предыдущей статьѣ ²¹⁾.

Методы разрѣшенія задачи—анализъ и синтезъ. Первый методъ развился гораздо раньше. Въ природѣ несравненно чаще встрѣчаются не простыя тѣла, а сложныя.

Естественно поэтому вниманіе химиковъ направлялось прежде всего на то, чтобы опредѣлить составныя части сложныхъ тѣлъ—элементы. Чтобы составить что-либо изъ элементовъ, надо имѣть эти элементы, и для этого необходимо ихъ выдѣлить изъ сложныхъ природныхъ тѣлъ.

20) См. Реформатскій, 26 и 27.

21) См. Реформатскій, 33.

Приведенныя выше слова Жерара ясно характеризуютъ то время, когда химику приходилось всего чаще разлагать, разрушать.

Второй методъ—синтезъ выступилъ позднѣе, но въ настоящее время онъ необходимо увѣнчиваетъ полную работу анализа. Оба метода должны идти рука объ руку, пополняя и закрѣпляя другъ друга.

Пока не былъ сдѣланъ тщательный подробный анализъ винограднаго сахара, т.-е. пока не было опредѣлено взаимное отношеніе атомовъ въ его частицѣ, не было сдѣлано и его синтеза.

Не сдѣлано до сихъ поръ синтеза тростниковаго сахара, крахмала, клѣтчатки, бѣлковыхъ веществъ, потому что до сихъ поръ неизвѣстно точно взаимное отношеніе составляющихъ ихъ атомовъ, такъ какъ ихъ частицы велики, и требуется еще не мало труда чтобы закончить подробный ихъ анализъ.

Добытые анализомъ и синтезомъ результаты химикъ выражаетъ въ своихъ *формулахъ строенія*. Каждая такая формула, разъ она правильно установлена, для химика представляетъ собою возможную исторію, настоящее и будущее того соединенія, которое ею обозначено. Она служитъ сокращеннымъ выраженіемъ уравненій образованія тѣла, указываетъ на отличительныя свойства сравнительно съ другими тѣлами, и предсказываетъ возможные превращенія.

Прилагая свои методы и теоріи къ изслѣдованію веществъ, химикъ не только рѣшаетъ свои чисто-химическіе вопросы, онъ находитъ еще ключъ къ тому, какъ могли въ природѣ образоваться тѣ или другія тѣла; учась у природы, онъ въ то же время и отгадываетъ ея тайны...

Итакъ, слѣдуя даже только по такому пути, который разработанъ предшественниками, синтезъ даже самыхъ сложныхъ веществъ природы представляется лишь дѣломъ времени. А развѣ можно сказать, что точки опоры, найденныя нашими предшественниками, навсегда единственно возможны; развѣ атомистическая теорія и теорія химическаго строенія — послѣднее слово человѣческой мысли, а не временный, правда глубокой и широко захватывающій приемъ представленія о предметахъ сверхчувственныхъ? И теперь уже кое-гдѣ пробиваются всходы новыхъ идей, и теперь уже являются зачатки—еще болѣе широкихъ обобщеній.

Нужно только много неутомимаго [труда, много любви къ чистому знанію, чтобы не скучать за кропотливою работою анализа и синтеза! За то и награда велика — проникновеніе въ тайны при-

роды, путь къ творчеству! Если и не всѣмъ суждено быть великими избранниками міра, отгадывающими своимъ гениемъ во всемъ объемъ сокровенное, то каждый, даже маленькій шагъ отдѣльныхъ второстепенныхъ изслѣдователей приближаетъ все человѣчество къ тому же философскому камню — пониманію того же сокровеннаго, къ тому же владычеству надъ міромъ.

М. Коноваловъ.

Библиографія.

1. *Букъ*. Новая химія. Москва. 1897. Ц. 1 р. 75 к.
2. *Бутлеровъ*. Введеніе къ изученію органической химіи.
3. — Статья о теоріи строенія (въ прилож. къ журн. Р. Ф. Х. О).
4. *Ремсенъ*. Введеніе къ изученію органической химіи.
5. *Меншуткинъ*. Лекціи органической химіи. 3-е изд. Спб. 1897. Ц. 3 р. 60 к.
6. *Менделѣевъ*. Основы химіи. 6-е изд. Спб. 1895. Ц. 5 р.
7. *Меншуткинъ*. Очеркъ развитія химическихъ воззрѣній. Спб. 1888. Ц. 2 р.
8. *Лотаръ Мейеръ*. Основанія теоретической химіи. Спб. 1894. Ц. 2 р.
9. *Lothar Meyer*. Die modernen Theorien der Chemie.
10. *Остаалдъ*. Основныя начала теоретической химіи. М. 1891. Ц. 1 р. 75 к.
11. *Рамсей*. Экспериментальныя основанія теоретической химіи. М. 1887. Ц. 75 к.
12. *V. Hoff*. Die Lagerung der Atome.
13. — Dix années d'une théorie.
14. *Вюртль*. Атомистическая теорія. Кіевъ. 1882.