

Николай Морозовъ

ПЕРИОДИЧЕСКІЯ СИСТЕМЫ

СТРОЕНІЯ

ВЕЩЕСТВА

## Предисловіе 1903 года.

Болѣе столѣтія прошло съ тѣхъ поръ, какъ Лавуазье ввелъ въ химію методъ точнаго взвѣшиванія. *Законъ неуничтожимости матеріи*, впервые поставленный имъ на строго научную почву, сдѣлался основнымъ положеніемъ во всѣхъ физическихъ наукахъ. Благодаря тому же самому методу установилось и стало на твердую почву и другое положеніе: непревращаемость другъ въ друга при обычныхъ химическихъ реакціяхъ нѣсколькихъ десятковъ металловъ и металлоидовъ, вошедшихъ теперь въ періодическую систему Менделѣева.

Однако можетъ ли стать это второе положеніе на ряду съ первымъ?—Мы можемъ только [сказать: безчисленные опыты, произведенные въ лабораторіяхъ со временъ алхимиковъ не дали до сихъ поръ ни одного вполне достовѣрнаго или общепризнаннаго случая такихъ превращеній при существующихъ на поверхности земли космическихъ условіяхъ, или при тѣхъ условіяхъ, которыя доступны въ нашихъ лабораторіяхъ. Отсюда мы неизбѣжно приходимъ къ такому математическому выводу: *вѣроятность превращенія извѣстныхъ намъ до сихъ поръ металловъ и металлоидовъ другъ въ друга, при обычныхъ химическихъ реакціяхъ двойного обмѣна и замѣщенія, чрезвычайно близка къ нулю*. Поэтому мы инстинктивно не вѣримъ въ возможность такихъ трансформаций и стараемся

объяснить всякое неожиданное появленіе новыхъ химическихъ элементовъ при нашихъ опытахъ нечистотою употребленныхъ реагентовъ. Иначе и быть не можетъ.

Но можно ли заключить изъ этого, что каждый изъ извѣстныхъ намъ до сихъ поръ *семидесяти восьми видовъ матеріи* также вѣченъ, какъ и она сама; что газы нашей атмосферы, металлы земной коры и всѣ вообще химическіе элементы, наблюдаемые нами на небесныхъ свѣтилахъ, не произошли и не происходятъ гдѣ-нибудь теперь, среди туманныхъ скопленій, носящихся въ бездонной глубинѣ небесныхъ пространствъ? Можно ли отсюда заключить, что атомы основныхъ веществъ, заключающихся въ насъ и въ окружающихъ насъ тѣлахъ не распадаются никогда на болѣе первоначальныя частички, при какихъ-либо иныхъ космическихъ условіяхъ, въ родѣ тѣхъ небесныхъ пожаровъ, которые обнаруживаются время отъ времени при спектральномъ изслѣдованіи внезапно вспыхивающихъ звѣздъ?

Конечно, нѣтъ.

Съ такимъ же правомъ мы могли бы сказать, что всѣ виды животныхъ и растеній существуютъ вѣчно!

Есть много данныхъ за то, что атомы химическихъ элементовъ тоже совершаютъ свою эволюцію въ безконечной исторіи мірозданія. Въ безчисленныхъ кольцеобразныхъ, дисковидныхъ и тучевидныхъ туманностяхъ неба спектроскопъ не обнаруживаетъ никакихъ другихъ линій, кромѣ тѣхъ, которыя принадлежатъ неизвѣстному на сформировавшихся уже свѣтилахъ «небулярію», да еще водороду и гелію. А между тѣмъ, по теоріи Лапласа изъ этихъ именно туманностей и образуются свѣтила со всѣми ихъ металлами и металлоидами! Виднѣйшій изъ современныхъ астрофизиковъ, Норманъ Локьеръ, при-

ходить даже къ выводу, основанному на многочисленныхъ спектральныхъ сопоставленіяхъ, что и на сложившихся вполнѣ звѣздахъ химическіе элементы имѣютъ опредѣленные періоды для своего развитія. Такъ, напримѣръ, на звѣздахъ альнитаніанской группы Оріонова типа, представителемъ которыхъ служитъ  $\epsilon$  — Оріона, всѣ металлы и металлоиды распались, по его мнѣнію, вслѣдствіе необычайно высокой температуры, на водородъ и гелій. Этотъ же гелій, по мнѣнію извѣстныхъ англійскихъ физиковъ, Рамзая, Рутерфорда и др., выдѣляется изъ атомовъ радія и изъ атомовъ остальныхъ, аналогичныхъ ему по свойствамъ элементовъ: торія, урана, и т. д. Профессоръ Дж. Томсонъ пришелъ къ заключенію, сдѣлавшемуся теперь общепринятымъ среди физиковъ, что «катодные лучи» представляютъ изъ себя ничто иное, какъ брызги чрезвычайно мелкихъ корпускулъ, выходящихъ изъ состава атомовъ катода.

Но всѣ эти идеи, а также и самая мысль о возможности эволюціи химическихъ элементовъ изъ болѣе первоначальнаго вещества, уместны только въ томъ случаѣ, если мы будемъ разсматривать современные атомы, какъ единицы сложные. Такому представленію не противорѣчитъ и современная химія, въ основаніе которой положена идея о непревращаемости химическихъ элементовъ *при обычныхъ химическихъ реакціяхъ*. Величайшій изъ русскихъ химиковъ (и притомъ наиболѣе скептически относящійся ко всякимъ попыткамъ разложенія или превращенія элементовъ съ помощью доступныхъ намъ въ настоящее время силъ природы) Д. И. Менделѣевъ, такъ говоритъ въ своихъ «Основахъ Химіи» <sup>1)</sup>:

1) Д. Менделѣевъ, Основы Химіи. 7-е изд. 1903 г., стр. 157.

«Атомъ есть недѣлимое не въ геометрическомъ или абстрактномъ смыслѣ, а только въ реальномъ, физическомъ и химическомъ. А потому лучше было бы назвать атомы *индивидуумами*, недѣлимыми. Греческій *атомъ* равенъ *индивидууму* на латинскомъ языкѣ по суммѣ и смыслу словъ. Но исторически этимъ двумъ словамъ приданъ разный смыслъ. Индивидуумъ механически и геометрически дѣлимъ, и только въ опредѣленномъ реальномъ смыслѣ недѣлимъ. Земля, солнце, человѣкъ, муха суть индивидуумы, хотя геометрически дѣлимы. Такъ и атомы современныхъ естествоиспытателей, недѣлимые въ химическомъ смыслѣ, составляютъ тѣ единицы, съ которыми имѣютъ дѣло при разсмотрѣннн естественныхъ явленій вещества, подобно тому, какъ при разсмотрѣннн людскихъ отношеній человѣкъ есть недѣлимая единица, или какъ въ астрономіи единицею служатъ свѣтила—планеты, звѣзды».

Отсюда видно, что подобно тому, какъ фізіологъ можетъ говорить о составѣ человѣческаго тѣла изъ отдѣльныхъ органовъ и клѣточекъ, а геологъ о составѣ земли изъ ея горныхъ породъ, такъ и физикъ можетъ разрабатывать вопросы о составѣ атомовъ у современныхъ металловъ и металлоидовъ изъ болѣе мелкихъ по своей массѣ скопленій первоначальнаго вещества, не нарушая этимъ установленныхъ въ настоящее время химическихъ законовъ. Но для того, чтобы такая разработка была дѣйствительно *научной*, необходимо, чтобы детали строенія атомовъ опредѣлялись изъ ихъ физическихъ и химическихъ свойствъ, и сами опредѣляли эти свойства, а не были бы дѣломъ простаго воображенія.

Въ настоящемъ сочиненіи вопросу о строеніи атомовъ посвящена особая часть. Вопросъ этотъ

очень труденъ и сложенъ. Въ возможность его рѣшенія не вѣрятъ въ настоящее время многіе изъ выдающихся ученыхъ. Но я надѣюсь, что всякій физикъ или химикъ, которому болѣе всего дорога разработка избранной имъ науки во всѣхъ возможныхъ направленіяхъ (потому что только этимъ и обезпечивается ея правильное развитіе), отнесется не безъ интереса и сочувствія и къ этой моей попыткѣ дедуктивно вывести періодическій законъ на основаніи, если можно такъ выразиться, *теоріи комбинацій*. Несмотря на всѣ недостатки, которые читатель можетъ найти въ моей книгѣ; она въ настоящее время все-таки представляетъ единственную детальную разработку этого предмета.

Шлиссельбургская крѣпость.

Ноябрь 1903 г.

---

## Предисловіе 1906 года.

Въ настоящій моментъ, когда я пишу это предисловіе, заканчивается въ типографіи послѣдній листъ моей книги. Черезъ нѣсколько дней она перейдетъ наконецъ, изъ темницы, въ которой была начата и закончена *in the wide, wide world*—въ широкій огромный міръ. Что ее встрѣтитъ въ немъ—не знаю. Но все же одна изъ цѣлей, которые я себѣ поставилъ въ заключеніи—теперь достигнута. Книга не погибла въ Шлиссельбургской крѣпости.

Въ первый разъ я пытался освободить ее отъ тяготѣвшаго надъ нею, вмѣстѣ со всѣми другими моими научными работами, безсрочнаго заключенія, еще въ концѣ 90-хъ годовъ. При посѣщеніи крѣпости тогдашнимъ министромъ внутреннихъ дѣлъ—Горемыкинымъ, я его просилъ отдать ее въ распоряженіе Д. И. Менделѣева или Н. Н. Бекетова. Но, получивъ книгу, министерство внутреннихъ дѣлъ почему-то не пожелало исполнить мою просьбу, и дало ее только на просмотръ проф. Д. П. Коновалову съ обязательствомъ возвратитъ ее обратно послѣ просмотра.

Какъ одинъ изъ самыхъ крайнихъ противниковъ практической разложимости современныхъ химическихъ элементовъ, Д. П. не убѣдился моими доводами, но возвратилъ книгу въ департаментъ полиціи съ очень лестнымъ отзывомъ обо мнѣ, какъ химикѣ. Такимъ образомъ книга снова попала въ безсрочное

заключеніе безъ права имѣть какія-либо сообщенія съ внѣшнимъ міромъ.

Только октябрьскія событія 1905 года выбросили ее вмѣстѣ со мной и другими моими научными работами на свободу, и я сейчасъ же сталъ пытаться ее издать. Но въ первое полугодіе ни одна изъ петербургскихъ типографій не бралась ее печатать въ виду усовершенствованной транскрипціи химическихъ формулъ, затрудняющей наборъ. Затѣмъ литографъ де-Кастелли взялся изготовить ея хромолитографированныя таблицы по моимъ оригиналамъ, но началъ ихъ исполнять настолько неаккуратно и медлительно, что всякая надежда на благополучное окончаніе книги начала у меня пропадать. Наконецъ, пріѣхалъ изъ Москвы И. Д. Сытинъ и взялся окончить изданіе. Съ этого момента печатанье быстро пошло впередъ. Особенную благодарность я долженъ выразить здѣсь сыну моего издателя, Николаю Ивановичу Сытину, который, какъ химикъ по образованію, тщательно просматривалъ всѣ предварительныя корректуры и этимъ мнѣ доставилъ большое облегченіе.

---

Смысль условныхъ значковъ, повсюду встрѣчающихся въ этой книгѣ таковъ:

**Точка** ( . ) замѣняетъ собою въ формулахъ знакъ *плюс* и обозначаетъ электроположительный пунктъ сщѣпленія даннаго атома, катионизирующійся у электролитовъ.

**Черта** ( \ ) замѣняетъ собою знакъ *минус* и означаетъ электроотрицательный пунктъ на данномъ атомѣ, анионизирующійся у электролитовъ.

**Точки со скобкой** ( : ) или просто скобка ) обозначаетъ два пункта электроположительнаго сродства, замкнутые другъ съ другомъ.



**Ломаная линія** ( $<$ ) два замкнутые другъ другомъ электроотрицательные пункта.

**Kt** — катодій, электронъ выдѣляющійся на катодѣ.

**An** — анодій, электронъ выдѣляющійся на анодѣ.

Остальные рѣдкіе термины и обозначенія достаточно объяснены въ соответствующихъ мѣстахъ книги и не могутъ вызвать затрудненій у читателя, знакомаго съ общимъ курсомъ химіи.

*Николай Морозовъ.*

Петербургъ,

20 ноября 1906 г.

---

# ОГЛАВЛЕНІЕ.

## ЧАСТЬ I.

### Карбогидриды.

ГЛАВЫ.	Стр.
I. Что мы называемъ карбогидридами? . . . . .	3
II. Периодическая система нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ . . . . .	4
III. Аллотропіи нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ и ихъ соединенія съ минеральными элементами . . . . .	16
IV. Химическія соединенія карбогидридовъ съ азотомъ, углеродомъ и между собою . . . . .	39
V. Периодическая система циклическихъ карбогидридовъ . . . . .	63

## ЧАСТЬ II.

### Археогелиды и системы надзвѣздныхъ элементовъ.

I. Принципы, на которыхъ построена периодическая система минеральныхъ элементовъ, составляющихъ современную поверхность земного шара. . . . .	71
II. Что говорятъ намъ о строеніи атомовъ периодическія возрастанія и паденія паевыхъ объемовъ у минеральныхъ элементовъ? . . . . .	83
III. Элементарные заряды электричества и ихъ вліяніе на паевые объемы нашихъ минеральныхъ элементовъ . . . . .	90
IV. Вліяніе элементарныхъ зарядовъ электричества на химическое сродство минеральныхъ элементовъ и на объемы ихъ взаимныхъ соединеній . . . . .	111
V. Несоотвѣтствіе объемовъ угольнаго ангидрида и окисловъ урана съ теоретическими величинами и нѣкоторыя размышленія по этому поводу . . . . .	118
VI. О природѣ элементарныхъ электрическихъ зарядовъ и о ихъ присутствіи, какъ замѣстителей металла или металлоида, въ насыщеннхъ химическихъ соединеніяхъ . . . . .	127
VII. Физическія свойства среды, состоящей изъ „нейтрализованныхъ элементарныхъ зарядовъ“ электрической энергіи . . . . .	140
VIII. Рядъ периодическихъ системъ среди разнообразныхъ химическихъ элементовъ мірозданія . . . . .	146

	<i>Стр</i>
IX. Строеіе атомовъ у археогелидовъ . . . . .	155
X. Два вида первостепенныхъ уклоненій эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ у археогелидовъ отъ „идеальныхъ величинъ“ . . . . .	179
XI. Индивидуальные уклоненія атомнаго вѣса у нѣкоторыхъ археогелидовъ отъ теоретическихъ величинъ и возможные средства для уничтоженія этихъ уклоненій . . . . .	190
XII. Математическія формулы для выраженія атомныхъ вѣсовъ въ функціяхъ валентности элементовъ и числа звеньевъ въ ихъ интра-атомныхъ цѣняхъ . . . . .	197

### ЧАСТЬ III.

#### Нѣкоторыя другія изъ періодическихъ системъ, наблюдаемыхъ въ природѣ.

I. Пан-оксидная метамерія карбогидридовъ и ея особая періодическая система . . . . .	205
II. Періодическая система карбогидридныхъ окисловъ или система филогенетическихъ радикаловъ . . . . .	211

### ЧАСТЬ IV.

#### Заключительные выводы и послѣдствія.

I. Возможенъ ли синтезъ археогелидовъ? Общіе законы, присоединенія кристаллизаціонной воды къ растворимымъ солямъ . . . . .	217
II. Образованіе статуръ или полимерныхъ молекулъ твердаго состоянія. Двойныя солеобразныя соединенія . . . . .	240
III. Строеіе переоводненныхъ кристалловъ . . . . .	251
VI. Растворы съ точки зрѣнія нашей структурной теоріи . . . . .	256
V. Количество кристаллизаціонной воды или кристаллизаціоннаго амміака у солеобразныхъ археогелидныхъ соединеній, не содержащихъ кислорода . . . . .	263
VI. Кристаллизація сплавовъ . . . . .	276
VII. Кристаллизаціонная вода у карбогидридныхъ соединеній . . . . .	291
VIII. О происхожденіи современныхъ минеральныхъ элементовъ . . . . .	299

### ПРИЛОЖЕНІЕ I.

#### Явленія радіоактивности и катодныя корпускулы съ точки зрѣнія нашей структурной теоріи.

I. Предварительная замѣтка . . . . .	329
II. Безусловная необходимость гелія и его аналоговъ для нашей структурной теоріи и ихъ дѣйствительное открытіе . . . . .	330
III. Постепенное распаденіе радія на гелій и остаточное элементарное тѣло . . . . .	332

IV. Испусканіе атомами обычныхъ тѣлъ чрезвычайно мелкихъ корпускулъ, снимающихъ съ окружающихъ предметовъ заряды положительнаго электричества . . . . .	357
---	-----

## ПРИЛОЖЕНИЕ II.

Возможно ли превращеніе однихъ элементарныхъ тѣлъ въ другія? . . . . .	381
--	-----

## ПРИЛОЖЕНИЕ III.

### Катодій и Анодій нашихъ структурныхъ формулъ и ихъ соотношеніе съ электронами новѣйшей теоріи электричества.

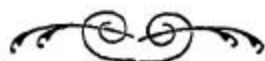
I. Сущность современныхъ взглядовъ на природу электричества. Взгляды Лоджа . . . . .	399
II. Вліяніе электронной теоріи на измѣненіе обычныхъ до нея взглядовъ на неразложимость атомовъ металловъ и металлоидовъ. Мысли Боргмана, Крукса, Локьера и др. . . . .	402
III. Выводы Абрагама, Кауфмана и др. о перемѣнности массъ у электроновъ (т. е., вѣрнѣе, катодныхъ корпускулъ) . . . . .	409
IV. Заключение . . . . .	435

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.



# КАРБОГИДРИДЫ.

Углеродные радикалы современных органических веществ, это как бы новые химические элементы, которые мы застаемъ въ моментъ ихъ образования изъ болѣе первоначальнаго вещества.



## ГЛАВА I.

### Что мы называемъ карбогидридами.

Всякій, изучавшій химію, не могъ не обратить особеннаго вниманія на то обстоятельство, что по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ структурныя комбинаціи углерода съ водородомъ занимаютъ исключительное мѣсто среди всѣхъ остальныхъ химическихъ соединеній. Только атомы этихъ двухъ тѣлъ способны, при современныхъ космическихъ условіяхъ близъ земной поверхности, создать обширную систему такихъ прочныхъ химическихъ единицъ, общей формулы  $C_x H_y$ , которыя переносятся безъ измѣненія своего состава изъ одного соединенія въ другое и потому справедливо могутъ быть названы сложными химическими элементами.

Правда, есть и другія «простыя тѣла», комбинаціи которыхъ въ зачаточной степени обладаютъ такими же свойствами. Въ совмѣстныхъ растворахъ  $BaCl_2$  и  $Ba(OH)_2$ , почти несомнѣнно, образуются путемъ неполнаго двойнаго обмѣна молекулы вида  $Ba \begin{matrix} \swarrow Cl \\ \searrow OH \end{matrix}$ , но можно ли назвать такое соединеніе гидратомъ одновалентной «сложной химической единицы»  $[BaCl]^1$  и написать  $[BaCl].-O-.H$ , аналогично тому какъ мы пишемъ для метиловаго спирта  $[CH_3].-O-.H$ ? Конечно, ни въ какомъ случаѣ, потому что группа  $[BaCl]^1$

легко вступаетъ въ двойной обмѣнъ съ подходящими солями, и все соединеніе безъ труда расчленяется электролизомъ. Даже *водородистыя* соединенія другихъ элементарныхъ тѣлъ и тѣ не могутъ быть поставлены въ аналогію съ *карбогидридами* (какъ мы будемъ называть въ настоящемъ изслѣдованіи всѣ углеводородные радикалы, алифатическіе и циклическіе, общаго вида  $C_x H_y$ ).

Возьмемъ, на примѣръ, хлороводородъ  ${}^1_1\text{ClH}$  или сѣроводородъ  $\text{SH}_2$ . И то и другое соединенія въ высшей степени легко обмѣниваютъ свой водородъ почти на любой металлъ, между тѣмъ какъ даже калий и натрій могутъ цѣлые годы сохраняться безъ измѣненія въ атмосферѣ метана  $\text{CH}_4$ .

Наиболѣе сходства съ карбогидридами имѣютъ производныя аммонія  $[\text{NH}_4]^1$ , который и называютъ по временамъ сложнымъ щелочнымъ металломъ. Однако эта атомная комбинація такъ легко распадается, выдѣляя изъ себя амміакъ  $\text{NH}_3$ , что ее можно считать лишь за самую зачаточную ступень къ тѣмъ замѣчательнымъ комбинаціямъ углерода и водорода, на которыхъ построена вся органическая химія.

Разберемъ же подробнѣе эту своеобразную систему «сложныхъ элементовъ органической жизни» и постараемся найти для нихъ естественную классификацію.

## ГЛАВА II.

### **Періодическая система нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ.**

Возьмемъ прежде всего предѣльные нормальные карбогидриды типа  $\text{H}-(\text{CH}_2)_n\text{H}$ , почти повсюду находимые въ нефти, и расположимъ ихъ въ вертикальную колонку по мѣрѣ возрастанія ихъ молекулярнаго вѣса. Получимъ:

## Таблица 1.

Карбогидриды типа нулевого.

Названія.	Составъ.	Молекулярной вѣсъ.	Тем. кип. <sup>1)</sup>
Метанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>1</sub> H . . .	16 . . . . .	— 164 <sup>0</sup>
Этанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> H . . .	30 . . . . .	— 89,5
Пропанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> H . . .	44 . . . . .	— 37
Бутанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> H . . .	58 . . . . .	+ 1
Пентанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> H . . .	72 . . . . .	+ 37
Гексанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> H . . .	86 . . . . .	+ 69
Гептанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> H . . .	100 . . . . .	+ 98
Октанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> H . . .	114 . . . . .	+ 125
Нонанъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> H . . .	128 . . . . .	+ 150
Деканъ . . . . .	H (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> H . . .	142 . . . . .	+ 173

и такъ далѣе.

Такъ какъ всѣ эти своеобразныя вещества не способны присоединять къ себѣ химическимъ путемъ, безъ разрушенія своего первоначальнаго состава, ни галоидовъ, ни кислорода, ни металловъ, то мы можемъ признать ихъ соответствующими аналогамъ гелія: неону, аргону, криптону и ксенону:

## Таблица 2.

Минеральные элементы типа нулевого.

Названія.	Молекул. вѣсъ. (при 0=32).	Тем. кип.
He . . . . .	3,96 . . . . .	7 <sup>0</sup> absol.
Ne . . . . .	19,94 . . . . .	? (оч. низка).
Ar . . . . .	39,92 . . . . .	86 <sup>0</sup> 9 absol.
Kr . . . . .	81,76 . . . . .	121 <sup>0</sup> 33 absol.
Xe . . . . .	128 . . . . .	163 <sup>0</sup> 9 absol.

и такъ далѣе <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Температуры кипѣнія подъ обычнымъ давленіемъ взяты изъ V. Meyer und P. Jacobson, Lehrbuch der Org. chemie I. 128. Только для этана по Hainlen, Ann. 282, p. 229.

<sup>2)</sup> Цифры взяты по W. Ramsay. Chem-News, 82, p. 257. A. Ladenburg и S. Krügel, въ противность этому нашли, что молекулярный вѣсъ криптона=59,01, при 0=32 (idem p. 209). Какое изъ опредѣленій ошибочно, я не могу рѣшить, хотя съ теоретической точки зрѣнія цифры Ramsay'я вѣроятнѣе.



Въ виду такой же безвалентности нашихъ предѣльныхъ карбогидридовъ, помѣщенныхъ въ табл. 1, обозначимъ всю ихъ колонку цифрой 0 и назовемъ нулевой группой углеводородной системы, или *типомъ нулевымъ* (типъ 0-й).

Если путемъ хлорированія, или другими средствами, мы отнимемъ отъ каждой молекулы этихъ веществъ по атому водорода, стоящему на концѣ интрамолекулярной цѣпи, то получимъ новый рядъ карбогидридовъ типа  $\text{H} \cdot (\text{CH}_2)_n$ , т.-е.  $\text{H} \cdot (\text{CH}_2)_n$ , гдѣ каждый представитель легче своего родоначальника на одну вѣсовую единицу, но взамѣнъ того приобрѣлъ одну единицу химическаго сродства. Это будутъ:

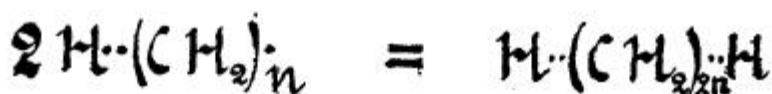
### Таблица 3.

Карбогидриды типа 1-го.

Названія.	Формулы.	Молекулярной вѣсъ.
Метиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_1$ . . . . .	15
Этиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_2$ . . . . .	29
Пропиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_3$ . . . . .	43
Бутиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_4$ . . . . .	57
Пентиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_5$ . . . . .	71
Гексиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_6$ . . . . .	85
Гептиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_7$ . . . . .	99
Октиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_8$ . . . . .	113
Нониль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_9$ . . . . .	127
Декатиль . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_{10}$ . . . . .	141
и такъ далѣе.		

При современныхъ космическихъ условіяхъ близъ земной поверхности всѣ эти карбогидриды не способны къ продолжительному существованію внѣ своихъ со-

единений, потому что ихъ молекулы легко сливаются по двѣ въ одно цѣлое, предѣльнаго типа:



Однако на мгновение онѣ хорошо сохраняются и въ свободномъ видѣ, такъ какъ безъ переменны своего состава могутъ переноситься изъ одного соединенія въ другое. Поэтому, рассматривая предметы съ теоретической точки зрѣнія, мы ихъ обязательно должны считать за самостоятельныя химическія единицы, которыя вслѣдствіе ихъ одновалентности можно признать (въ металло-органическихъ соединеніяхъ) аналогичными галоидамъ, тоже одновалентнымъ по отношенію къ металламъ.

Такимъ образомъ получимъ:

Метилидъ натрія  $Na-CH_2H$  аналогичный . фториду натрія:  $Na F$   
 Этилидъ . . . . .  $Na - CH_2 CH_2 H$  . . . . . хлориду . . . . .  $Na Cl$   
 Бутилидъ. . . . .  $Na - CH_2CH_2CH_2CH_2H$  . . бромиду . . . . .  $Na Br$   
 и такъ далѣе.

То же самое и съ другими металлами, напримѣръ:  
 Диметилидъ ртути  $Hg (CH_3)_2$  аналогиченъ дифториду ртути  $Hg F_2$   
 Диэтилидъ . . . . .  $Hg (C_2H_5)_2$  . . . . . дихлориду . . .  $Hg Cl_2$   
 Дибутилидъ. . . . .  $Hg (C_4H_9)_2$  . . . . . дибромиду . . .  $Hg Br_2$   
 и такъ далѣе.

Во всѣхъ этихъ соединеніяхъ карбогидриды почти такъ же хорошо передаются отъ одного металла къ другому, какъ и галоиды, и замѣщаются послѣдними очень легко, какъ всѣ за разъ, такъ и каждый въ отдельности, образуя, напримѣръ, смѣшанныя соединенія въ родѣ хлоридъ-металида ртути,



гдѣ химическая аналогія одновалентныхъ карбогидридовъ съ галоидами становится уже прямо очевидной. Это

даетъ намъ полное право назвать всю нашу вторую (табл. 3-я) колонку углеводородныхъ радикаловъ *типомъ* 1-мъ системы органическихъ единицъ, въ знакъ того, что всѣ представители этого типа одновалентны. А такъ какъ, кромѣ того, они на одну вѣсовую единицу легче предѣльныхъ карбогидридовъ (типа 0-го), то мы имѣемъ право поставить ихъ передъ послѣдними, какъ это и сдѣлано на нашихъ таблицахъ (табл. 5, стр. 11 и др.).

Если новымъ дѣйствіемъ галоида или другими, болѣе вѣрными, средствами мы отщепимъ у всѣхъ молекулъ предѣльнаго типа 0-го по два атома водорода отъ того же самаго конечнаго звена ихъ интрамолекулярныхъ цѣпей, то получимъ третій рядъ карбогидридныхъ единицъ типа II  $(\text{CH}_2)_m$  въ видѣ  $(\text{CH}_2)_m \text{CH:}$

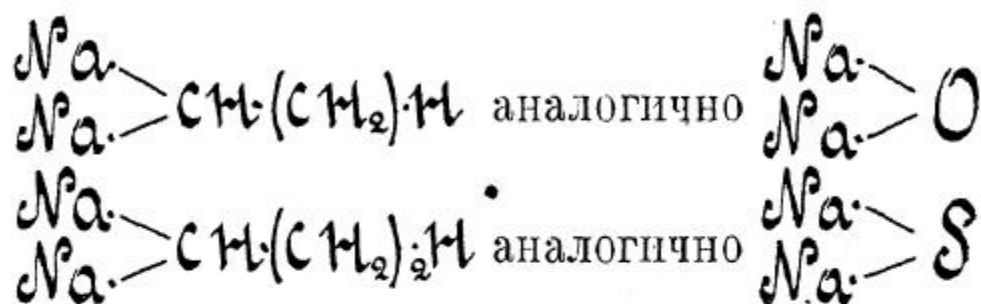
#### Таблица 4.

Карбогидриды типа 3-го.

Названія.	Составъ.	Паевой вѣсъ.
Метилиденъ (метилень) .	$\text{H} (\text{CH}_2)^0 \text{CH:}$ . .	14
Этилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_1 \text{CH:}$ . .	28
Пропилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_2 \text{CH:}$ . .	42
Бутилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_3 \text{CH:}$ . .	56
Пентилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_4 \text{CH:}$ . .	70
Гексилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_5 \text{CH:}$ . .	84
Гептилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_6 \text{CH:}$ . .	98
Октилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_7 \text{CH:}$ . .	112
Нонилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_8 \text{CH:}$ . .	126
Декатилиденъ . . . . .	$\text{H} (\text{CH}_2)_9 \text{CH:}$ . .	140
И такъ далѣе.		

Каждый изъ этихъ карбогидридовъ будетъ нѣсколько легче соответствующихъ представителей обѣихъ прежнихъ группъ, но взамѣнъ того онъ пріобрѣтетъ уже

двѣ единицы свободнаго химическаго сродства. По аналогіи съ предыдущими, и эти органическіе радикалы ( $\text{H} \cdot (\text{CH}_2)_m \text{CH} \cdot$ ), должны бы давать соединенія съ металлами того же самаго типа, какъ въ минеральной химіи третья отъ конца группа кислорода, сѣры, селена и теллура, на примѣръ, должно бы быть:



и т. д.

Однако немногія попытки, сдѣланныя до сихъ поръ въ этомъ направленіи, насколько мнѣ извѣстно, не привели еще ни къ какимъ вполне достовѣрнымъ результатамъ. Есть только указанія на возможность полученія ртути-металида  $\text{Hg}::\text{CH}_2$  аналогично  $\text{Hg}::\text{O}$  и, вѣроятно, ртути-этилидида  $\text{Hg}::\text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{H}$  аналогично  $\text{Hg}::\text{S}$ , такъ какъ іодистый дериватъ перваго  $\text{Hg}::\begin{array}{l} \text{J} \\ \diagdown \\ \text{CH}_2 \dots \text{J} \end{array}$  аналогичный  $\text{Hg}::\begin{array}{l} \text{J} \\ \diagdown \\ \text{O} \dots \text{H} \end{array}$ , былъ полученъ Sacurai въ 1880 году \*).

Впрочемъ эта непрочность алкилидидныхъ соединеній металловъ не представляетъ ничего неожиданнаго. Даже въ періодической системѣ минеральныхъ элементовъ, гдѣ химическая энергія у крайнихъ типовъ cadaго періода несравненно больше, чѣмъ у нашихъ карбогидридовъ при современныхъ космическихъ условіяхъ близъ земной поверхности, даже и тамъ способность къ соединенію съ металлами быстро падаетъ при движеніи по рядамъ справа налѣво, и въ третьей группѣ, считая отъ колонки гелія, почти

\*) См. Chem. News 81. 121 (1900 г.).

совершенно исчезаетъ, если не удаляться въ область очень высокихъ температуръ. Что же удивительнаго, если въ періодической системѣ карбогидридовъ, гдѣ энергія крайнихъ членовъ каждаго періода несравненно слабѣе, эта способность давать металлическія соединенія почти пропадаетъ уже въ двувалентной колонкѣ, вмѣсто того чтобы достигнуть и до слѣдующей за ней?

Поэтому вмѣсто того, чтобы изучать химическія свойства карбогидридовъ на ихъ металлическихъ соединеніяхъ, перейдемъ прямо къ ихъ оксидамъ или галоидамъ, которые несравненно прочнѣе и притомъ хорошо изучены.

Необходимо только сразу же обратить наше вниманіе на то обстоятельство, что возрастаніе кислородной или галоидной валентности у карбогидридовъ идетъ вполне согласно съ возрастаніемъ ихъ металлической валентности, тогда какъ у минеральныхъ элементовъ оба рода валентности идутъ въ обратныхъ направленіяхъ. Причина этой разницы выяснится сама собой, какъ только мы придемъ къ теоретическимъ выводамъ относительно образованія современныхъ атомовъ изъ трехъ родовъ болѣе первоначальнаго вещества. Теперь же укажемъ лишь на то, что и металлы, и галоиды, и аналоги кислорода, и азотъ, прямо замѣщаютъ водородъ предѣльныхъ карбогидридовъ, переводя ихъ въ непредѣльные, а потому, очевидно, и возрастаніе валентности послѣднихъ во всѣхъ этихъ случаяхъ должно идти въ обратномъ направленіи къ возрастанію ихъ паевого вѣса въ каждомъ данномъ періодѣ.

Итакъ, замѣщая послѣдовательно галоидами одинъ, два, три, четыре и т. д. атома водорода на концахъ интра-молекулярныхъ цѣпей метановой безвалентной группы, мы въ концѣ концовъ получимъ таблицу (табл. 5-я), въ которой отдѣльные гомологическіе ряды

Таблица 5.

Периодическая система нормальных алифатических карбогидридовъ, представленная на ихъ галоидныхъ соединенiяхъ въ первичной метамерiи.



12	13	14	15	16

Период 1<sup>й</sup>  
(метилеский)

24	25	26	27	28	29	30

Период 2<sup>й</sup>  
 $n=0$

36	37	38	39	40	41	42	43	44

Период 3<sup>й</sup>  
 $n=1$

50	51	52	53	54	55	56	57	58

Период 4<sup>й</sup>  
 $n=2$

$14n+22$	$14n+23$	$14n+24$	$14n+25$	$14n+26$	$14n+27$	$14n+28$	$14n+29$	$14n+30$

Период 5<sup>й</sup>  
 $n=3$

Без- и ман-ные	карбо-идриды	Алкины	Алкены	Парафины				
$R U_8$	$R U_7$	$R U_6$	$R U_5$	$R U_4$	$R U_3$	$R U_2$	$R U_1$	$R U_0$
Типъ 8	Типъ 7	Типъ 6	Типъ 5	Типъ 4	Типъ 3	Типъ 2	Типъ 1	Типъ 0
Экстра-типы	Нормальные типы							Характеристики

Подъ У подразумѣвается одинъ изъ галоидовъ: F, Cl, Br или J.  
 Подъ n подразумѣвается число внутреннихъ звеньевъ [НСН],  
 вставленныхъ между полюсами структурной цѣпи.

нормальныхъ карбогидридовъ, взятыхъ въ ихъ первичной метамеріи <sup>1)</sup> расположились въ стройную періодическую систему, въ *ключъ* которой находится одинъ изъ ея создателей, водородъ  $H_2$ .

Присмотримся же внимательнѣе къ нашей таблицѣ. Въ ней подь каждымъ карбогидридомъ поставленъ его паевой вѣсъ, который мы имѣемъ полное право назвать его *син-атомнымъ* <sup>2)</sup> вѣсомъ, подразумѣвая подь синатомомъ сложный атомъ. Сравнивая эти цифры, а также свойства стоящихъ надъ ними карбогидридовъ, мы замѣчаемъ слѣдующія правильности:

1. Разстоянія между строками по вертикалу вездѣ равны 14 вѣсовымъ единицамъ при  $C=12$ .

2. Всѣ наши *нормальные* карбогидриды расположились по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса въ неопредѣленное число горизонтальныхъ строкъ, въ каждой изъ которыхъ валентность по галоидамъ правильно падаетъ отъ 8 до нуля, подобно тому, какъ валентность по металламъ и водороду, насколько ее можно прослѣдить, падаетъ тоже до нуля въ періодической системѣ минеральной химіи.

3. Приращеніе паевого вѣса при переходѣ отъ каждаго карбогидрида къ слѣдующему за нимъ по горизонтальному направленію приблизительно равно

---

<sup>1)</sup> Первичной метамеріей мы называемъ тотъ типическій видъ карбогидридныхъ цѣпей, который получается, если галоидъ (или кислородъ) послѣдовательно замѣщаетъ водородъ сначала на одномъ концѣ цѣпи, затѣмъ на другомъ и, наконецъ, вступаетъ въ предпослѣднія звенья, какъ это представлено на таблицѣ 5. Однако на практикѣ почти невозможно ввести такимъ образомъ болѣе 8 атомовъ галоида (или эквивалентнаго количества кислорода), такъ какъ послѣднія звенья цѣпи при этомъ начинаютъ отщепляться, а потому карбогидриды въ первичной метамеріи не могутъ быть болѣе чѣмъ восьмиваленты по галоидамъ.

<sup>2)</sup> Извиняюсь за несовѣтъ удачное слово син-атомъ (соатомъ) вмѣсто „синтетическій атомъ“, но лучшаго я не могъ придумать. Длинныя же выраженія только обременяютъ изложеніе.

одной вѣсовой единицѣ<sup>2)</sup>, а при переходѣ отъ послѣдняго (безвалентнаго) члена каждой строки къ первому члену слѣдующей строки приращеніе паевого вѣса равно приблизительно 6 вѣсовымъ единицамъ. Однако очевидно, что эта послѣдняя величина, которую мы можемъ назвать междуперіоднымъ скачкомъ, не имѣетъ принципіальнаго значенія, а зависитъ просто отъ соотношенія между паевыми вѣсами углерода и водорода и отъ принятой нами группировки карбогидридовъ въ 9 типовъ или колонокъ. Если бы мы нашли возможнымъ придать этой системѣ не 9, а 14 типовъ, то «междуперіодный скачокъ» былъ бы почти равенъ горизонтальнымъ приращеніямъ паевого вѣса послѣдовательныхъ представителей въ каждой строкѣ. Однако мы не сочли нужнымъ вводить въ нашу таблицу этихъ 14 типовъ, такъ какъ всѣ нормальныя комбинаціи углерода и водорода, извѣстныя въ органической химіи, не выходятъ за предѣлы нашего 8-ми валентнаго семейства. Притомъ же для цѣлей, которыя мы преслѣдуемъ, нѣтъ никакой нужды, чтобы величины междуперіодныхъ скачковъ были тѣ же самыя, какъ и приращеніе паевыхъ вѣсовъ при переходѣ отъ одной колонки къ слѣдующей за ней по горизонтальному направленію. Обѣ эти величины совершенно независимы другъ отъ друга. Въ первомъ случаѣ приращеніе зависитъ отъ прибавки лишняго звена  $\text{CH}_2$  въ синатомной цѣпи, а во второмъ — исключительно отъ прибавки лишняго атома водорода и отъ атомнаго вѣса этого послѣдняго. Допустимъ, на примѣръ, что атомъ водорода при очень низкихъ температурахъ способенъ полимеризироваться въ діатомъ  $(\text{H}_2)_n$ , обладающій двумя единицами сродства, аналогично тому,

<sup>2)</sup> Точнѣе сказать 1,00074 при  $\text{C}=12$ , если опредѣлять по числамъ Th. W. Richards'a (Chem. News, 81, 113. 1900 г.).



Таблица 6.

Таблица 6, показывающая, каким образом многозвенные (начиная с трехзвенных) представители воображаемой системы карбогидридов, могут явиться непосредственными продолжателями первых двух периодов системы минеральных элементов. Получатся все их химическая особенность, как только мы

допустим, что при низких температурах атом водорода бимеризируется в двухвалентный диатом + H<sub>2</sub>+, а атом углерода окрѣпнет в электроотрицательном состоянии и будет способен привлекать одни металлы.

	Минер 7	Минер 6	Минер 5	Минер 4	Минер 3	Минер 2	Минер 1	Минер 0	
Период 1-й системы минеральных элементов.	 Наевой вѣс = 6+1	 Наевой вѣс = 8+1	 Наевой вѣс = 10+1	 Наевой вѣс = 12	 Наевой вѣс = 14	 Наевой вѣс = 16	 Наевой вѣс = 18+1	 Наевой вѣс = 20	Въ интра-атомной цепи одно звено.
Период 2-й системы минеральных элементов.	 Наевой вѣс = 22+1	 Наевой вѣс = 24	 Наевой вѣс = 26+1	 Наевой вѣс = 28	 Наевой вѣс = 30+1	 Наевой вѣс = 32	 Наевой вѣс = 34+1,5	 Наевой вѣс = 36+4	Въ интра-атомной цепи два звена.
Период 3-й воображаемой системы дигидрокарбидов.	 Наевой вѣс = 38	 Наевой вѣс = 40	 Наевой вѣс = 42	 Наевой вѣс = 44	 Наевой вѣс = 46	 Наевой вѣс = 48	 Наевой вѣс = 50	 Наевой вѣс = 52	Въ интра-радикальной цепи три звена.
Период 4-й воображаемой системы дигидрокарбидов.	 Наевой вѣс = 54	 Наевой вѣс = 56	 Наевой вѣс = 58	 Наевой вѣс = 60	 Наевой вѣс = 62	 Наевой вѣс = 64	 Наевой вѣс = 66	 Наевой вѣс = 68	Въ интра-радикальной цепи четыре звена.
Период 5-й воображаемой системы дигидрокарбидов.	 Наевой вѣс = 70	 Наевой вѣс = 72	 Наевой вѣс = 74	 Наевой вѣс = 76	 Наевой вѣс = 78	 Наевой вѣс = 80	 Наевой вѣс = 82	 Наевой вѣс = 84	Въ интра-радикальной цепи пять звеньевъ.
Общая формула дальнѣйшихъ периодовъ воображаемой системы дигидрокарбидовъ.	 Наевой вѣс. 86 и т.д.	 Наевой вѣс 88 и т.д.	 Наевой вѣс 90 и т.д.	 Наевой вѣс 92 и т.д.	 Наевой вѣс 94 и т.д.	 Наевой вѣс 96 и т.д.	 Наевой вѣс 98 и т.д.	 Наевой вѣс 100 и т.д.	Въ интра-радикальной цепи n+3 звена.
Валентность по галогенам	+	+	+	+	+	+	+	+	Электроотрицательная валентность по галогенам
Валентность по металлам	-	-	-	-	-	-	-	-	Отсутствует.
Сумма валентностей	8	8	8	8	8	8	8	8	Сумма валентностей

ВВ. Электроотрицательная валентность (по щелочным металлам), зависящая от остаточных (-) пунктов сцепления углеродных атомов здесь падает в каждом периоде от 7 до 0 с безусловной правильностью. Электроположительная же валентность (по галогенам) оказывается, наоборот, возрастающей в каждом периоде от 1 до 8, как только мы допустим, что галогиды привлекаются здесь остаточными (+) пунктами сцепления тех диатомов

+H<sub>2</sub>+, что находятся на крайних звеньях структурных цепей, и еще двумя диатомами (не обведенными ободками) с предпоследних звеньев. Остальные же срединные диатомы [в ободках] предполагаются не способными проявлять свою химическую деятельность внешним образом по причине своего стереохимического расположения, или потому что они связаны между собою.

какъ при обычныхъ космическихъ условіяхъ <sup>1)</sup> это уже произошло со фторомъ—(F<sub>2</sub>)—. Тогда паевой вѣсъ «двувалентнаго водорода» будетъ близокъ къ двумъ единицамъ, и всѣ горизонтальныя приращенія въ нашей таблицѣ будутъ почти тѣ же [какъ и въ періодической системѣ минеральной химіи, (гдѣ они въ среднемъ близки къ 2 вѣсов. единицамъ), а *междуперіодныя скачки* окажутся равными этимъ самымъ приращеніямъ валентности, если составимъ систему изъ 8 типовъ. И замѣчательно, что при этомъ многозвенные представители системы карбогидридовъ (начиная съ трехзвенныхъ) будутъ какъ бы непосредственнымъ продолженіемъ первыхъ двухъ строкъ минеральныхъ элементовъ. Это и показано наглядно на таблицѣ 6-й, гдѣ паевые вѣса, взятые въ ближайшихъ цѣлыхъ числахъ выражаются сплошнымъ рядомъ четныхъ цифръ (6, 8, 10, 12 и т. д.), снабженныхъ у нѣкоторыхъ (особенно нечетно-валентныхъ) минеральныхъ элементовъ еще прибавками, равными одной вѣсовой единицѣ (какъ бы атому кристаллизационнаго водорода).

Если мы допустимъ, кромѣ того, что углеродъ, который въ современныхъ карбогибридахъ обыкновенно является электроположительнымъ компонентомъ (привлекающимъ электроотрицательный кислородъ), перешелъ у нашихъ гидрокарбоновъ въ электроотрицательное состояніе (доступное для него и теперь въ металлическихъ карбидахъ) и сталь, такимъ образомъ орудіемъ привлеченія металловъ, то получимъ періодическую систему со слѣдующими особенностями:

I. Въ каждой строкѣ свободныя единицы валентности *углерода* убывали бы по мѣрѣ движенія по этой

<sup>1)</sup> См. Д. Менделѣевъ. Основы химіи 4 изд. 1881 г., стр. 522. Къ допущенію этой діатомизаціи фтора прямо приводитъ большая прочность его солей типа K.—(F<sub>2</sub>)—.H.

строкъ слѣва направо, какъ это и показано на нашей таблицѣ (6-й) числомъ красныхъ линій (знаковъ минуса), находящихся при данномъ карбогидридѣ. Мы уже знаемъ, что такимъ именно образомъ и убываетъ въ періодической системѣ минеральной химіи электроотрицательная валентность элементовъ по металламъ и водороду.

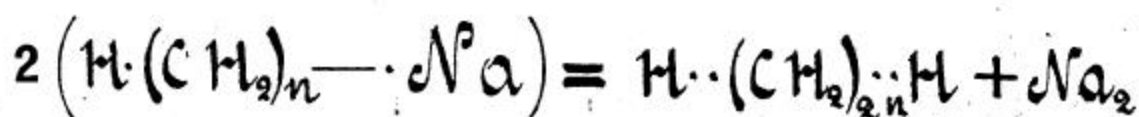
II. Такъ какъ діатомъ водорода  $+ (H_2) +$  будетъ обладать, подобно  $-(F_2)-$  двумя единицами сродства, а къ углероду онъ прикрѣпленъ только одной изъ нихъ, то въ каждой строкѣ, при томъ же самомъ движеніи слѣва направо, должно будетъ прибывать съ каждымъ переходомъ къ новой колонкѣ по новой принадлежащей водороду (дигидрогенной) единицѣ валентности, подобно тому, какъ въ періодической системѣ минеральной химіи приращается электроположительная валентность (по галоидамъ).

А для того, чтобы карбогидриды такой системы были суммарно восьмивалентны какъ у минеральныхъ элементовъ, нужно лишь признать, что не всѣ діатомы  $+H_2+$  способны реагировать внѣшнимъ образомъ, а только тѣ, которые находятся на концевыхъ звеньяхъ цѣпей, да еще по одному діатому  $+H_2+$  на предпоследнихъ звеньяхъ. Они и обозначены на нашей таблицѣ 6-й большими плюсами (+). Остальные же діатомы  $+H_2+$  на срединныхъ звеньяхъ должны быть признаны неспособными реагировать внѣшнимъ образомъ по своему стереохимическому положенію или другимъ причинамъ.

Однако всѣ детали этихъ умозаключеній будутъ выведены лишь въ концѣ нашего изслѣдованія, гдѣ читатель увидитъ, что наши схемы двоякого рода валентности очень хорошо соотвѣтствуютъ количеству кристаллизаціонной воды, привлекаемой атомами въ

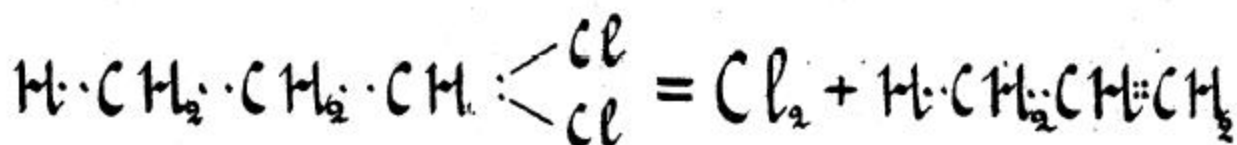
соляхъ, и прекрасно объясняютъ структуру двойныхъ и полимерныхъ соединеній. Теперь же замѣтимъ лишь то обстоятельство, что второго *встрѣчнаго* рода валентности (табл. 5, на стр. 11) не замѣчается у нашихъ современныхъ карбогидридовъ единственно потому, что при обычныхъ космическихъ условіяхъ на земной поверхности водородъ обладаетъ лишь одной единицей электроположительнаго сродства. Съ этой необходимой оговоркой мы и возвращаемся снова къ предмету настоящей главы.

Мы уже имѣли случай замѣтить, что за исключеніемъ типа 0-го всѣ карбогидриды нашей періодической системы неспособны при современной температурѣ и современномъ давленіи космической среды къ *продолжительному* существованію въ свободномъ видѣ. Въ типахъ нечетныхъ структурныя цѣпи этихъ химическихъ индивидовъ легко сливаются по двѣ— въ одну очень скоро послѣ ихъ выдѣленія изъ соединеній:



и т. д.

А въ типахъ четныхъ номеровъ они по выдѣленіи изъ соединеній кромѣ того способны изомеризироваться въ новую, такъ сказать, «аллотропическую» форму путемъ скользящаго одного изъ атомовъ водорода по звеньямъ структурной цѣпи, на примѣръ:



Хлористый пропиленъ

хлоръ и пропиленъ.

Въ этомъ именно видѣ они и встрѣчаются очень часто въ нефти.

Однако на короткое время, на нѣсколько мгновений, всѣ структурныя цѣпи нормальныхъ карбогидридовъ прекрасно сохраняются и теперь, такъ какъ безъ измѣненія передаются изъ одного своего соединенія въ другое, хотя промежутки между ихъ выходомъ изъ одной молекулы и входомъ въ другую не могутъ ни въ какомъ случаѣ считаться безконечно малыми. А это позволяетъ думать, что при измѣнившихся космическихъ условіяхъ — при очень низкихъ температурахъ и другомъ давленіи междупланетной среды (отъ котораго, повидимому, и зависитъ бóльшая или меньшая прочность современныхъ комбинацій вещества) — и эти, кажущіяся намъ такими хрупкими, единицы могутъ сдѣлаться чрезвычайно прочными и способными оставаться внѣ соединеній сколько угодно времени.

### ГЛАВА III.

## **Аллотропія нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ и ихъ соединенія съ минеральными элементами.**

Въ предыдущей главѣ мы показали, какъ всѣ *нормальные* алифатическіе карбогидриды располагаются въ періодическую систему по ихъ галоидной валентности. Еще ранѣе, при обзорѣ ихъ соединеній съ металлами, мы указали, что эта ихъ *галоидная* валентность аналогична не галоидной же, а *металлической* валентности современныхъ минеральныхъ элементовъ, потому что въ каждомъ періодѣ она убываетъ по мѣрѣ возрастанія паевого вѣса структурныхъ цѣпей. А такъ какъ галоидная валентность минеральныхъ элементовъ идетъ

Таблица 7.

Двѣ периодическія системы.

I — Система нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ въ ихъ первичной метамеріи (ключъ системы водородъ — H<sub>2</sub>).

II — Система современныхъ минеральныхъ элементовъ — «археогелидовъ» (ключъ системы гелий).

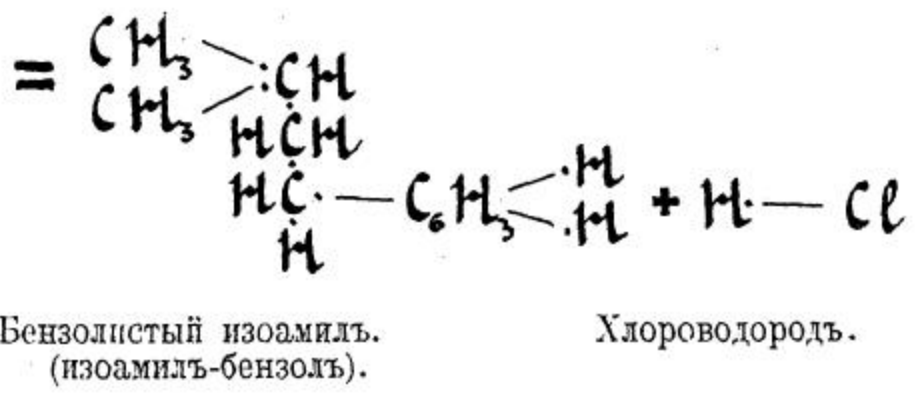
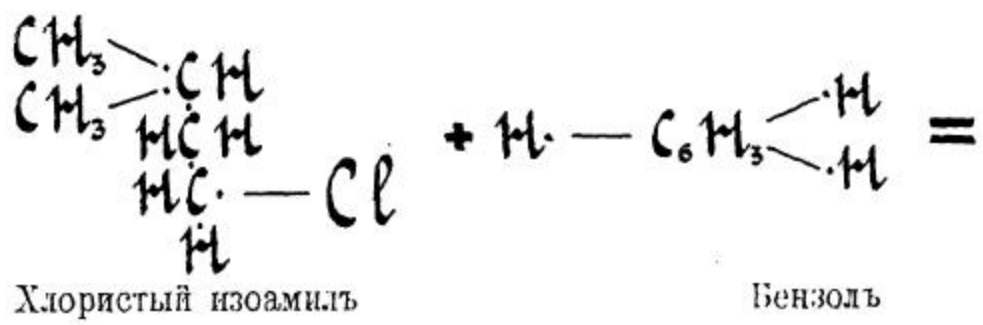
H <sub>2</sub> 2								He 4									
			C 12	CH 13	CH <sub>2</sub> 14	CH <sub>3</sub> 15	CH <sub>4</sub> 16		Li 6+1	Be 8+1	B 10+1	C 12	N 14	O 16	F 18+1	Ne 20	
	C <sub>2</sub> 24	C <sub>2</sub> H 25	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 26	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> 27	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 28	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> 29	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 30		Na 22+1	Mg 24	Al 26+1	Si 28	P 30+1	S 32	Cl 34+1	Ar 36+4	
C <sub>3</sub> H 37	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> 38	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> 39	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> 40	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> 41	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> 42	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> 43	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 44		K 38+1	Ca 40	Sc 44	Ti 48	V 50+1	Cr 52	Mn, Fe 55-56	Co, Ni 58-59	
C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> 51	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> 52	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> 53	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> 54	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> 55	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 56	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> 57	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 58		Cu <sup>2</sup> 62+1	Zn 64+1	Ga 70	Ge 72	As 74+1	Se 78+1	Br 80	Kr 82?	
C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> 65	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> 66	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> 67	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> 68	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> 69	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> 70	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> 71	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 72		Rb 84+1	Sr 86+1	Yt 88+1	Zr 90	Nb 92+1	Mo 96	Rh? 102+1	Pd, Pt 102-107	
C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> 79	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> 80	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> 81	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> 82	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> 83	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> 84	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> 85	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 86		Ag 108	Cd 112	In 114	Sn 118+1	Sb 120	Te 126+1	Y 126+1	Xe 128?	
C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> 93	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> 94	C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> 95	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> 96	C <sub>7</sub> H <sub>13</sub> 97	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> 98	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> 99	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> 100		Cs 132+1	Ba 136+1	La 138	Ce 138+1	Pr, Nd 140-144	Mb 146	Er, Rh? 148	Sa? 150	
C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> 107	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> 108	C <sub>8</sub> H <sub>13</sub> 109	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> 110	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> 111	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> 112	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> 113	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> 114				Yd? 152	Zr? 156	Ek-Sb 158	Ek-Sr 160-162	Ek-T 168?	Ek-Xe 170?	
C <sub>9</sub> H <sub>13</sub> 121	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> 122	C <sub>9</sub> H <sub>15</sub> 123	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> 124	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> 125	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> 126	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> 127	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> 128		Ek Cs 172?		Tb? 174?	Ta 178?	W 180	Ta 182+1	W 184	Tc? 192+1	Os, Pt 190-195
C <sub>10</sub> H <sub>15</sub> 135	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> 136	C <sub>10</sub> H <sub>17</sub> 137	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> 138	C <sub>10</sub> H <sub>19</sub> 139	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> 140	C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> 141	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> 142		Au 196+1	Hg 200	Pb 204	Pb 206+1	Bi 208	Ek, Xe 210?	Ek, Y 214?	Ek, Xe 216?	
C <sub>11</sub> H <sub>17</sub> 149	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> 150	C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> 151	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> 152	C <sub>11</sub> H <sub>21</sub> 153	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> 154	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> 155	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> 156					Jh? 222?		U? 226?		U? 228+?	
(1?) отт	(2?) сум	(3?) отву	(4?) юаа	(5?) ва	(6?) лент	(7?) кав	(8?) тв		1 ва	2 мен	3 мно	4 отв	5 по	6 ва	7 ло	8 идом	
7 ва	6 лент	5 нос	4 по	3 ва	2 ло	1 идом	0 предельный		(7?) ва	(6?) лент	(5?) нос	(4?) отв	(3?) по	(2?) ме	(1?) ма	(0?) лам	
Минъ 7	Минъ 6	Минъ 5	Минъ 4	Минъ 3	Минъ 2	Минъ 1	Минъ 0 предельный		Минъ 7	Минъ 6	Минъ 5	Минъ 4	Минъ 3	Минъ 2	Минъ 1	Минъ 0 предельный	

Цифры подъ названіями каждаго химическаго индивидуума даютъ его паевой вѣсъ въ ближайшихъ цѣлыхъ числахъ (при 0 = 6), такъ какъ даже у карбогидридовъ, благодаря не полной кратности въ вѣсахъ ихъ компонентов (C = 12,001. и H = 1,0075 по Richards'у), вѣса паевые содержатъ дробные приатки, достигающіе въ концѣ таблицы значительной величины, около 0,2.

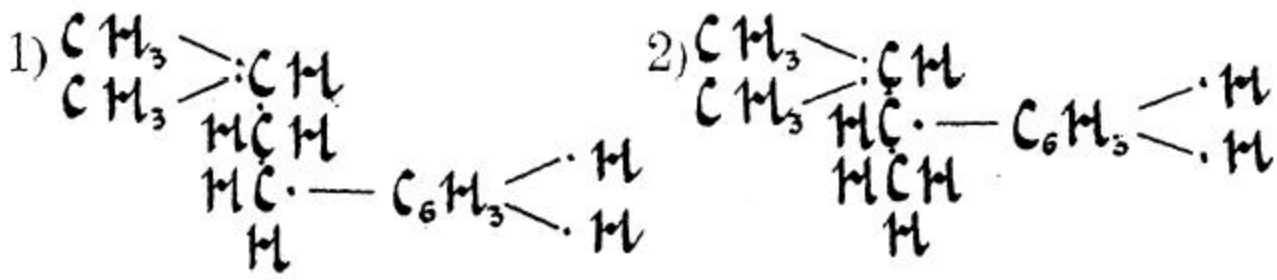
въ обратномъ направленіи къ ихъ металлической валентности, то при сопоставленіи обѣихъ періодическихъ системъ получаемъ двѣ аналогичныя таблицы, въ которыхъ валентность одной служитъ какъ бы зеркальнымъ отраженіемъ однородной съ нею валентности другой (см. таблицу 7).

Мы видимъ, что лѣвая изъ этихъ двухъ системъ содержитъ въ себѣ *валовой* составъ всѣхъ *нормальныхъ* углеводородныхъ радикаловъ алифатическаго отдѣла органической химіи, правая же заключаетъ символы всѣхъ достаточно изученныхъ до настоящаго времени «радикаловъ» минеральной химіи, кромѣ водорода, молекула котораго попала, какъ мы видимъ, въ «ключъ» (или одиночный надбавочный членъ) системы карбонидовъ, но не нашла себѣ удовлетворительнаго мѣста въ системѣ «минеральныхъ элементовъ», въ «ключѣ» которой оказался «атомъ» (онъ же и молекула) гелія. Важное теоретическое значеніе этого обстоятельства будетъ понятно далѣе, а теперь укажемъ лишь на то, что, допустивъ (какъ это мы уже и сдѣлали въ предшествовавшей главѣ) нѣкоторую свободу скольженія водорода съ одного звена структурной цѣпи на *свободное мѣсто* слѣдующаго звена, мы получимъ возможность представлять себѣ каждую структурную цѣпь способной принимать, смотря по внѣшнимъ условіямъ и воздѣйствіямъ, нѣсколько «аллотропическихъ» состояній, подобно тому, какъ это извѣстно и для элементовъ минеральной химіи. Я не буду настаивать на томъ, что *истинныя* аллотропическія состоянія (при которыхъ мѣняется валентность минеральнаго элемента вмѣстѣ съ его переходомъ изъ металлическаго состоянія въ металлоидное) объясняются лучше всего нѣкоторой пластичностью атомовъ у минеральныхъ элементовъ. Для этого мнѣ прежде

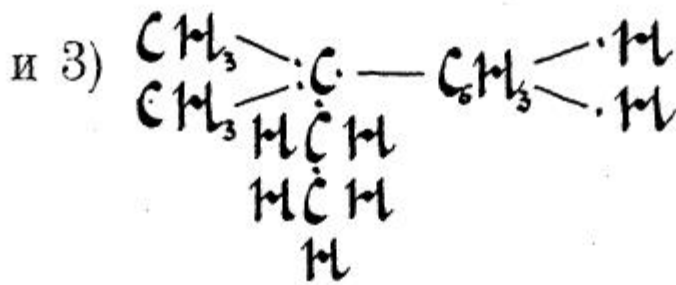
всего нужно будет доказать сложность состава минеральных атомовъ и объяснить, почему разстоянія между различными строками періодической системы «элементарныхъ тѣлъ» не въ точности одни и тѣ же. Замѣчу только, что фактъ скользянія водорода по структурной цѣпи многовалентныхъ карбогидридовъ установленъ въ органической химіи уже на многихъ случаяхъ. Возьмемъ, напримѣръ, недавнія изслѣдованія М. И. Коновалова и И. В. Егорова («Ж. Ф. Х. Об.» 30, 1031). При взаимодействіи хлористаго изоамила и бензола (химическій характеръ которыхъ будетъ указанъ далѣе) въ присутствіи хлористаго алюминія долженъ бы́ть получаться исключительно первичный бензидъ:



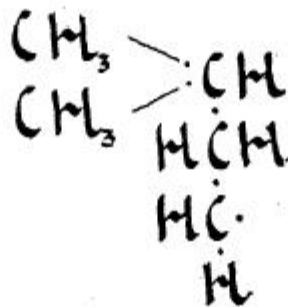
Однако въ результатѣ получаютъ не одинъ, а цѣ-  
 лыхъ три продукта:





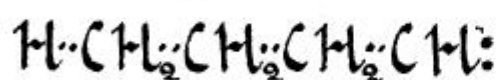


Очевидно, что такое разнообразіе бензиловыхъ соединеній при взаимодействіи однихъ и тѣхъ же веществъ можно объяснить лишь тѣмъ обстоятельствомъ, что въ промежутокъ времени, когда хлоръ оторвался отъ первоначальнаго продукта—хлористаго изоамила—и оставленный имъ углеводородъ

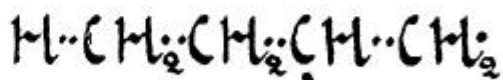


еще не успѣлъ замкнуть освободившуюся въ немъ единицу сродства бензоловымъ остаткомъ, атомы водорода въ буквальномъ смыслѣ метались по срединной цѣпи взадъ и впередъ, освобождая этимъ ненасыщенный пунктъ сщѣпленія на каждомъ изъ трехъ ея звеньевъ поочередно, и вся цѣпь застыла въ той *аллотропической* модификаціи, въ которой засталъ ее бензоловый остатокъ въ моментъ своего присоединенія. Иного объясненія нельзя себѣ представить въ этомъ случаѣ, а такихъ примѣровъ уже не мало накопилось въ органической химіи. Значить, легкую передвижимость водорода по ненасыщенной цѣпи должно признать за доказанный фактъ. А потому и всѣ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и т. д. изомеры нормальныхъ карбогидридовъ вполнѣ

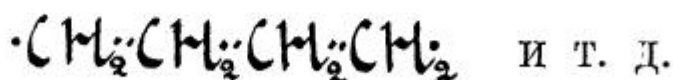
возможно считать за простыя аллотропическія, переводимыя другъ въ друга, модификаціи того же самаго элементарнаго карбогидрида. Только съ образованіемъ «двойной или тройной» связи внутри цѣпи эта подвижность водорода сразу прекращается, въ слѣдствіе неспособности водорода размыкать такія связи, а первоначальный карбогидридъ раздѣляется какъ бы на два меньшихъ, соединенныхъ другъ съ другомъ, наподобіе молекулъ  $O=O$  или  $V\equiv V$ . Эта передвижимость водорода по нормальной углеводородной цѣпи, пока въ ней есть одна или нѣсколько единицъ ненасыщеннаго и не замкнутаго кратными связями сродства, нисколько не находится въ противорѣчій съ общей прочностью цѣпи, какъ одного цѣлага: мы легко можемъ передвигать кусокъ желѣза по полюсу самаго сильнаго магнита, хотя оторвать его совсѣмъ и не въ состояніи. Въ настоящей главѣ, гдѣ дѣло идетъ исключительно о періодической системѣ карбогидридовъ, я хочу лишь показать, что при допущеніи такой подвижности водорода въ *ненасыщенныхъ* цѣпяхъ мы получаемъ возможность свести всѣ ихъ такъ называемыя  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  формы



Бутиленъ



А-бутиленъ

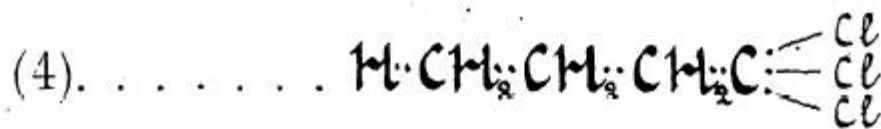
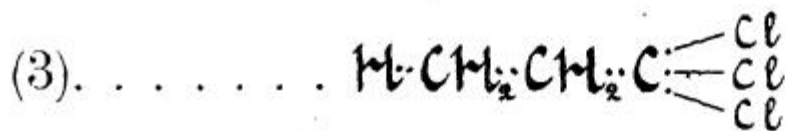
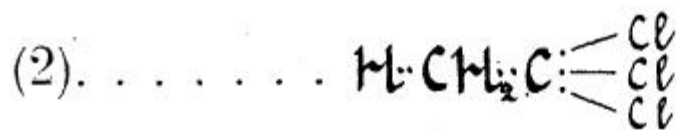
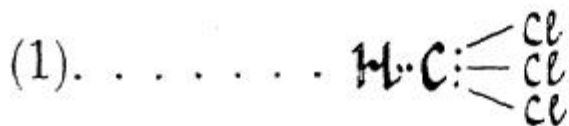


Тетраметилень (алифатическій)

къ различнымъ состояніямъ внутренняго равновѣсія того же самаго нормальнаго карбогидрида. Кромѣ того, само собой понятно, что такія внутреннія перегруппировки могутъ совершаться лишь въ томъ случаѣ, когда карбогидридъ находится въ свободномъ видѣ, т.-е. пока мѣсто, на которое могъ бы соскользнуть атомъ водорода, не занято уже какимъ-нибудь другимъ элемен-

томъ. При этомъ многія изъ неполнѣ насыщенныхъ карбогидридныхъ соединеній оказываются вполне аналогичными неполновалентнымъ соединеніямъ минеральной химіи.

Чтобъ убѣдиться въ этомъ, рассмотримъ, на примѣръ, хоть хлористыя соединенія трехвалентныхъ цѣпей:

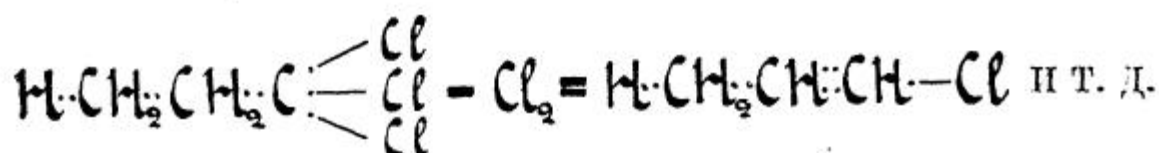
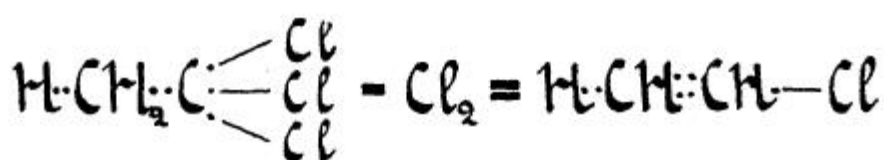


По типу соединенія  $\text{RCl}_3$  всѣ они сходны съ хлоридами 3-го семейства періодической системы Менделѣева.

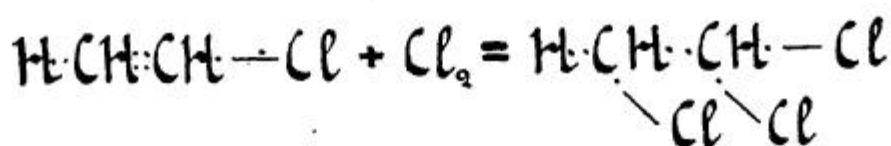


Подобно тому, какъ для перваго члена колонки карбогидридовъ  $\text{H} \cdot \text{C} :$  не получено низшаго хлорида  $\text{H} \cdot \overset{\curvearrowright}{\text{C}} \text{---} \text{Cl}$ , за неимѣніемъ двухъ атомовъ углерода, между которыми могла бы замкнуться двойная связь, такъ и у перваго члена минеральныхъ элементовъ,

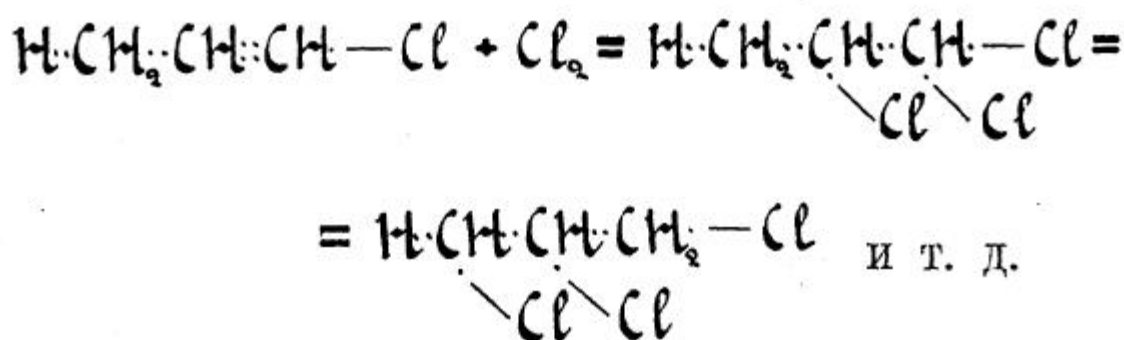
бора, не получено низшаго хлорида  $\widehat{B} \cdot Cl$ , какъ будто и у него нѣгдѣ замкнуться двойной связи. И наоборотъ: подобно тому, какъ у послѣдняго изъ минеральныхъ элементовъ, таллія, хорошо держится низшій хлоридъ  $Tl \cdot Cl$ , такъ и у всѣхъ карбогидридовъ слѣдующихъ за  $H \cdot C$ : прекрасно держатся низшіе хлориды въ случаѣ перестановки водорода:



Значить, допуская передвижимость водорода въ структурной цѣпи карбогидрида, мы прямо можемъ признать эти соединенія лишь за низшія степени охлоренія предыдущихъ, сопровождающіяся ихъ переходомъ въ новое аллотропическое состояніе. Въ этой «вторичной» аллотропіи мы, конечно, можемъ снова соединить ихъ съ хлоромъ и получить новые трихлориды

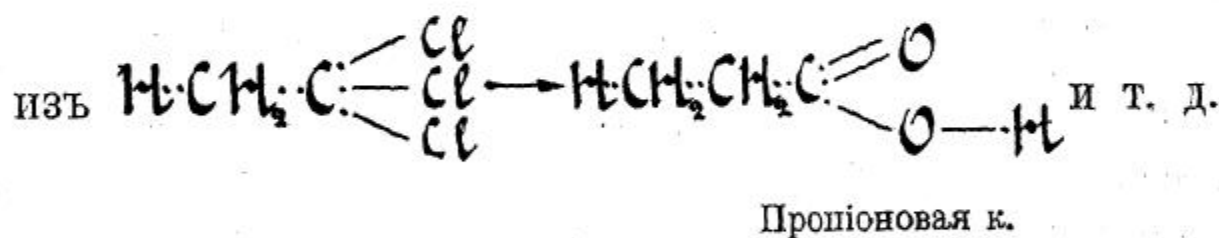
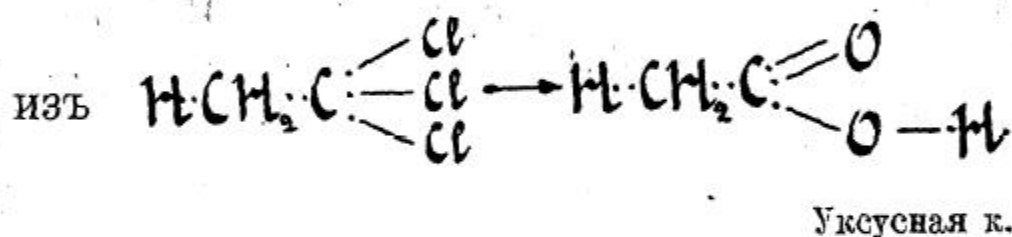
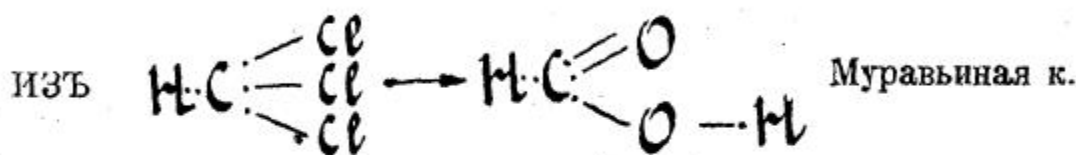


или

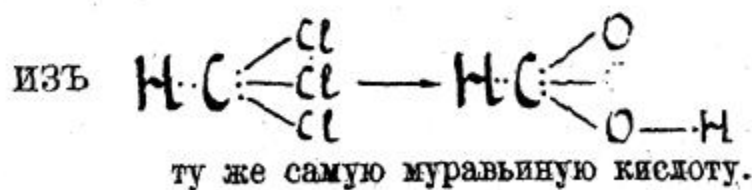


которые будут отличаться от первоначальных (1, 2, 3 и 4, на стр. 21) тѣмъ, что хлоръ въ нихъ распредѣленъ иначе, и это обстоятельство сейчасъ же обнаруживается на перемѣнѣ свойствъ всего соединенія.

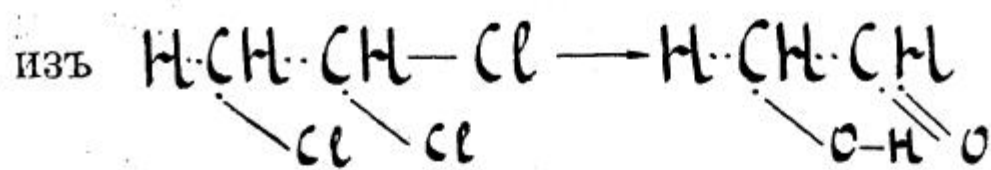
Изъ первоначальныхъ (1, 2, 3...) трихлоридовъ, при замѣнѣ хлора кислородомъ и гидроксилами, мы получили бы только кислоты:



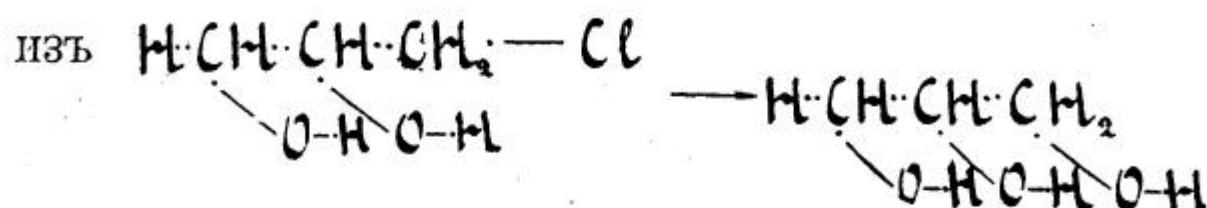
А при новомъ окисленіи, послѣ ихъ возстановленія въ монохлориды \*), получили бы такіе продукты:



\*) Допуская, конечно, что когда-нибудь будетъ найденъ способъ возстановить молекулу  $\text{H}\cdot\text{C}::\equiv\text{Cl}_3$  въ  $\text{H}\cdot\text{C}\begin{matrix} \diagup \text{Cl} \\ \diagdown \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{matrix}$ , не вызвавъ ея дубликаціи въ болѣе сложную группу  $=2(\text{H}\cdot\text{C}\begin{matrix} \diagup \text{Cl} \\ \diagdown \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{matrix})=(\text{Cl}\begin{matrix} \diagup \text{C} \\ \diagdown \text{C} \\ \text{C} \end{matrix}\text{—Cl})$ , или что эта послѣдняя группа можетъ быть окислена въ хлоръ-ангидридъ муравьиной кислоты.



спирто-альдегидъ, нѣчто среднее между спиртомъ и кислотой.



трехвалентный спиртъ (глицеринъ).

Значить, послѣ возстановленія, только первый членъ ряда далъ снова кислоту. Второй членъ далъ уже нѣчто среднее между кислотой и спиртомъ, а третій (и всѣ послѣдующіе) дали спирты, т.-е. формы, болѣе похожія на основанія. Но не то ли самое наблюдаемъ мы и у трехвалентныхъ элементовъ, гдѣ только первый членъ ряда, боръ, даетъ при окисленіи кислотную форму, В :  $\begin{array}{l} / \text{O} - \text{H} \\ = \text{O} \end{array}$ , между тѣмъ, какъ второй членъ, алюминій, даетъ окисель промежуточнаго рода, способный растворяться и въ кислотахъ и въ основаніяхъ, а третій членъ, скандій, и за нимъ всѣ остальные даютъ лишь слабо основныя формы? Не указываетъ ли эта аналогія между окислами трехвалентныхъ карбогидридовъ и трехвалентныхъ минеральныхъ элементовъ на внутреннюю аналогію, въ построеніи ихъ химическихъ единицъ: «атомовъ» у минеральныхъ элементовъ и «синатомовъ» <sup>1)</sup> у карбогидридовъ? Насколько имѣютъ значеніе всѣ эти невольныя отступленія въ область минеральной химіи, мы еще увидимъ далѣе, а теперь возвратимся снова къ своему предмету—карбогидридамъ.

---

<sup>1)</sup> Извиняюсь еще разъ за этимологию слова *синатомъ* (синтетической атомъ), но лучшаго короткаго слова не могъ придумать.



Въ предыдущихъ примѣрахъ мы невольно перешли отъ галоидныхъ соединеній карбогидридовъ къ ихъ окисламъ, и теперь намъ остается только сдѣлать болѣе полный обзоръ этихъ послѣднихъ.

Такъ какъ переходъ отъ однихъ къ другимъ совершается путемъ непосредственнаго замѣщенія, то, очевидно, и порядокъ возрастанія валентности будетъ въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же. Этотъ порядокъ и показанъ на прилагаемой таблицѣ (табл. 8), гдѣ въ колонкахъ, названныхъ «первичная аллотропія», приведены наивысшія формы спиртового, альдегиднаго или кислотнаго характера.

Однако, кромѣ этихъ наивысшихъ формъ окисленія у многовалентныхъ карбогидридовъ, существуютъ и низшія, подобно тому, какъ это наблюдается у минеральныхъ элементовъ. Мы уже указывали на это обстоятельство при разборѣ трехвалентнаго типа на его хлоридахъ, гдѣ, кромѣ трихлоридовъ  $\begin{matrix} \text{Cl} \\ \diagdown \\ \text{R} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{matrix} \cdot \text{Cl}$ , оказались и монохлориды  $\text{R} \cdot \text{Cl}$  съ двойной связью внутри карбогидридной цѣпи, аналогично двумъ хлоридамъ таллія  $\begin{matrix} \text{Cl} \\ \diagdown \\ \text{Tl} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{matrix} \cdot \text{Cl}$  и  $\text{Tl} \cdot \text{Cl}$ .

Точно такъ же и во всѣхъ остальныхъ многовалентныхъ типахъ.

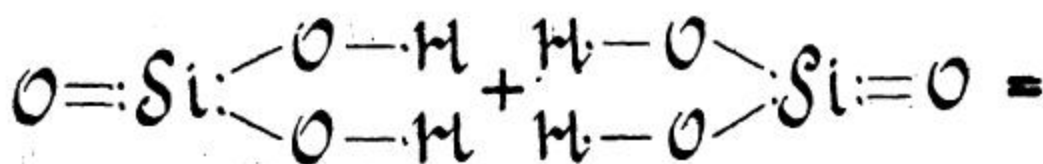
1) Подобно тому, какъ въ четырехвалентномъ типѣ минеральныхъ элементовъ, кромѣ наивысшаго кислаго оксида  $\text{O} = \text{R} = \text{O}$  (или  $\text{O} = \text{R} \cdot \begin{matrix} \text{O} - \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} - \text{H} \end{matrix}$ ), находимъ еще низшій слабо основной  $\text{R} = \text{O}$  (или  $\text{R} \cdot \begin{matrix} \text{O} - \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} - \text{H} \end{matrix}$ ) съ двойной связью, замкнутой внутри атома, такъ и у карбогидридовъ четырехвалентнаго типа (какъ только мы допустимъ свободу скольженія водорода по ненасыщен-



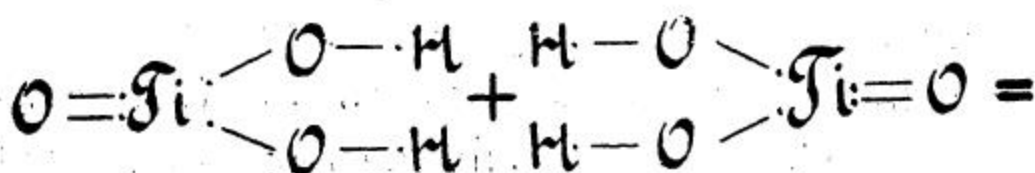
НЫМЪ звеньямъ структурной цѣпи) получаемъ два аналогичныхъ окисла:

Высшія кислотные формы	Низшія средняго характера
Эмкальвая к. $\begin{array}{c} \text{HC} \cdot - \text{O} - \text{H} \\ \text{O} = \text{:C} \cdot - \text{O} - \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HC} \cdot \\ \text{HC} \cdot \end{array} > \text{O}$ Окси-ацетиленъ
α-малоновая к. $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \\ \text{HC} \cdot - \text{O} - \text{H} \\ \text{O} = \text{:C} \cdot - \text{O} - \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \text{CH} \\ \text{O} = \text{:C} \text{H} \end{array}$ Оксипиловый альдегидъ
α-Оксималеиновая к. $\begin{array}{c} \text{HC} \\ \text{HC} \\ \text{HC} \cdot - \text{O} - \text{H} \\ \text{O} = \text{:C} \cdot - \text{O} - \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \text{CH} \\ \text{CH} \\ \text{O} = \text{:C} \text{H} \end{array}$ Кротоновый альдегидъ
и т. д.	и т. д.

И замѣчательно, что какъ у минеральныхъ элементовъ, такъ и здѣсь, кислотные гидраты легко выбрасываютъ свою воду и переходятъ въ ангидридное состояніе, въ такъ называемые внутренніе эстеры или метаокислы:



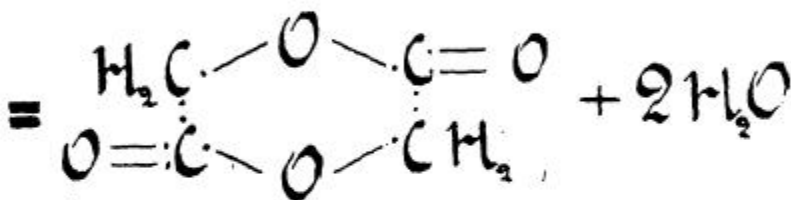
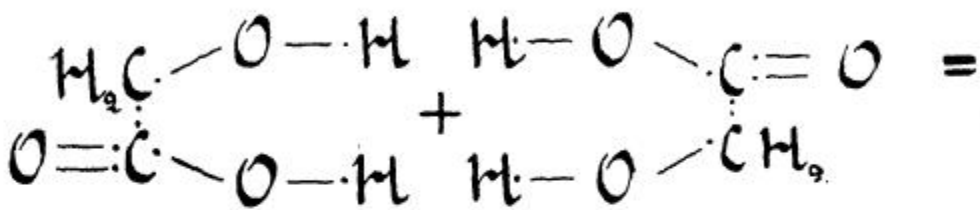
Точно такъ же



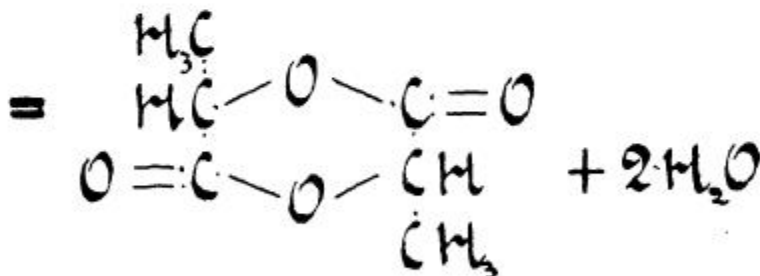
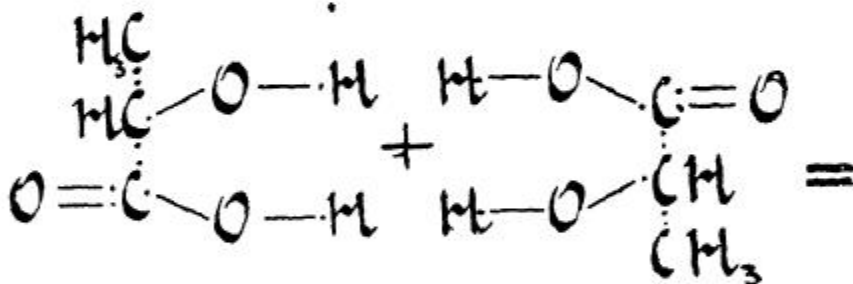


и т. д.

или у карбогидридовъ:



точно такъ же



и т. д.

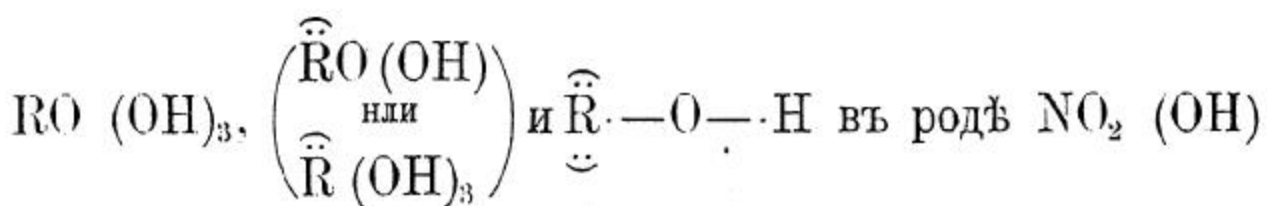
Въ такомъ состояніи обоюднаго замыканія, вида  $O = R : \begin{array}{c} \diagup \text{O} \diagdown \\ \diagdown \text{O} \diagup \end{array} : R = O$ , ангидриды четырехвалентныхъ карбогидридовъ оказываются не менѣе стойкими, чѣмъ окислы соотвѣтствующихъ минеральныхъ элементовъ, такъ что и тѣ и другіе мы имѣемъ полное право считать замкнутыми по тому же самому способу.

Здѣсь аналогія четырехвалентныхъ карбогидридовъ съ четырехвалентными минеральными элементами такъ очевидна, что намъ остается сдѣлать только одно небольшое замѣчаніе. Современная и часто очень неудачная терминологія органической химіи производитъ имена альдегидовъ отъ именъ кислотъ, въ которыя они могутъ быть превращены путемъ отщепленія атома водорода отъ послѣдняго звена карбогидридной цѣпи, при дѣйствіи окислителя. А эта общность именъ невольно вселяетъ въ нашѣмъ умѣ представленіе о какой-то близости между предметами, носящими такія сходныя названія. Вотъ почему, съ перваго взгляда, невольно кажется страннымъ, что въ предшествовавшей таблицѣ высшихъ и низшихъ окисловъ четырехвалентнаго типа карбогидридовъ я привожу акрилевый, кротоновый и т. д. альдегиды въ параллель не съ одноименными для нихъ акрилевой, кротоновой и т. д. кислотами, а съ молочной, оксимасляной и ихъ гомологами, имена которыхъ звучатъ совсѣмъ иначе. Однако эта указываемая мною связь, несомнѣнно, ближе, чѣмъ та, которая подсказывается современной номенклатурой. Для перехода отъ молочной кислоты къ акрилевому альдегиду нужно только замѣнить высшую степень окисленія карбогидрида низшей съ простымъ передвиженіемъ одного атома водорода въ его структурной цѣпи, тогда какъ для перехода отъ акрилевой кислоты къ тому же альдегиду нужно, кромѣ перехода къ низшей степени окисленія, ввести въ первоначальную цѣпь  $\text{H}_2\text{C}::\text{CH}\cdot\text{C}:$  еще посторонній атомъ водорода, т.-е. перейти отъ пятивалентнаго карбогидрида къ новому, обладающему бѣльшимъ паевымъ вѣсомъ и меньшей валентностью  $\text{H}_2\text{C}::\text{CH}\cdot\text{CH}:$

Однако эта чрезвычайно неудачная съ теоретической точки зрѣнія современная химическая термино-

логія успѣла хорошо привиться, благодаря одной принципіальной разницѣ въ методахъ минеральной и органической химіи. Въ то время, какъ всѣ попытки превращать минеральные элементы одни въ другіе не увѣнчались до сихъ поръ успѣхомъ, вслѣдствіе огромной прочности структурныхъ цѣпей у ихъ атомовъ,— въ органической химіи (гдѣ структурныя цѣпи карбогидридныхъ, только что зарождающихся «новыхъ элементовъ», еще не успѣли окрѣпнуть) большинство изслѣдованій и пошло именно по этому направленію. Въ результатѣ вмѣстѣ съ неудачной терминологіей выработались настолько интересные и цѣлесообразные методы превращенія однихъ карбогидридовъ въ другіе, что впослѣдствіи, когда будетъ хорошо установлена структура атомовъ, эти самыя методы, въ примѣненіи къ минеральной химіи, можетъ-быть, сдѣлаютъ возможнымъ и то, чего не могли добиться цѣлыя поколѣнія алхимиковъ, путь которыхъ не былъ освѣщенъ предварительными теоретическими познаніями. Однако не будемъ уклоняться такъ далеко въ сторону и обратимся снова къ нашему предмету—высшимъ и низшимъ степенямъ окисленія карбогидридовъ.

2) Въ пятивалентномъ типѣ минеральныхъ элементовъ мы встрѣчаемъ двѣ кислотныя формы: высшую  $R_2O_5$  и низшую  $(R_2O)_3$ , а, кромѣ того, по временамъ и нѣдокись  $(R_2O)$  уже совсѣмъ средняго или даже слабо основнаго характера. А изъ гидратовъ:  $RO_2(OH)$  или



или  $PO(OH)_3$ ,  $\widehat{N}O(OH)$  или  $\widehat{P}(OH)_3$  и  $\widehat{N} \cdot \text{---} O \text{---} \cdot Ag$ . То же самое находимъ и въ пятивалентномъ типѣ карбоги-

дридовъ  $C_nH_{2n-3}$ , нормальная аллотропія которыхъ при современныхъ космическихъ условіяхъ должна быть:  $[:HC(CH_2)_n C:]$  напрімѣръ:

Высшая форм.	Средняя форм.	Недокись
$\frac{R_2O_5}{\text{или}}$ $\underline{RO_2(OH)} \text{ и } \underline{RO_3(OH)_3}$	$\frac{R_2O_3}{\text{или}}$ $\underline{RO(OH)} \text{ и } \underline{R(OH)_3}$	$\frac{RO}{\text{или}}$ $\underline{R(OH)}$
$\begin{array}{l} O = :CH \\ O = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Глюксилевая кис.</p>	$O < \begin{array}{l} \cdot CH \\ \cdot \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Мало изслѣдованн. форма</p>	$\begin{array}{l} CH \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Пропаргилловый спиртъ</p>
$O < \begin{array}{l} \cdot CH_2 \\ \cdot \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \end{array}$ $O = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H$ <p>Блицидная кисл.</p>	$\begin{array}{l} CH_2 \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ O = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Акрилевая кислот.</p>	$\begin{array}{l} \cdot CH_2 \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H_2 \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Акриловый спирт (не изслѣдованъ)</p>
$\begin{array}{l} \cdot CH_3 \\ H - O - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ H - O - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ O = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Диоксималеиная к.</p>	$\begin{array}{l} \cdot CH_3 \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ O = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Кротоновая кис.</p>	$\begin{array}{l} \cdot CH_3 \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} H \\ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}} - O - \cdot H \end{array}$ <p>Кротоновый спирт (не изслѣдованъ)</p>
и т. д.	и т. д.	и т. д.

Здѣсь аналогія низшихъ гидратовъ у карбогидридовъ съ такими же гидратами минеральныхъ элементовъ еще болѣе бросается въ глаза, такъ какъ она обнаружилась даже и безъ допущенія скольженія водорода по цѣпи.

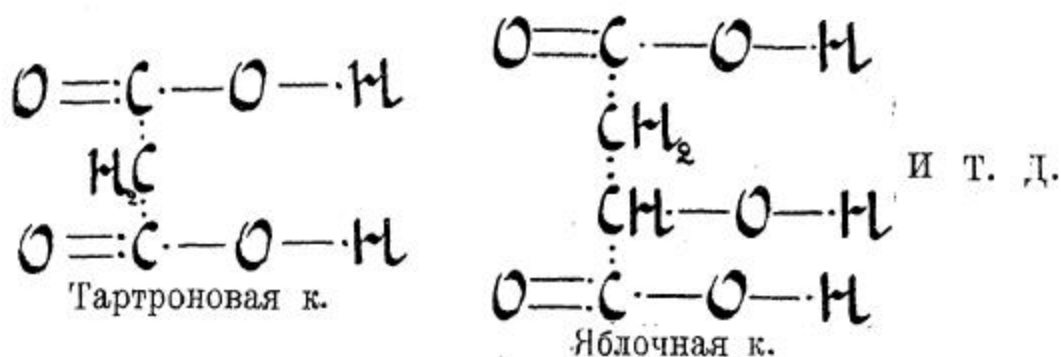
3) Въ шестивалентномъ типѣ минеральной химіи находимъ три основныя формы окисленія:  $R_2O_6$ ,

$\widehat{R}_2O_4$  и  $\widehat{R}_2O_2$ , или, все равно,  $RO_3$ ,  $\widehat{RO}_2$  и  $\widehat{RO}$ , и со-  
 отвѣтствующіе имъ гидраты  $RO_2$   $(OH)_2$ ,  $\widehat{RO}$   $(OH)_2$   
 и  $\widehat{R}$   $(OH)_2$ . То же самое и въ соотвѣтствующемъ типѣ  
 карбогидридовъ органической химіи:

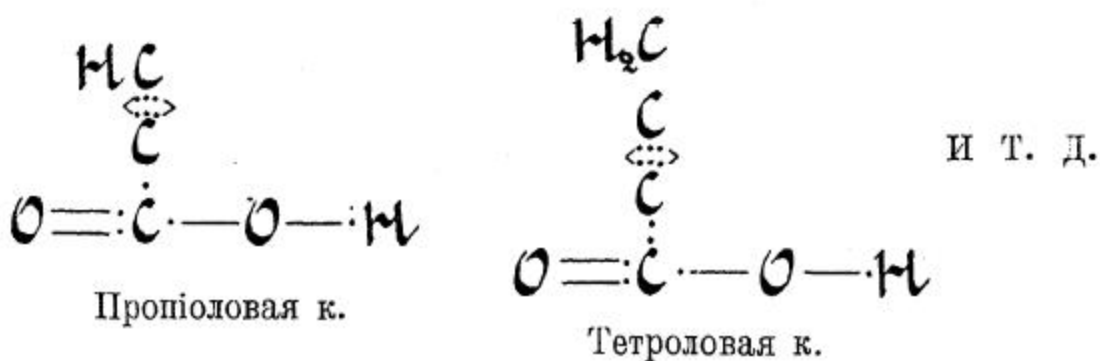
$O_2R(OH)_2$	$OR(OH)_2$ или $O_2R$	$\widehat{R}(OH)_2$ или $\widehat{RO}$
$\begin{array}{c} O=C-O-H \\   \\ O=C-O-H \end{array}$ Щавелевая кис.;	$\begin{array}{c} C=O \\   \\ C=O \end{array}$ (не извѣстно)	$\begin{array}{c} C \\ \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad O \end{array}$ (не извѣстно)
$\begin{array}{c} O=C-O-H \\   \\ H-C-H \\   \\ O=C-O-H \end{array}$ Малоновая к.;	$\begin{array}{c} H-C-O-H \\   \\ H-C \\   \\ O=C-O-H \end{array}$ Окси-акриловая к.;	$\begin{array}{c} H-C-O-H \\   \\ H-C \\   \\ H-C-O-H \end{array}$ (не получено)
$\begin{array}{c} O=C-O-H \\   \\ H-C-H \\   \\ H-C-H \\   \\ O=C-O-H \end{array}$ Янтарная к.;	$\begin{array}{c} H-C \\   \\ H-C \\   \\ H-C-O-H \\   \\ O=C-O-H \end{array}$ $\alpha$ -окси-акрилов.; кислота	$\begin{array}{c} H-C \\ \diagup \quad \diagdown \\ H-C \quad \quad O \\ \diagdown \quad \diagup \\ H-C \\   \\ H-C \end{array}$ фуруфуранъ
и т.д.	и т.д.	и т.д.

4) Въ семивалентномъ типѣ минеральной химіи  
 имѣемъ рядъ послѣдовательныхъ окисловъ  $(\widehat{R}_2O, \widehat{R}_2O_3,$   
 $\widehat{R}_2O_5$  и  $R_2O_7$  и соотвѣтствующія имъ формы гидра-  
 тациі. Однако многія изъ этихъ формъ окисленія  
 чрезвычайно неустойчивы, а нѣкоторыя и совсѣмъ  
 не держатся. Поэтому неудивительно, что и у со-  
 отвѣтственныхъ семивалентныхъ карбогидридовъ еще  
 не удалось получить большинства этихъ формъ, кото-

рия теоретически вполне возможны. Наивысшую форму окисления и гидратации— $\text{RO}_2 (\text{OH})_3$ —мы имеем здесь в гомологах тартроновой и яблочной кислот:



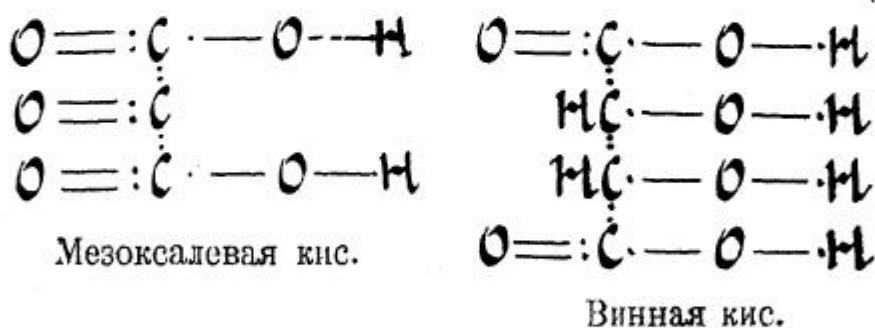
Более низшую форму— $\widehat{\text{RO}} (\text{OH})$ —имеем в гомологах пропиоловой и тетроловой кислот.



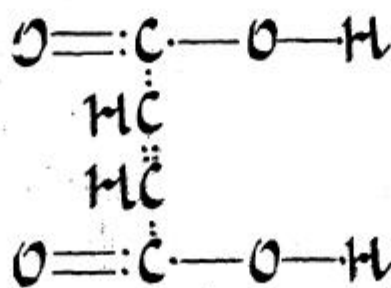
Что же касается до остальных форм окисления, то и здесь, как у минеральных элементов, мы имеем на них лишь отрывочные намеки. Прибавим в заключение, что даже и самый ряд карбогидридов семивалентного типа оказывается до настоящего времени настолько же неполным, как и в минеральной периодической системѣ, гдѣ недостает еще всѣх аналогов марганца.

5) Восьмивалентный типъ обѣихъ периодическихъ системъ долженъ бы заключить въ себѣ всѣ послѣдовательные типическіе окислы:  $\text{RO}$ ,  $\text{RO}_2$ ,  $\text{RO}_3$ ,  $\text{RO}_4$ , и ихъ гидраты. Однако у минеральныхъ элементовъ электроположительныя единицы атомнаго сродства,

постепенно ослабѣвая въ своей силѣ по мѣрѣ возрастанія своего числа, сохранились лишь у представителей нечетныхъ періодовъ, особенно у рутенія и осмія, между тѣмъ какъ совершенно бездѣйствуютъ у промежуточныхъ членовъ: неона, аргона, криптона и ксенона. Среди карбогидридовъ мы не находимъ этого различія четныхъ и нечетныхъ періодовъ (какъ, впрочемъ, не находимъ его и въ первыхъ строкахъ періодической системы минеральныхъ элементовъ у гелія, неона и аргона). Однако, по присутствію электроположительной валентности, восьмивалентные карбогидриды въ своихъ химическихъ особенностяхъ болѣе всего сходны съ рутеніемъ и осміемъ. Подобно тому, какъ эти два элемента даютъ наивысшій окисель  $RhO_4$  и  $OsO_4$ , такъ и среди карбогидридовъ находимъ, въ видѣ гидратовъ, тѣ же самыя формы, на примѣръ, у мезоксалевої  $C_3O_3(OH)_2$  и винной  $C_4H_3O_2(OH)_4$  кислотъ.



Подобно тому, какъ рутеній и осмія даютъ неполновалентныя формы окисленія  $(:RhO_3$  и  $(:OsO_3$ , такъ и здѣсь мы находимъ, въ видѣ гидрата, фумаровую кислоту  $(:C_4H_2O_2(OH)_2$ ,

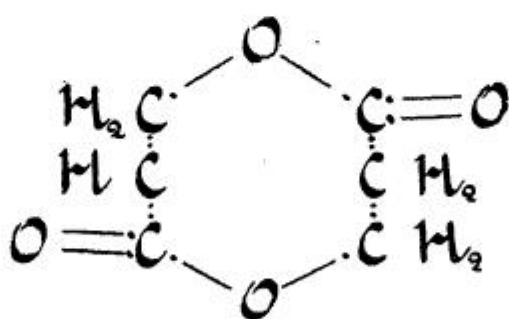




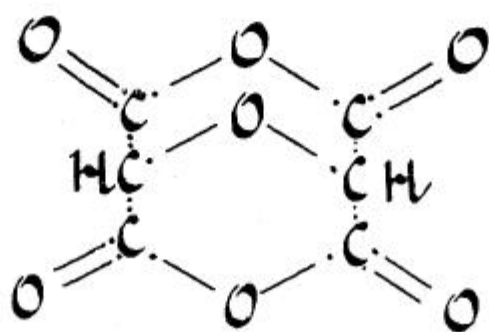
гдѣ сразу узнаемъ низшую степень окисленія и гидратациі винной кислоты. Этихъ примѣровъ вполне достаточно для того, чтобы показать, что аналогію въ химическихъ особенностяхъ карбогидридовъ и минеральныхъ элементовъ можно прослѣдить чрезъ всю періодическую систему первыхъ и вторыхъ.

Обобщая все сказанное (а также и характеристики гомологическихъ рядовъ, помѣщенные на таблицѣ 8, стр. 25), мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

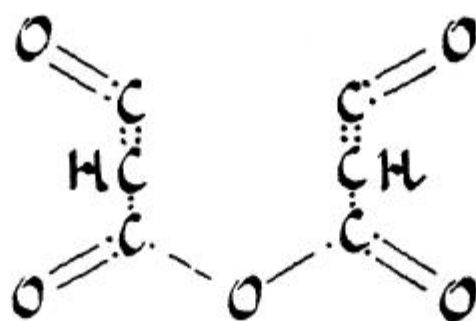
1) Въ своей «первичной аллотропіи» (т.-е. такой метамеріи, гдѣ у цѣпи обнажаются отъ водорода прежде всего крайнія звенья) карбогидриды бываютъ способны только къ высшему оксиду, свойственному ихъ типу, такъ какъ отбросъ хотя бы одного атома кислорода здѣсь невозможенъ вслѣдствіе невозможности образованія «двойной связи», безъ передвиженія водорода, какъ, напримѣръ, у молочнаго ангидрида-лактона



А въ дополнительныхъ типахъ системы (7-мъ и 8-мъ), какъ, напримѣръ, у тартроноваго ангидрида

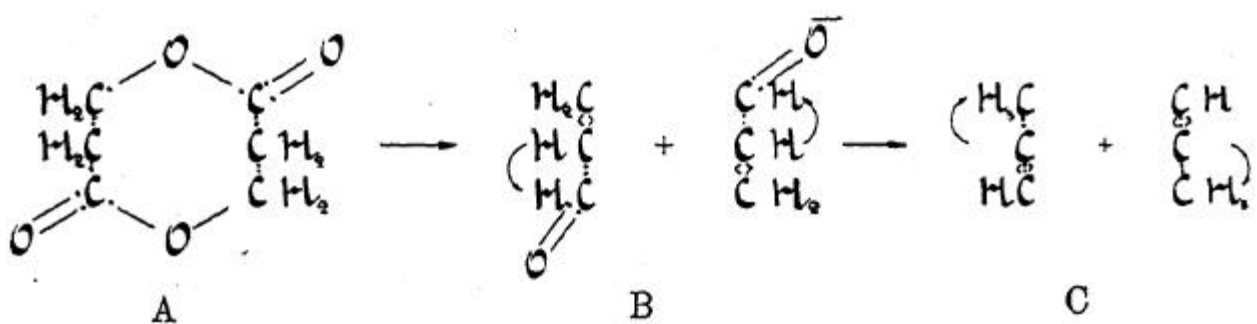


хотя теоретически и можно образовать двойную связь, удаливъ два атома кислорода,



но на практикѣ этого опять, повидимому, не можетъ произойти, такъ какъ при этомъ образуются отрывныя группы  $:C=O$  окиси углерода, какъ это ясно видно на нашей послѣдней схемѣ, и первоначальный радикалъ распадается.

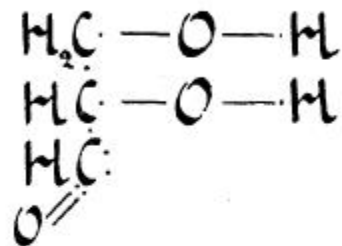
2) Для того, чтобы сдѣлаться способнымъ къ низшимъ степенямъ окисленія, «нормальный» карбогидридъ долженъ послѣдовательно переходить въ новыя аллотропическія состоянія путемъ передвиженія водорода по звеньямъ цѣпи. Возьмемъ, на примѣръ, послѣдовательныя трансформациі аллилена при его возстановленіи изъ ангидрида молочной кислоты



Здѣсь мы ясно видимъ, какъ по мѣрѣ «осторожнаго<sup>1)</sup> возстановленія» аллилена  $C_3H_4$  изъ его высшаго окисла  $R_2O_4$ , становится неизбеженъ его переходъ все въ новыя и новыя аллотропіи. Мы видимъ, что «первичная аллотропія» характеризуется невозможностью двойной связи въ цѣпи, вторичная—возмож-

1) т.-е. безъ разрушенія или синтеза въ другіе карбогидриды.

ностью одной двойной, а третичная — одной тройной связи. Правда, эти связи можно замаскировать, введя въ нихъ, на примѣръ, гидроксилы. Изъ нашего акролеина (В) мы получаемъ этимъ путемъ такъ называемый глицериновый альдегидъ

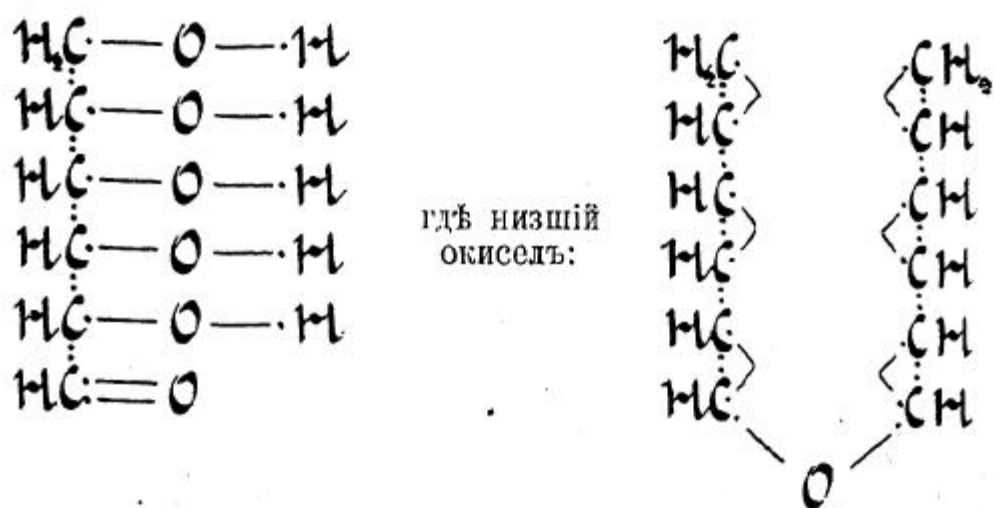


но не трудно видѣть, что аллотропія здѣсь осталась та же самая, что и въ акролеинѣ, и, удаливъ гидроксилы, мы снова возвратимся къ нему безъ передвиженія атомовъ водорода.

Теперь читателю должна быть понятна и наша классификація и характеристика группъ на таблицѣ 8 (стр. 25), а также и то обстоятельство, почему мы, въ противность обычной терминологіи, называемъ этого рода метамеріи «аллотропіями» и отождествляемъ, на примѣръ, акролеинъ съ аллотропической одноокисью, а молочный ангидридъ съ аллотропической двуокисью того же самаго карбогидрида—аллилена.

Пусть читатель не думаетъ, что единственная цѣль этихъ обобщеній есть приведеніе всѣхъ метамерныхъ степеней окисленія въ параллель съ высшими и низшими окислами минеральныхъ элементовъ. Дѣло не въ одномъ этомъ, а также и въ томъ, что наша классификація является наиболѣе естественной, простой и логической изъ всѣхъ извѣстныхъ до сихъ поръ и охватываетъ всѣ найденныя въ природѣ случаи нормальныхъ незамкнутыхъ карбогидридовъ, какъ только къ четыремъ аллотропіямъ, представленнымъ на таблицѣ 8 (стр. 25), мы прибавимъ еще пятую «глюко-

зидную», характеризующуюся потенциальнымъ чередованіемъ двойныхъ связей съ одиночными, какъ, на примѣръ, у обычной альдозы



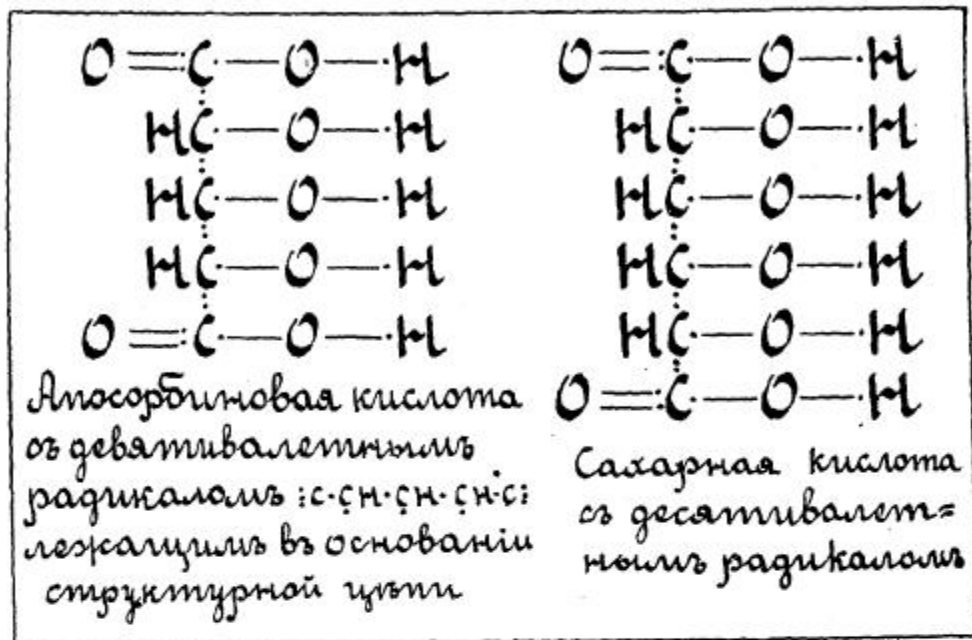
Однако эта аллотропія классифицируется особо въ такой интересной періодической системѣ «фитогенетическихъ радикаловъ», что ей посвящено особое изслѣдованіе въ этой книгѣ.

Теперь мы видимъ, что низшіе окислы и низшіе галоидиды одинаково обычны и у карбогидридовъ и у минеральныхъ элементовъ.

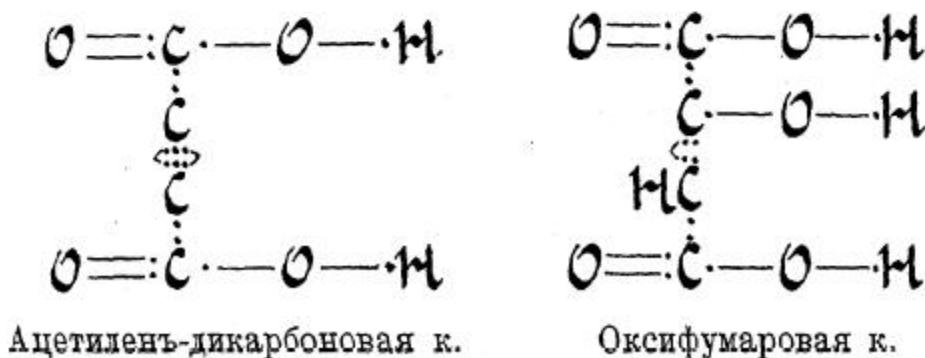
Но этимъ сходство не оканчивается въ сравнительной химіи. Подобно тому какъ въ минеральной химіи, такъ и въ органической, періодическая система нормальныхъ алифатическихъ карбогидридовъ практически заканчивается восьмивалентнымъ типомъ<sup>1)</sup>. Повидимому, нормальная незамкнутая цѣпь уже перестаетъ держаться, какъ самостоятельная химическая единица, способная передаваться безъ разложенія

<sup>1)</sup> Эта послѣдняя аналогія установлена мною еще въ 80-хъ годахъ, въ первые годы моего заключенія въ Шлиссельбургской крѣпости, [но только 13 марта 1903 г. я узналъ тамъ изъ 7-го изданія основ. химіи Менделѣева (стр. 463) о работахъ Пелопидаса (1883 г.) и Карнелли (1886 г.), которые пришли, повидимому, почти къ тѣмъ же результатамъ. Первымъ поводомъ для моихъ работъ по установленію періодической системы карбогидридовъ было изложеніе взглядовъ Дюма въ книгѣ Секки: „Единство физическихъ силъ“, перев. Павленкова, 1873 г., стр. 399—400.

изъ одного соединенія въ другое. Немногіе образчики девятивалентныхъ или десятивалентныхъ цѣпей,



находимыхъ въ природѣ, всѣ принадлежать къ глюко-зидной модификаціи, о которой мы только что говорили выше. Очень сомнительно, чтобы принадлежащія такимъ соединеніямъ карбогидриды были способны при какихъ бы то ни было космическихъ условіяхъ сохраняться безъ своихъ спиртовыхъ, срединныхъ гидроксильныхъ. Что же касается до нѣсколькихъ неполновалентныхъ формъ, которыя теоретически должно отнести къ этимъ же многовалентнымъ типамъ, напри-мѣръ, ацетилен-дикарбоновая или окси-фумаровая кислоты,



то онѣ почти неспособны перейти даже и въ свою собственную высшую форму окисленія, не подвер-

гаясь распаденію, а потому и нѣтъ никакой причины создавать для нихъ еще новые типы въ періодической системѣ алифатическихъ карбогидридовъ. Отнесемъ ихъ просто къ экстра-типамъ и, если угодно, прибавимъ ихъ къ восьмой группѣ подобно тому, какъ у минеральныхъ элементовъ, къ ней же прибавлены никкель и кобальтъ и соотвѣтствующіе имъ платиновые металлы. Однако я теперь же долженъ предупредить читателя, что присутствіе двухъ лишнихъ колонокъ въ системѣ минеральныхъ элементовъ получить во второй половинѣ этого изслѣдованія замѣчательно простое и интересное объясненіе. Скажу прямо, что если бъ ихъ и не было, то дальнѣйшее детализированіе нашей періодической системы карбогидридовъ предсказало бъ ихъ существованіе, какъ оно предсказало автору этой книги необходимость существованія среди минеральныхъ элементовъ безвалентной по водороду группы металлоидовъ за нѣсколько лѣтъ до того, какъ были открыты аргонъ и его аналоги<sup>1)</sup>.

#### ГЛАВА IV.

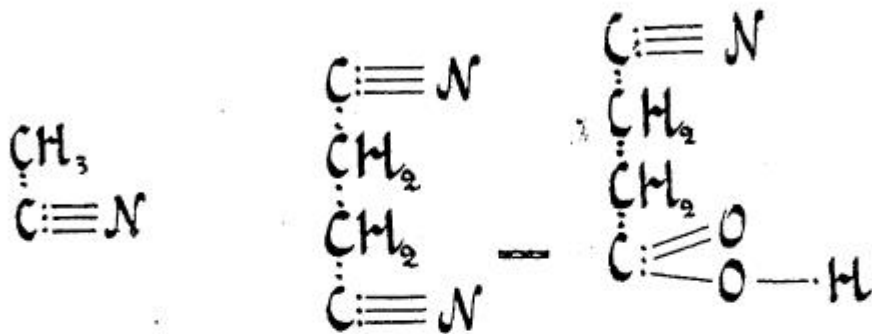
### **Химическія соединенія карбогидридовъ съ азотомъ, углеродомъ и между собою.**

Кромѣ кислородныхъ и галоидныхъ соединеній, которыя мы только что разобрали, карбогидриды способны давать и всѣ остальные соединенія, наблюдаемыя у минеральныхъ элементовъ. Не говоря уже о сульфидахъ, селенидахъ и теллуридахъ карбогидри-

<sup>1)</sup> Пусть читатель присмотрится къ сопоставленію двухъ періодическихъ системъ на таблицѣ 7 (стр. 17), которое было сдѣлано мною во время заключенія въ Алексѣевскомъ равелинѣ въ 1883 г. задолго до открытія аргона, и онъ пойметъ, какъ велика была радость въ Шлиссельбургской крѣпости, когда Ramsay и его сотрудники начали открывать одного за другимъ этихъ важныхъ для излагаемой теоріи представителей типа 0-го.

довъ, смыслъ которыхъ понятенъ и безъ дальнѣйшихъ объясненій,—и у тѣхъ и у другихъ существуютъ еще соединенія азотистыя и углеродистыя.

Подобно, напримѣръ, азотистому бору  $B \equiv N$  (нитрилу борной кислоты) или оксидъ-нитрилу фосфорной  $O \equiv P \equiv N$  существуютъ многочисленные нитрилы и у многовалентныхъ карбогидридовъ.

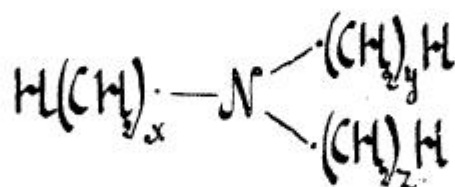


Нитрилъ уксусной кислоты.

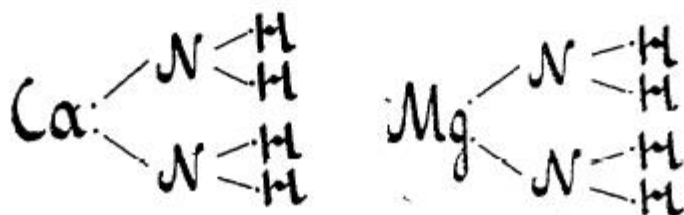
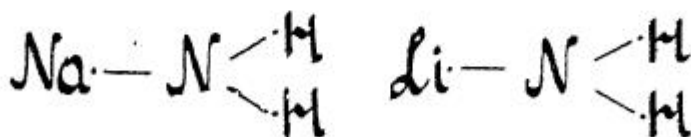
Нитрилъ янтарной кислоты.

Нитрилъ-оксигидратъ янтарной кислоты.

Подобно азотистой мѣди  $\begin{array}{c} \text{Cu} \\ \diagdown \\ \text{Cu} \end{array} > \text{N} - \text{Cu}$  существуютъ разнообразныя азотистыя алкилы общаго вида:

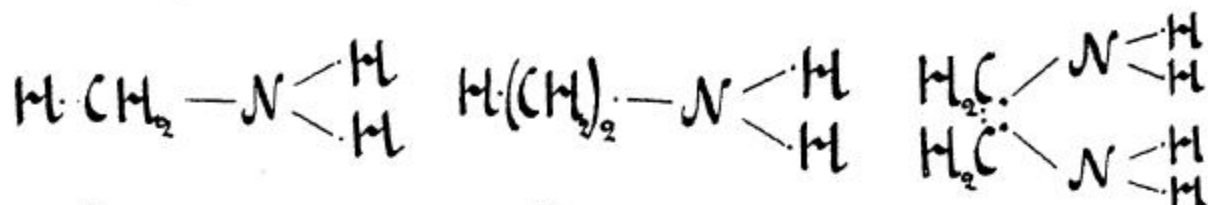


Подобно аминамъ щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ <sup>1)</sup>, напримѣръ,



<sup>1)</sup> „Chem. News“ 81.106 и друг. химич. журн.

существуют всевозможные амины и у карбогидридовъ:

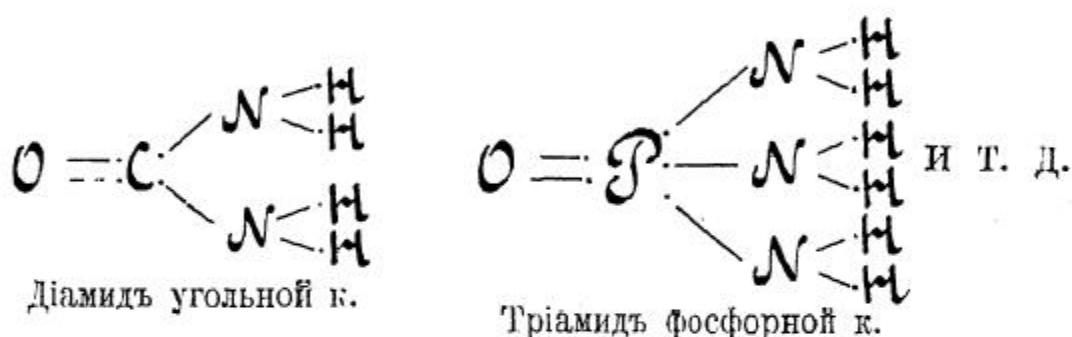


Метиль-аминъ.

Этилъ-аминъ.

Этиленъ-діаминъ и т. д.

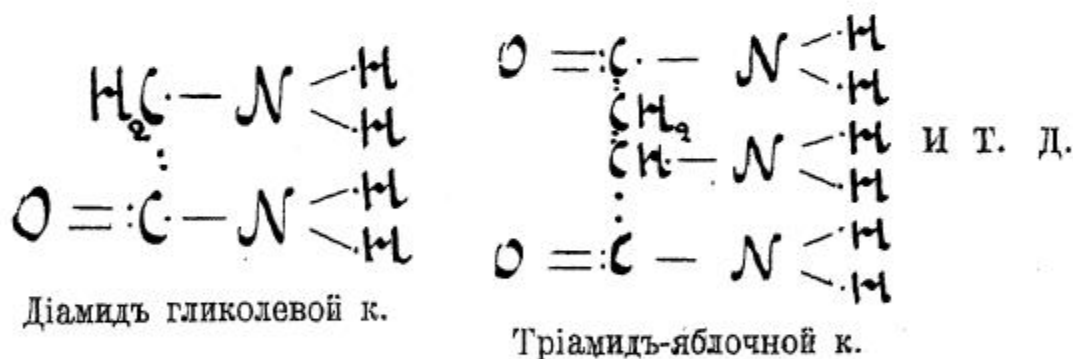
Амидамъ угольной и фосфорной кислотъ



Діамидъ угольной к.

Тріамидъ фосфорной к.

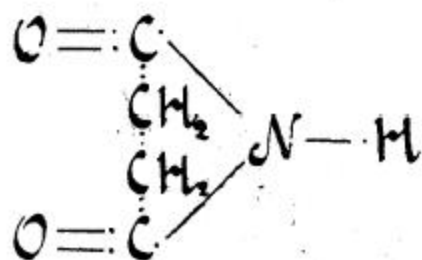
соотвѣтствуютъ такіе же амиды у кислотъ органическихъ:



Діамидъ гликолевой к.

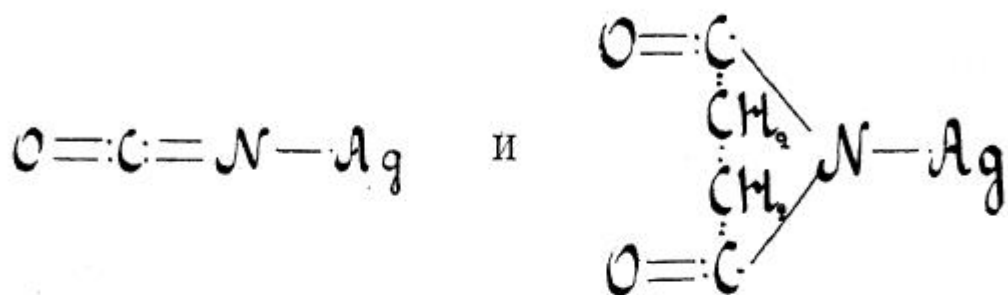
Тріамидъ-яблочной к.

Имиднымъ кислотамъ минеральныхъ элементовъ, какова, напримѣръ, ціановая кислота  $\text{O} = \text{C} \equiv \text{N} - \text{H}$ , совершенно параллельны имиды органическихъ кислотъ, каковъ, напримѣръ, имидъ янтарной кислоты:

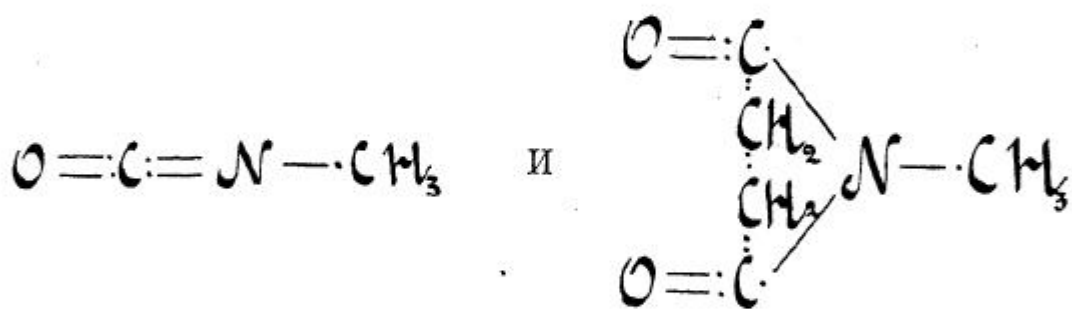




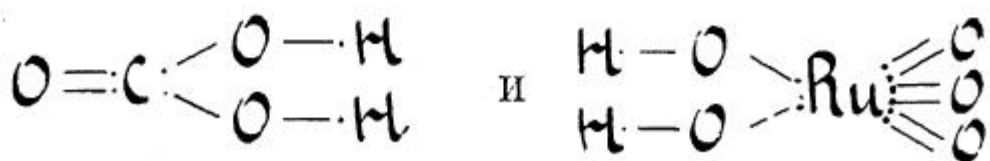
И замѣчательно, что во всѣхъ этихъ соединеніяхъ, гдѣ амміачный остатокъ замѣщаетъ одинъ или два водныхъ остатка кислоты, остающійся при немъ водородъ тоже имѣетъ склонность замѣщаться металлами, давая солеобразныя соединенія въ родѣ серебряныхъ солей только что приведенныхъ кислотъ:



или ихъ эстеровъ съ алкилами:

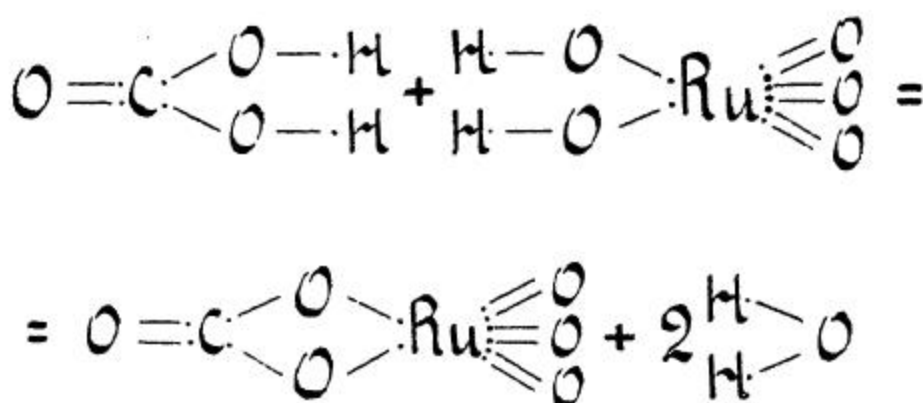


Такими сопоставленіями съ минеральными соединеніями объясняются очень хорошо и самыя сложныя по виду азотистыя молекулы органической химіи. Возьмемъ, напримѣръ, угольный  $CO_2$  и рутеновый  $RuO_4$  ангидриды. Оба растворяются немного въ водѣ и при этомъ, повидимому, отчасти гидратируются, давая:



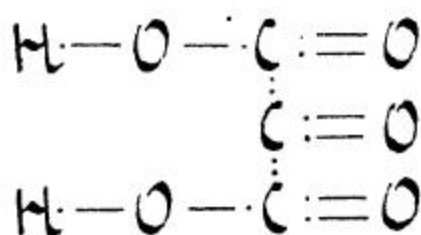
Благодаря почти полному отсутствію кислотныхъ свойствъ у рутеноваго ангидрида, не будетъ ничего удивительнаго, если бь удалось изъ этихъ двухъ гидра-

товъ получить солеобразное соединеніе съ выдѣленіемъ двухъ частей воды по реакціи:

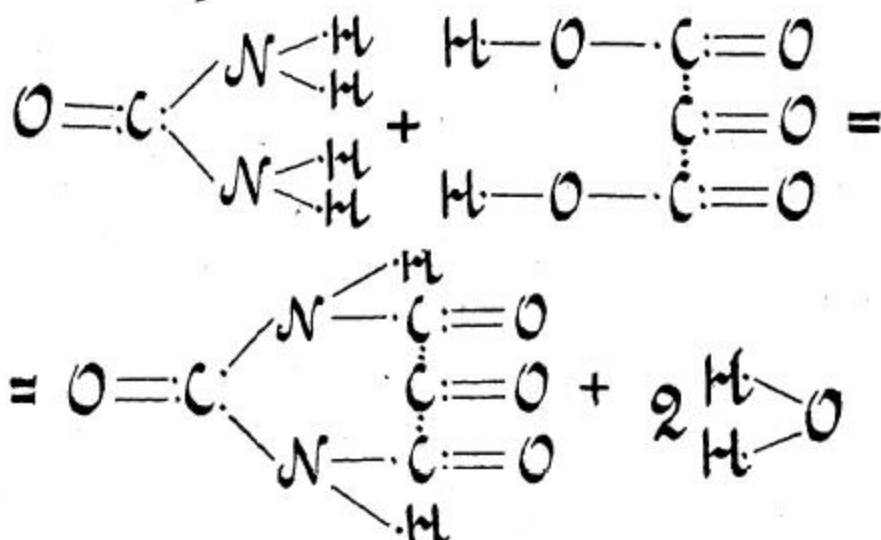


Солеобразное соединеніе.

Точно такъ же, если вмѣсто угольной кислоты мы возьмемъ ея амидъ  $\text{O}=\text{C}:\begin{matrix} \diagup \text{N} \\ \diagdown \text{N} \end{matrix}\begin{matrix} \diagup \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{matrix}$ , а вмѣсто рутеноваго гидрата аналогичный ему по типу соединенія гидратъ мезоксалевоу кислоты

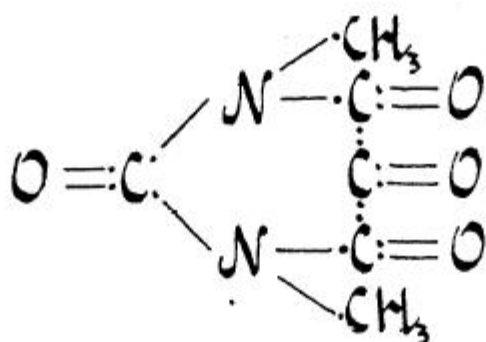


то не будетъ ничего удивительнаго, если при нѣкоторыхъ условіяхъ и они дадутъ соединеніе:



Мезоксалиль мочевины  
(аллоксанъ).

Такимъ образомъ мы пришли къ ясному представленію относительно истичнаго характера аллоксана, какъ эстеровобразнаго соединенія мезоксалевоу кислоты и амида угольной. Здѣсь азотъ, очевидно, играетъ роль связующаго кислорода, каковымъ тотъ является въ соляхъ двувалентныхъ кислотъ. Однако вслѣдствіе трехвалентности азота при немъ осталось еще по паю незамѣщеннаго водорода, который тоже долженъ быть мѣновымъ. И дѣйствительно, замѣстивъ его карбогидами, мы можемъ получить соединеніе довольно сложное по внѣшности,



Диметиль-мезоксалиль-мочевина.

но при ближайшемъ разсмотрѣннн не представляющее намъ ничего такого, съ чѣмъ мы не были бы уже знакомы при изученнн минеральной химнн. Однако въ этомъ очеркѣ я не имѣю мѣста долго останавливаться надъ частными случаями. Во второмъ и третьемъ томахъ моего рукописнаго изслѣдованнн «Строенн вещества»<sup>1)</sup> излагаемая мною здѣсь идеи проведены чрезъ всѣ изслѣдованныя до сихъ поръ сложныя соединеннн органической химнн, и вездѣ обнаружилась ихъ разительная аналогнн съ неорганическими соединенннми, какъ только мы допустимъ, что нормальные карбогидриды нашей пернодической системы представляютъ изъ себя зачатки новыхъ элементарныхъ тѣлъ, болѣе сложныхъ по составу своихъ *структурныхъ*

<sup>1)</sup> На половину пропавшаго въ Шлиссельбургской крѣпости, но возстановляемаго для печати.

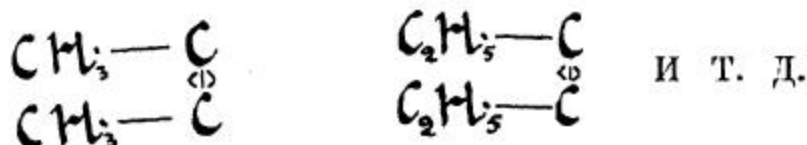
цтпей, чѣмъ минеральные элементы, находимые въ современной земной поверхности.

Но если аналогія между веществами, заключающимися въ обѣихъ періодическихъ системахъ, такъ глубока и совершенна, то почему бы намъ не искать у карбогидридовъ и всѣхъ остальныхъ видовъ соединений, которыя мы встрѣчаемъ у минеральныхъ элементовъ?

Мы знаемъ, на примѣръ, что минеральные элементы даютъ съ углеродомъ карбиды:



Значить, такіе же карбиды должны давать и карбогидриды. И дѣйствительно, мы находимъ ихъ въ ряду гомологовъ кротонилена:

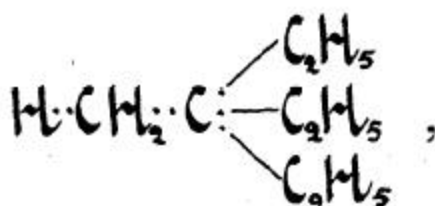


Кротонилень.  
Карбидъ метила.

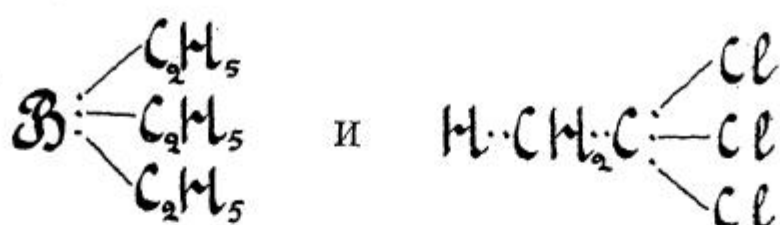
Гексоилень.  
Карбидъ этила.

Мы знаемъ, кромѣ того, что минеральные элементы соединяются между собой въ количествахъ, соответствующихъ ихъ валентности. Значить, такимъ же образомъ должны соединяться между собою и карбогидриды.

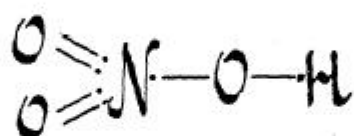
Аналогично, на примѣръ, трихлориду бора  $\text{B} : \begin{array}{l} \langle \text{Cl} \\ \langle \text{Cl} \\ \langle \text{Cl} \end{array}$  долженъ существовать триэтилидъ *ацетогена* (какъ мы назовемъ карбогидридъ уксусной кислоты  $\text{HCN}_2\text{C} :$  )



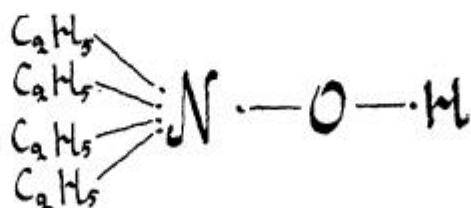
и аналогичныя съ ними и между собою соединенія:



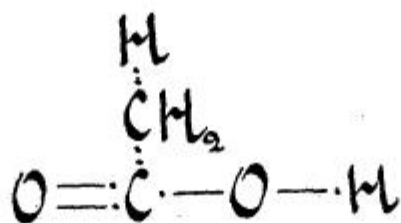
Точно такъ же могутъ и должны существовать химическіе комплексы, гдѣ часть единицъ сродства у многовалентнаго карбогидрида отчасти насыщена минеральными элементами, а отчасти другими карбогидридами. И дѣйствительно, если мы можемъ замѣстить, напримѣръ, въ азотной кислотѣ



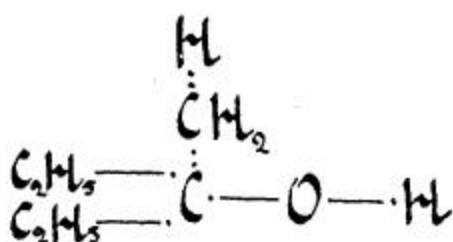
оба атома ангидриднаго кислорода парами алкиловъ и получить изъ нея такимъ способомъ спиртовой гидратъ тетраэтиль аммонія,



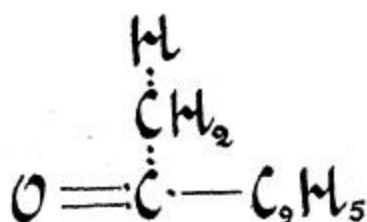
то почему бы, замѣстивъ ангидридный кислородъ уксусной кислоты тѣми же алкилами, не получить вмѣсто



спиртового же соединенія—діэтилидъ гидрата уксусной кислоты?



Почему бы, замѣстивъ въ той же самой уксусной кислотѣ ея гидроксилъ алкиломъ, не получить кетона,



подобно тому, какъ такой же «кетонъ» имѣемъ при замѣщеніи одного изъ гидроксильныхъ борной кислоты этиломъ:



Теперь читатель видитъ, что простое сопоставленіе обѣихъ періодическихъ системъ и свойствъ заключенныхъ въ нихъ химическихъ единицъ привело бы насъ къ неизбежности допустить существованіе вѣтвистыхъ углеводородовъ, которые должны быть разсматриваемы какъ взаимныя химическія соединенія элементарныхъ карбогидридовъ, вошедшихъ въ нашу періодическую систему. Очевидно, что, по своему химическому характеру, эти соединенія должны болѣе всего напоминать паевые сплавы различныхъ металловъ,

Таблица 12.

$\begin{array}{c} \text{Cu} \\ \text{As} : \diagup \\ \text{Cu} \\ \text{Cu} \end{array}$ <p>Мышьяковистая лгдь (трикупратъ мышьяка)</p>	<p>аналогично <math>\text{CH}_2 : \text{C}(\text{CH}_3)_3</math></p> <p>Триметилатъ акрилогена (карбонидра акриловой кисл.)</p>
$\begin{array}{c} \text{Cu} \\ \text{Al} : \diagup \\ \text{Cu} \\ \text{Cu} \end{array}$ <p>Алюминиевая Бронза</p>	<p>аналогично <math>\text{H} \cdot \text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)_3</math></p> <p>Триметилатъ ацетогена</p>
$\begin{array}{c} \text{Pb} \\ \text{Bi} : \diagup \\ \text{Sn} \\ \text{Bi} : \diagup \\ \text{Pb} \end{array}$ <p>Сплавъ Розе<sup>1)</sup></p>	<p>аналогично <math>\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{C} \text{---} \text{O} \\ \text{C} : \diagup \\ \text{C} \text{---} \text{O} \\ \text{C} : \diagup \\ \text{C} \text{---} \text{O} \\ \text{C} \end{array}</math></p> <p>Диоксид-метиленатъ ацетогена</p>
<p>и т. д. (x)</p>	<p>и т. д.</p>

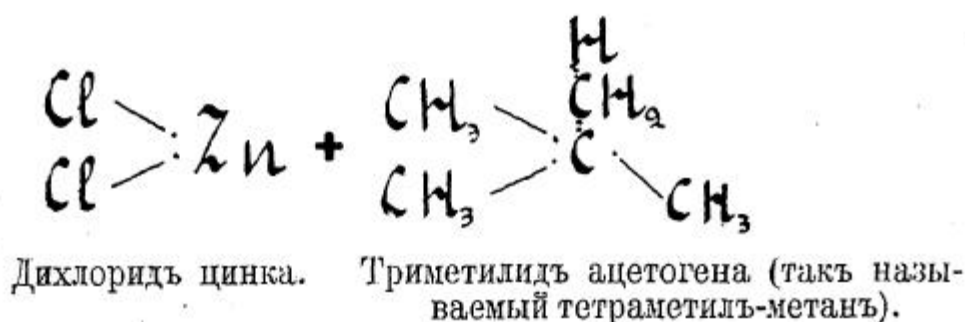
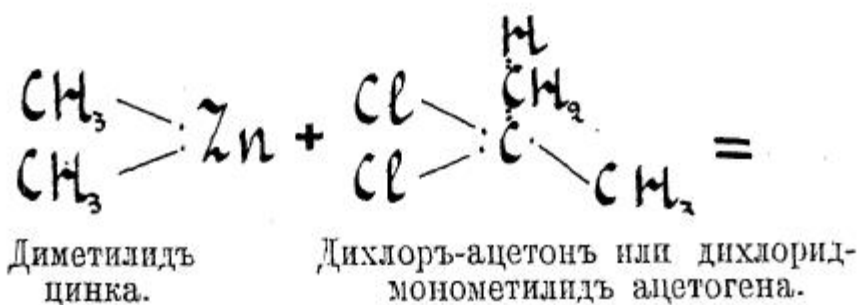
потому что среди карбогидридовъ мы не находимъ такихъ рѣзкихъ взаимныхъ антиномій, какъ среди минеральныхъ элементовъ, и ихъ соединенія не подвергаются электролизу при обычныхъ условіяхъ вслѣдствіе трудности ихъ іонизированія. Обычные способы электролиза, а также и окисленія, не разлагаютъ взаимныхъ соединеній карбогидридовъ на простые компоненты, не разрушивъ при этомъ, отчасти или цѣликомъ, хотя бы

<sup>1)</sup> Сплавамъ и вѣтвистымъ углеводородамъ посвящены особые отдѣлы „Строенія вещества“.

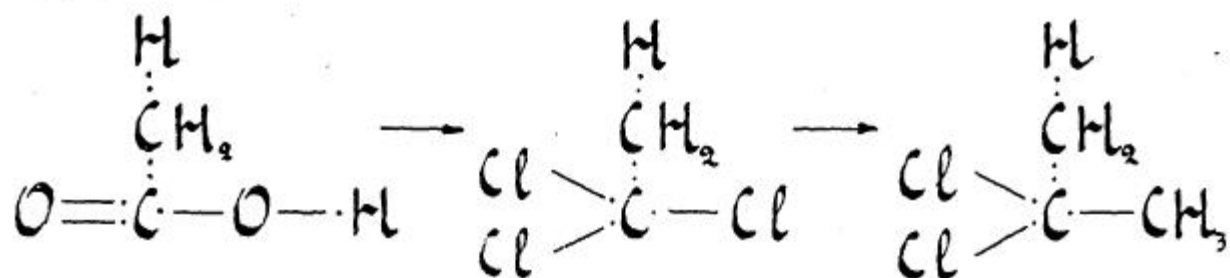
нѣкоторыхъ изъ нихъ или не синтезировавъ тѣхъ или другихъ членовъ въ новые карбогидриды, не входившіе въ первоначальный составъ сложнаго комплекса. Однако это еще не значитъ, что аналитическая химія карбогидридовъ, аналогичная той, которая существуетъ въ минеральной химіи, была бы невозможна въ химіи органической даже и при современныхъ условіяхъ температуры и давленія космической среды на земной поверхности. Совершенно наоборотъ. Если вѣтвистые углеводороды суть сложные соединенія нашихъ элементарныхъ карбогидридовъ, то должны существовать (и рано или поздно будутъ найдены) и средства для ихъ чистаго и правильнаго расчлененія и качественного анализа. До настоящаго же времени въ этомъ направленіи еще не было сдѣлано достаточно серьезныхъ и систематическихъ изысканій. Мы уже упоминали выше, что современное развитіе органической химіи, въ отличіе отъ химіи минеральной, направилось именно на превращеніе элементарныхъ карбогидридовъ одни въ другіе, на ихъ синтезъ изъ болѣе первоначальныхъ веществъ и на образованіе изъ нихъ сложныхъ изо-молекулярныхъ комплексовъ. Обратнымъ расчлененіемъ сложныхъ карбогидридныхъ соединеній на элементарные карбогидриды занимались несравненно менѣе и притомъ безо всякой системы, а потому понятнo, что въ этомъ направленіи мы имѣемъ только довольно большой рядъ отрывочныхъ фактовъ и указаній. Разсмотримъ, для примѣра, хотя бы два-три случая.

Прежде всего замѣтимъ, что самый методъ синтеза вѣтвистыхъ углеводородовъ изъ элементарныхъ карбогидридовъ путемъ *двойного* обмѣна ясно говоритъ въ пользу нашихъ взглядовъ. Возьмемъ, на примѣръ, реакцію дихлоръ-ацетона съ диметилидомъ цинка:





Мы уже знаемъ, что по нашей теоріи дихлоръ-ацетонъ есть не что иное, какъ уксусная кислота, въ которой гидроксилъ замѣщенъ метиломъ, а кислородъ—хлоромъ:

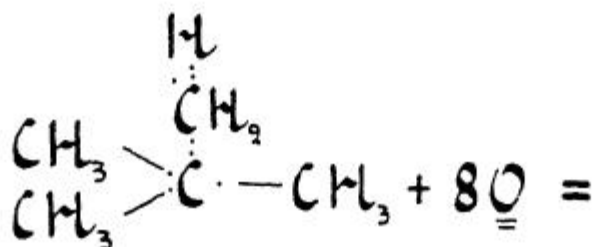


Теперь, введя въ это соединеніе, путемъ двойного обмѣна, еще два пая метила, мы, очевидно, должны получить соединеніе, настоящее имя котораго должно быть *триметилидъ ацетогена* (элементарнаго карбогидрида, дающаго уксусную кислоту), между тѣмъ какъ (совершенно неудачно) это соединеніе называется тетраметиль-метанъ.

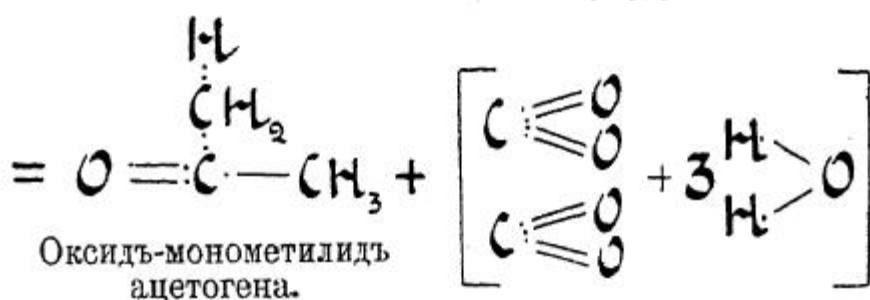
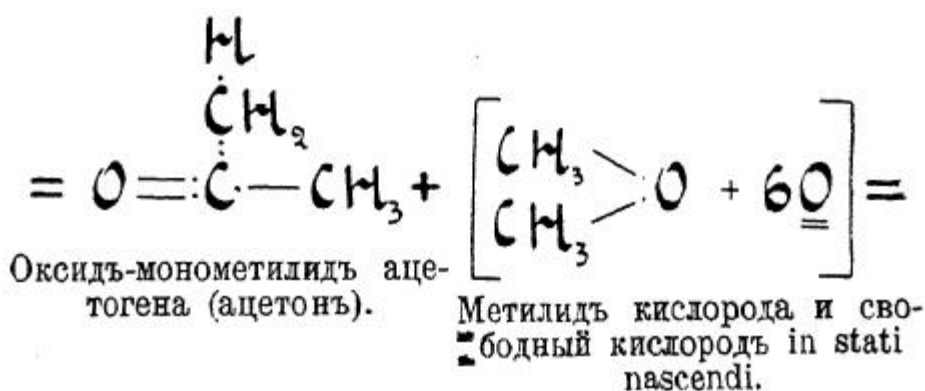
Если бы при нѣкоторыхъ условіяхъ предыдущая реакція могла пойти въ обратномъ направленіи, то мы могли бы отъ этого триметилида ацетогена снова перейти къ первоначальнымъ продуктамъ: диметилиду цинка и дихлоридъ-монометилиду ацетогена, а затѣмъ и къ уксусной кислотѣ. Но, къ сожалѣнію, еще не

найдено условий, благоприятствующихъ обратному теченію этой реакціи. Получить вновь изъ триметилида ацетогена оксидъ-монометиридъ (ацетонъ) и уксусную кислоту мы можемъ въ настоящее время только путемъ дѣйствія окислителей, при чемъ метиловыя группы обыкновенно нацѣло (или почти нацѣло) разрушаются:

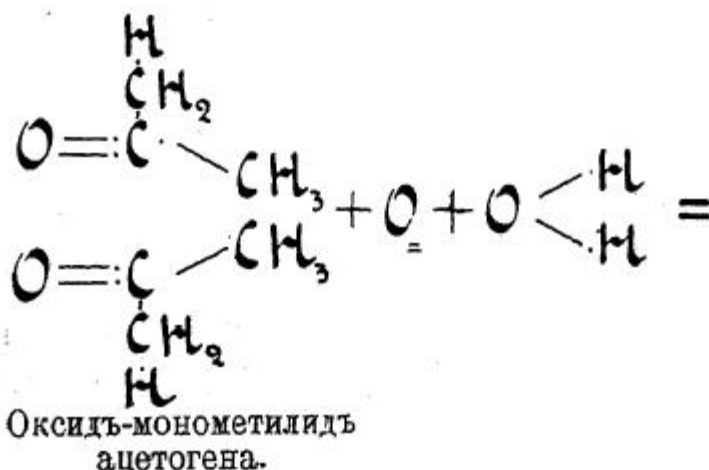
**1-й моментъ реакціи.**

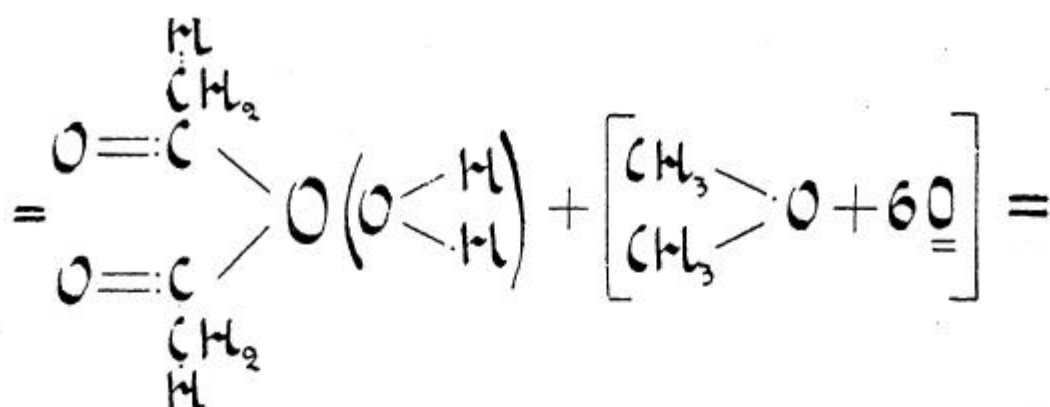


Триметиль ацетогена.



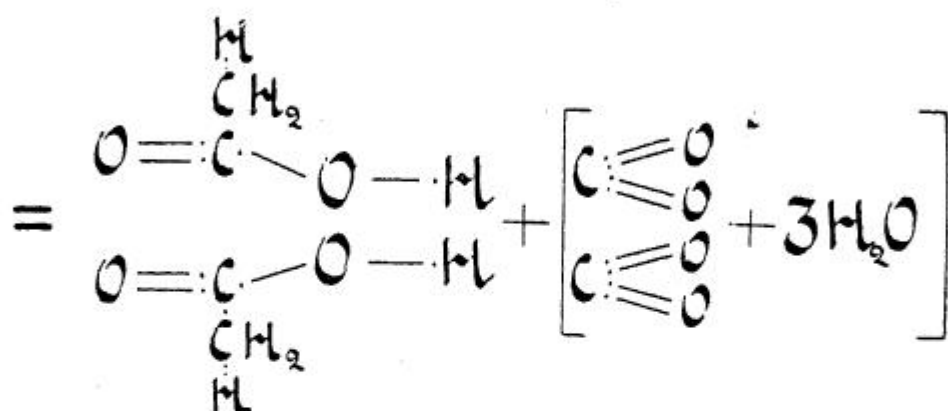
**2-й моментъ реакціи.**





Оксидъ ацетогена (уксусный ангидридъ) и вода.

Метилидъ кислорода и кислородъ in statu nascendi.

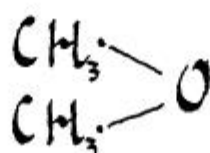


Двѣ молекулы уксусной кислоты.

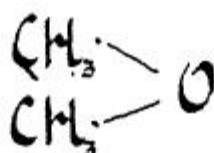
Читатель видитъ, что, хотя и съ разложеніемъ части элементарныхъ карбогидридовъ, но мы все-таки успѣли перевести обратно въ окись самый важный изъ всѣхъ компонентовъ ацетогеноваго триметилида — ацетогенъ, и этимъ доказали, что обычное названіе первоначальнаго комплекса *триметилъ-метаномъ* не соотвѣтствуетъ дѣйствительному соотношенію составляющихъ его единицъ.

И замѣчательно, что самая трудность (я не скажу *невозможность*) полученія всѣхъ трехъ паевъ метила изъ этого соединенія путемъ простаго окисленія является чрезвычайно характерной съ теоретической точки зрѣнія. Припомнимъ, что мы ввели ихъ сюда изъ цинкъ-метила (диметилида цинка), гдѣ они замѣщали галоиды, а слѣдовательно, являлись электроотрицательными компонентами, мало способными соединяться съ

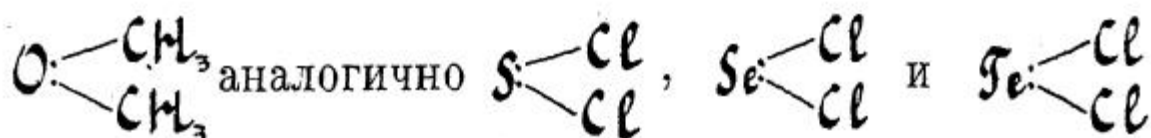
электроотрицательнымъ же кислородомъ. Значить, въ моментъ образованія молекулы:



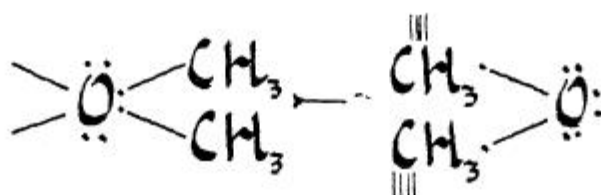
которую мы видимъ въ угловатыхъ скобкахъ предыдущихъ химическихъ равенствъ, она вовсе не была еще молекулой метиловаго оксида (или простого эфира),



гдѣ метиль электроположителенъ, а кислородъ электроотрицателенъ <sup>1)</sup>. Совершенно наоборотъ: это именно диметилидъ кислорода, аналогичный дихлоридамъ его аналоговъ сѣры, селена и теллура:



и, если бъ это соединеніе держалось прочно и было способно къ электролизу, то мы получили бы его кислородъ не на положительномъ, а на отрицательномъ электродѣ. Для того, чтобы диметилидъ кислорода превратился въ оксидъ метила,

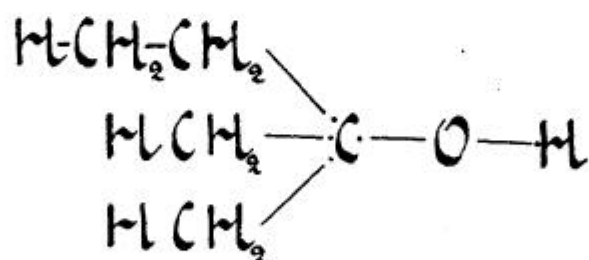


<sup>1)</sup> Читатель, вѣроятно, уже замѣтилъ, что точки при элементахъ или карбогибридахъ (напр.  $\text{CH}_3 \cdot - \text{Cl}$  или  $\text{K} \cdot - \text{Cl}$ ) обозначаютъ у насъ электроположительность данной химической единицы, т.-е. замѣняютъ (для удобства транскрипціи) знакъ +, а черты (—) замѣняютъ знакъ минусъ. При іонизированіи такой молекулы вмѣсто точки ставится въ формулахъ символъ положительнаго электрическаго заряда, а вмѣсто минуса символъ отрицательнаго.

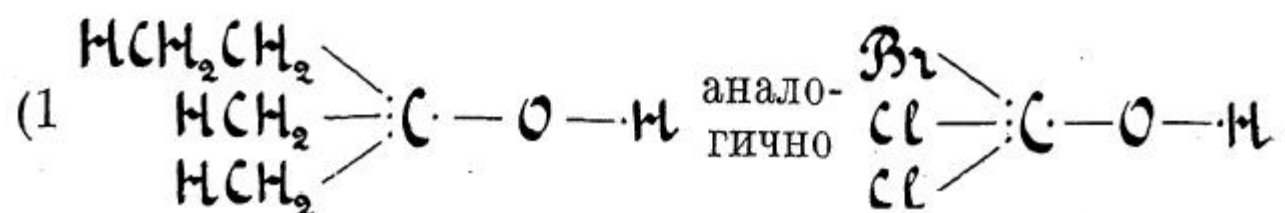
необходимо (какъ мы ясно покажемъ далѣе), чтобы въ первой молекулѣ произошелъ внутренній переворотъ, при которомъ связь между кислородомъ и метильными группами перешла бы съ электроположительныхъ (т.-е. принимающихъ въ свободномъ состояніи положительный зарядъ) пунктовъ сцѣпленія кислороднаго атома на его электроотрицательные пункты, а у углероднаго атома наоборотъ. Поэтому вполне естественно, что при дѣйствіи окислителей на трихлоридъ ацетогена эта неестественно сложившаяся структура его метиловыхъ радикаловъ разрушается еще раньше, чѣмъ успѣетъ принять болѣе прочную форму, наблюдаемую въ метиловомъ эфирѣ.

Точно такъ же методъ разложенія взаимныхъ соединенийъ элементарныхъ карбогидридовъ путемъ ихъ окисленія бросаетъ свѣтъ и на другой темный пунктъ.

Возьмемъ, на примѣръ, третичный амиловый спиртъ:

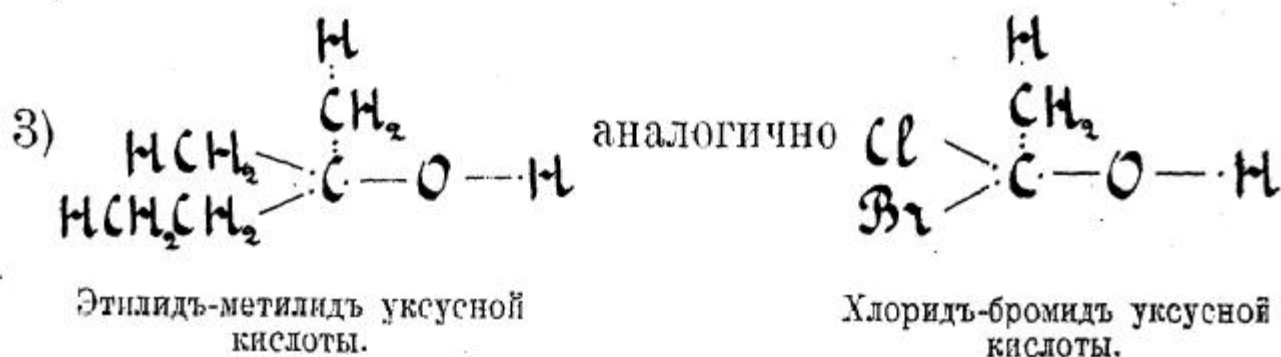
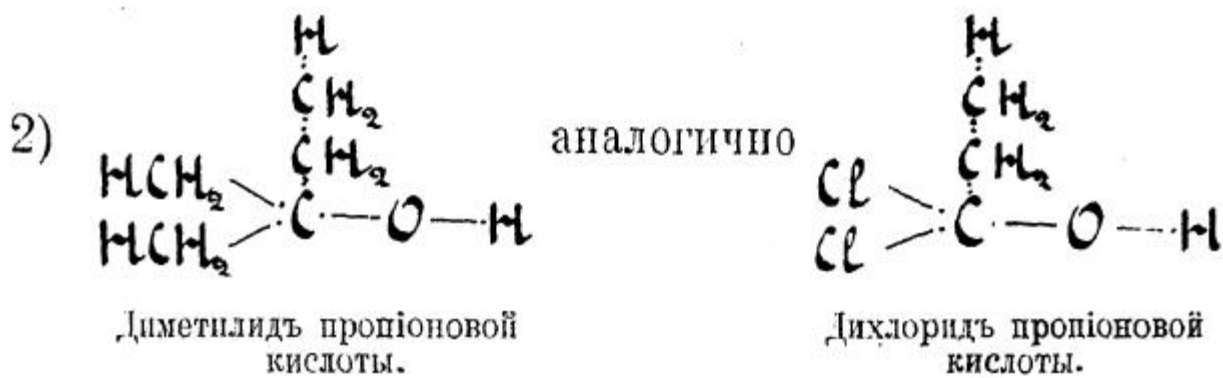


Очевидно, что это соединеніе можно разсматривать à priori троякимъ образомъ:

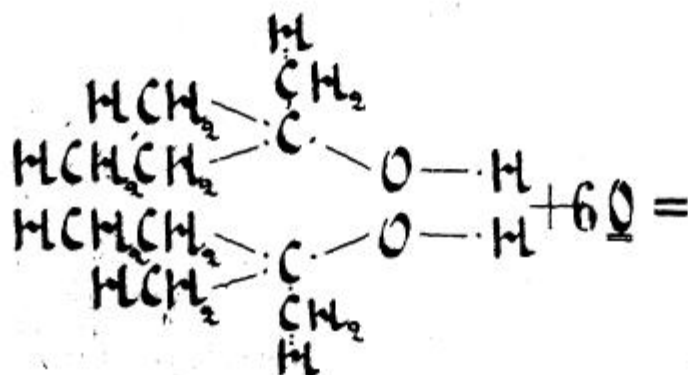


Этилидъ-диметилидъ угольной кислоты.

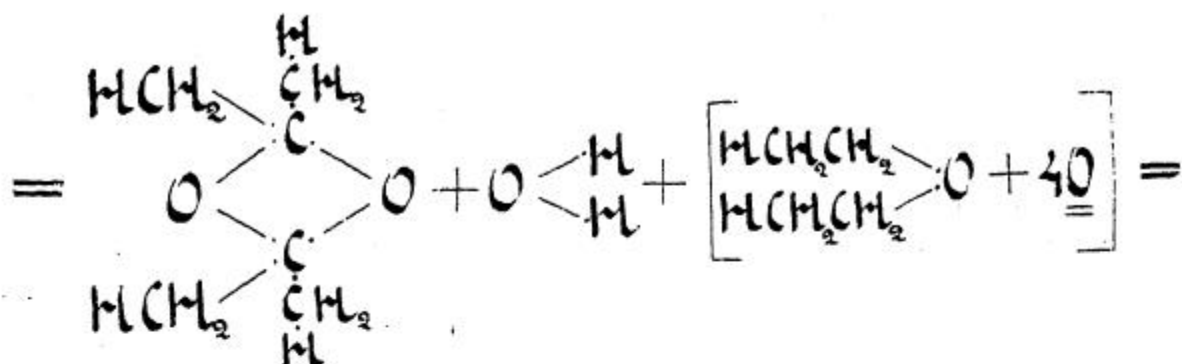
Бромидъ-дихлоридъ угольной кислоты (еще не открытъ).



Какому изъ этихъ различныхъ теоретическихъ представленийъ соотвѣтствуетъ дѣйствительное строеніе этого комплекса? Методъ разложенія окисленіемъ прямо показываетъ, что послѣднему изъ трехъ, потому что при этомъ получаются уксусная кислота и ацетонъ приблизительно по такой реакціи:

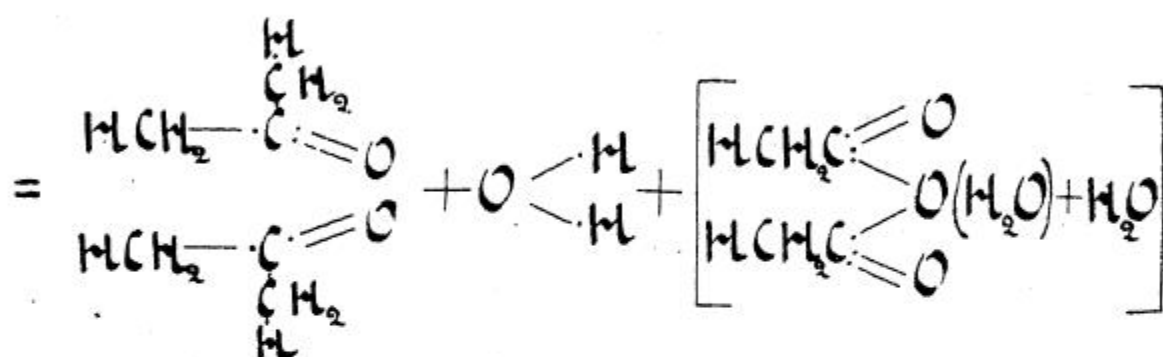


Двѣ молекулы метилдъ-этилдъ уксусной кислоты.



Двѣ молекулы ацетона (оксидь-метилидъ ацетогена).

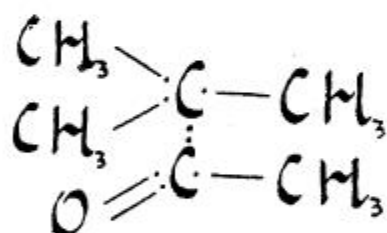
Діэтилидъ кислорода и кислородъ in statu nascendi.



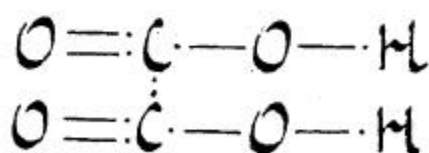
Двѣ молекулы ацетона (оксидь-метилидъ ацетогена).

Двѣ молекулы уксусной кислоты.

Возьмемъ еще такъ называемый пинаколинь:

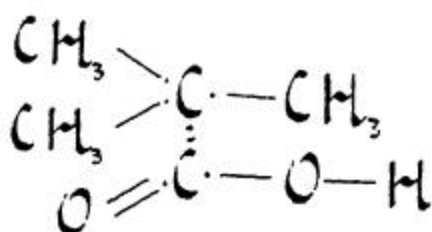


Уже при первомъ взглядѣ видно, что это должна быть щавелевая кислота



гдѣ оба гидроксила и одинъ атомъ кислорода замѣнены карбогидридами. По терминологіи, основанной на нашихъ представленіяхъ, это соединеніе должно называться тетраметиридъ-оксидъ оксалогена :C::C:, помѣщающагося въ шестивалентномъ типѣ нашей

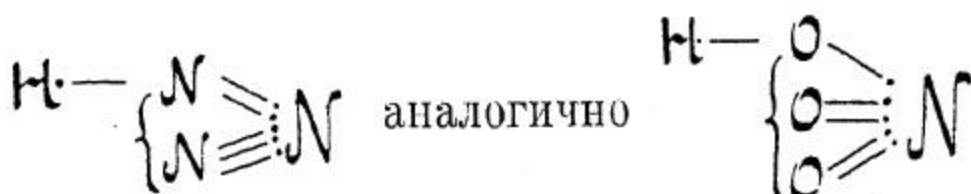
периодической системы и дающаго щавелевую кислоту (acid. oxalicum). И дѣйствительно, при окисленіи хромовой кислотой этотъ вѣтвистый кетонъ даетъ прежде всего триметилдѣ-оксидѣ-гидратъ оксалогена



неудачно названный триметиль-уксусной кислотой.

Такихъ примѣровъ, гдѣ вѣтвистыя углеводородныя цѣпи показываютъ ясные признаки взаимныхъ химическихъ соединеній элементарныхъ карбогидридовъ, мы могли бы привести очень много <sup>1)</sup>, если бы не боялись напрасно удлинить изложенія. А потому, ограничившись тремя предыдущими, переходимъ прямо къ разсмотрѣнію нѣкоторыхъ другихъ сторонъ того же предмета.

Если наши представленія правильны, то можно à priori ожидать, что, несмотря на свое алкилизированіе, многовалентные карбогидриды еще сохранили часть своихъ кислотныхъ свойствъ. Мы знаемъ, на примѣръ, азотисто-водородную кислоту  $\text{HN}_3$  <sup>2)</sup>, которая съ нашей точки зрѣнія есть нитрил-имидъ азота:



Азотисто-водородная к.

Азотная к.

Несмотря на замѣщеніе кислорода трехвалентнымъ (и реагирующимъ электроотрицательными пунктами

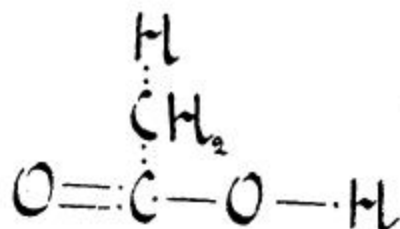
<sup>1)</sup> Они собраны въ третьемъ томѣ рукописей о „Стросніи вещества“.

<sup>2)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 30. II. 189.

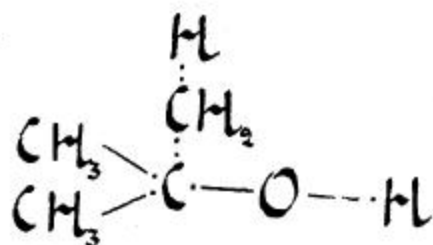


атомнаго сцѣпленія) азотомъ, въ этомъ соединеніи еще сохранилась часть кислотныхъ свойствъ азотной кислоты, и оно легко замѣщаетъ свой водородъ металлами.

Что же было бы удивительнаго, если бы такія же явленія обнаружались и у карбогидридовъ? Возьмемъ, на примѣръ, уксусную кислоту



такъ какъ она довольно легко замѣщаетъ (при дѣйстви веществъ отнимающихъ воду) свой мѣновой водородъ алкилами, образуя солеобразные эстеры, то почему бы не сохранились части этихъ свойствъ и у ея диметилида?

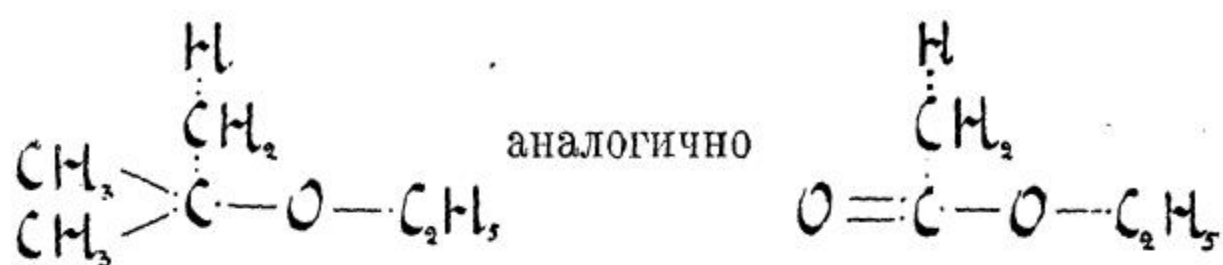


И дѣйствительно, изслѣдованія Н. А. Меншуткина и его учениковъ <sup>1)</sup> замѣчательнымъ образомъ подтвердили это наше предположеніе. Если взять паевую смѣсь нормальнаго спирта и «третичнаго карбинола», какъ неправильно называютъ діалкилиды жирныхъ кислотъ, то прибавленіе даже малаго количества сѣрной кислоты для фиксированія воды, выдѣляемой при реакціи (1 куб. см. на 50 куб. см. смѣси), уже вызываетъ образованіе эстера, т.-е. сложнаго ээира. Такимъ образомъ В. Мамонтовымъ <sup>2)</sup> получены: 1) этиловый

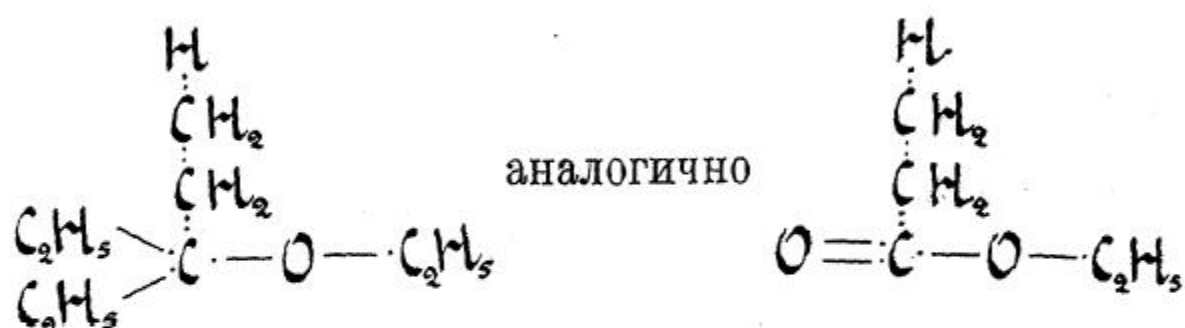
<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 29. I. 208, 230 и др.

<sup>2)</sup> „Журналь Ф.-Х. Общ.“ 29. 208, 230.

эстеръ диметилида уксусной кислоты:



2) Этиловый эстеръ діэтилида пропіоновой кислоты:

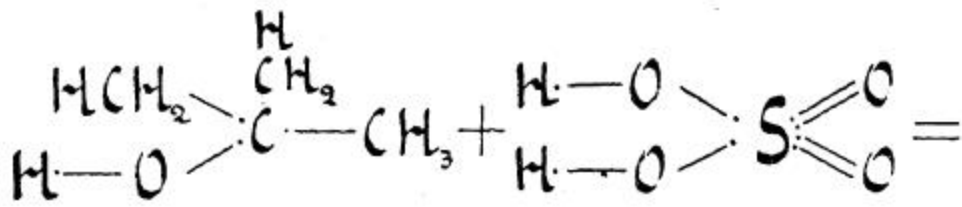


и цѣлый рядъ другихъ, которыхъ мы не приводимъ.

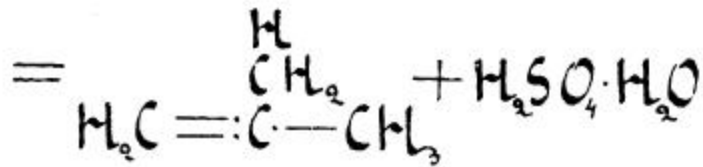
Какъ и слѣдовало ожидать, реакція при этихъ условіяхъ идетъ исключительно въ томъ случаѣ, если первичный спиртъ реагируетъ съ «третичнымъ карбиноломъ», если же оба «спирта» первичные или «третичные», то никакого соединенія не происходитъ. Причины здѣсь тѣ же самыя, по которымъ и въ минеральной химіи основанія соединяются легко только съ кислотами, а не съ другими основаніями, и кислоты трудно соединяются съ другими кислотами.

Реакція эта, какъ мы уже сказали, происходитъ при ничтожномъ прибавленіи сѣрной кислоты. Если же ея прибавить болѣе, то произойдетъ новое явленіе, не менѣе интересное съ теоретической точки зрѣнія.

Изъ *диметилида жирной кислоты* выдѣляется пай воды и происходитъ алкилидъ-алкиленидъ ея жирнаго карбогидрида

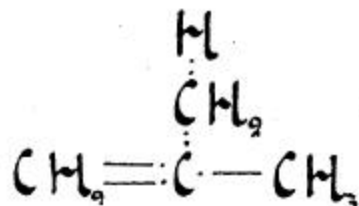


Диметилъидъ уксусной кислоты.



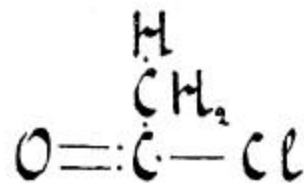
Метилъидъ-метиленидъ ацетогена.

Присматриваясь къ послѣднему соединенію, мы видимъ, что это не что иное, какъ хлорангидридъ уксусной кислоты, въ которомъ кислородъ замѣщенъ метиленомъ, а хлоръ—метиломъ:



Метилъидъ-метиленидъ ацетогена.

аналогиченъ



Хлоръ-ангидридъ уксусной кислоты.

Этотъ послѣдній примѣръ показываетъ намъ, что не только вѣтвистые гидрокарбоны, но даже и простые, но заключающіе въ себѣ двойную или тройную связь, можно въ нѣкоторыхъ случаяхъ разсматривать какъ сложные соединенія элементарныхъ карбогидридовъ. Въ самомъ дѣлѣ, замѣстивъ въ оксидѣ этилидена  $\text{CH}_3\text{CH}::\text{O}$  кислородъ метиленомъ, получимъ метиленидъ этилидена  $\text{CH}_3\text{CH}::\text{CH}_2$ , а, замѣстивъ въ нитрилѣ уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{C}::\text{N}$  азотъ равновалентнымъ карбогидридомъ  $\text{CH}\equiv$ , получимъ соединеніе  $\text{CH}_3\text{C}::\text{CH}$ , называемое аллиленомъ.

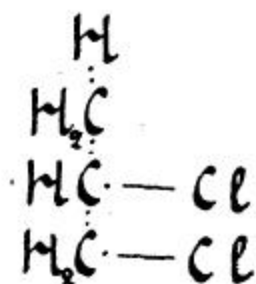
Такимъ же образомъ симметричныя молекулы съ многократными связями въ родѣ  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  или

$\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$  можемъ прямо считать за молекулы карбогидридовъ, построенныя аналогично  $\text{O}=\text{O}$  или  $\text{N}\equiv\text{N}$ .

Наше предыдущее утверждение (стр. 18 и 19), что случаи передвиженія водорода по цѣпи карбогидрида, т.-е. агрегаты въ родѣ  $\text{H}_3\text{C}\cdot\text{CH}:$  и  $\text{H}_2\text{C}::\text{CH}_2$ , можно считать за простой переходъ того же самаго карбогидрида въ новое аллотропическое состоянiе, не находится въ противорѣчii съ этимъ послѣднимъ допущенiемъ. Не только на сложныя углеводородныя соединенiя, но даже и на элементарныя карбогидриды нашей перiодической системы нельзя смотрѣть какъ на химическiе индивиды, уже вполне установившiеся при современныхъ космическихъ условiяхъ.

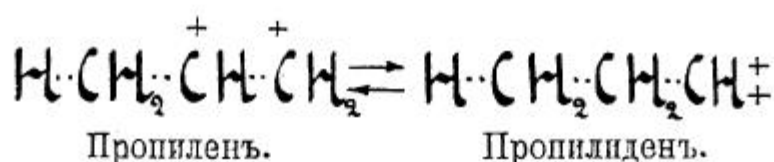
Совершенно наоборотъ: это новыя химическiя единицы въ перiодѣ ихъ образованiя, когда самыя ничтожныя перемѣны въ окружающихъ условiяхъ могутъ превратить комплексъ, дѣйствующiй какъ соединенiе двухъ карбогидридовъ, въ соединенiе, реагирующее какъ одинъ болѣе тяжелый карбогидридъ. Изъ химii мы знаемъ, напримѣръ, что «двойной связи» у алифатическихъ углеводородовъ соотвѣтствуетъ часто болѣе широкiй промежутокъ между заключающими ее атомами углерода, а потому и комплексъ въ родѣ  $\text{H}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}::\text{CH}_2$  мы имѣемъ право считать за метиленидъ этилидена.

Но попробуемъ разомкнуть «двойную связь» введенiемъ галоида. Получимъ галоидное соединенiе



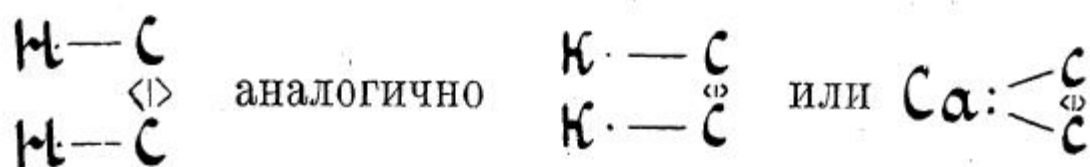
гдѣ съ исчезновеніемъ двойной связи исчезло и исключительное раздвиженіе двухъ послѣднихъ атомовъ углерода: всѣ промежутки между звеньями сравнялись, и оба обособленные карбогидрида слились въ одинъ.

Значитъ, если бы мы могли снова отнять галоидъ безъ образованія «двойной связи», то получили бы только аллотропическую форму, способную путемъ перемѣщенія водорода сейчасъ же перейти въ пропиленъ и обратно:



При образованіи же «двойной связи», съ значительнымъ раздвиженіемъ соединяемыхъ ею атомовъ углерода, водородъ теряетъ способность перескакивать черезъ этотъ промежутокъ, и такимъ образомъ предыдущій единичный карбогидридъ оказывается разъединившимся на два <sup>1)</sup>).

Точно такъ же и относительно ацетилена. При обычныхъ для насъ космическихъ условіяхъ это вовсе не элементарный карбогидридъ, а карбидъ водорода



Карбидъ водорода.

Карбидъ калия.

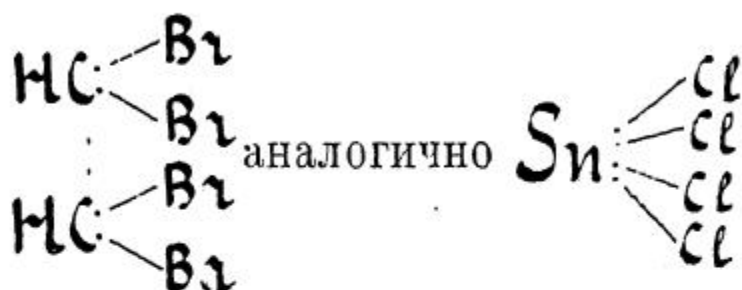
Карбидъ кальція.

Водородъ здѣсь не только замѣщаемъ металлами и нацѣло и по частямъ, но, какъ это обнаружено опытами Н. Jones'a и Ch. Allen'a («Amer. Chem. Jour.» 18. 357 <sup>2)</sup>) еще и ионизируется въ значительной сте-

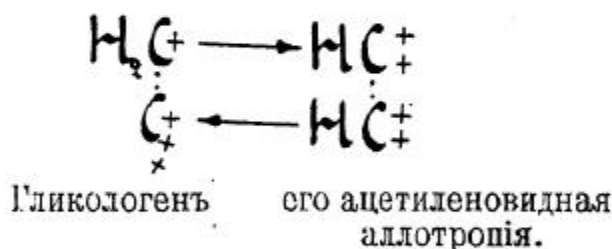
<sup>1)</sup> Въ моемъ рукописномъ изслѣдованіи „Строеніе вещества“ этимъ метаморфозамъ посвященъ особый отдѣлъ.

<sup>2)</sup> Цитирую по реферату въ „Chem. News“.

пени въ водныхъ растворахъ, при чемъ диссоціація на  $H^+$  и  $-C_2^-$  возрастаетъ съ разбавленіемъ, подобно тому, какъ это бываетъ у солей. А между тѣмъ та же комбинація водорода съ углеродомъ въ тетрабром-ацетиленѣ



является уже настоящимъ элементарнымъ карбогидридомъ того же четырехвалентнаго типа, какъ и олово. При нашемъ допущеніи подвижности водорода въ ненасыщенной и незамкнутой двойными связями углеродной цѣпи это будетъ лишь простое аллотропическое видоизмѣненіе гликологена, дающаго гликолевую кислоту



## ГЛАВА V.

### Періодическая система циклическихъ карбогидридовъ.

Переходя къ отдѣлу циклическихъ соединений, мы прежде всего должны отмѣтить тотъ фактъ, что ихъ замкнутыя ядра никакъ нельзя свести на взаимныя соединенія нѣсколькихъ предыдущихъ алифатическихъ углеводородовъ. Циклическіе гидрокарбоны—это такія же элементарныя единицы органической химіи, какъ

и нормальные алифатическіе, и точно такъ же уклады-  
ваются въ періодическую систему. Ихъ предѣльный  
безвалентный *типъ 0-й* точно такъ же встрѣчается въ  
природѣ въ большомъ количествѣ, особенно въ кав-  
казской нефти Апшеронскаго полуострова <sup>1)</sup>. Въ на-  
стоящее время изъ нихъ изслѣдованы болѣе или ме-  
нѣе обстоятельно слѣдующіе:

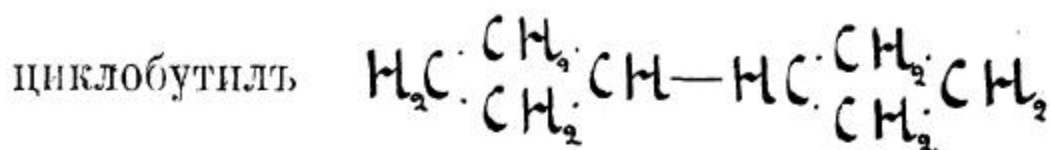
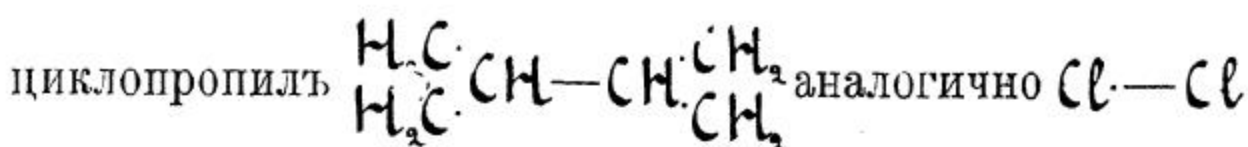
Т а б л и ц а 13.

Названія.	Молекулярная вѣсъ.	Строеніе.	Темп. кип.
Циклопропанъ <sup>1)</sup> .	42 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	Газъ.
Циклобутанъ . . . . .	56 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	+25??
Циклопентанъ . . . . .	70 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	+49°—51°
Циклогексанъ . . . . .	84 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	+80°—22°
Циклогептанъ . . . . .	98 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	+100°—102°
Циклооктанъ . . . . .	112 . . . . .	$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \end{matrix}$ . . . . .	+120°—125°

Отнимая отъ этихъ циклическихъ карбогидридовъ  
по одному атому водорода, получаемъ параллельный  
рядъ одновалентныхъ карбогидридовъ, молекулярная вѣсъ  
которыхъ соотвѣтственно на единицу меньше предыду-  
щихъ. Это будетъ группа 1-я періодической системы  
циклическихъ карбогидридовъ, соотвѣтствующая гало-  
идамъ періодической системы минеральныхъ элемен-  
товъ, или, когда они реагируютъ какъ электроположи-  
тельные компоненты, — щелочнымъ металламъ. Какъ  
и послѣдніе, они соединяются по два радикала въ  
одну молекулу

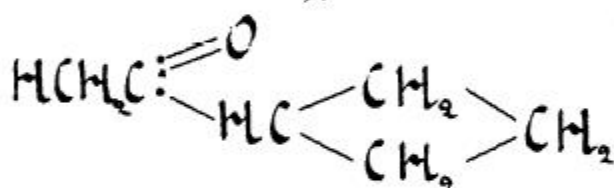
<sup>1)</sup> В. Марковниковъ. „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 30. 59.

<sup>2)</sup> С. М. Танатаръ. Ch. News. 81. 192 и „Ж. Ф.-Х. Общ.“

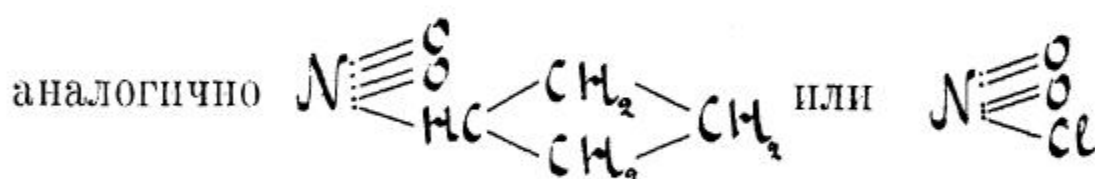


аналогично  $\text{Vx} - \text{Vx}$  и т. д.

Въ такомъ видѣ нѣкоторые изъ нихъ тоже встрѣчаются въ нефти Апшеронскаго полуострова, какъ это указано проф. В. В. Марковниковымъ <sup>1)</sup> въ его изслѣдованіи нефтяныхъ углеводородовъ. Чаше же всего они получаютъ въ соединеніи съ органическими или минеральными кислотами <sup>2)</sup>;



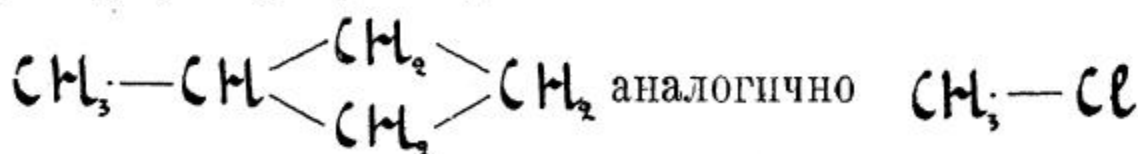
Циклобутиль-ангидридъ уксусной кислоты.



Циклобутиль-ангидридъ азотной к.

Хлоръ-ангидридъ азотной к.

или съ алифатическими карбогидами, каковъ, на-примѣръ, тетрабутильдъ метила



Тетрабутильдъ метила.

Хлоридъ метила.

или  $\text{K} - \text{Cv}$

Хлоридъ калия.

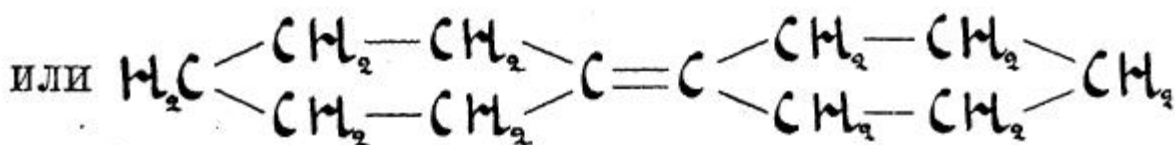
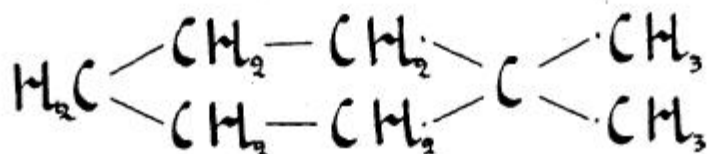
<sup>1)</sup> Ж. Ф.-Х. Общ. 30. 59.

<sup>2)</sup> V. Meyer und P. Jacobson. Lehrb. d. Org. Chemie. I. 23 (1893 г.).



Изъ этихъ немногихъ примѣровъ читатель уже видитъ, что на всѣ циклическія соединенія съ боковыми вѣтвями мы имѣемъ право смотрѣть какъ на опредѣленные соединенія циклическихъ карбогидридовъ съ алифатическими.

Продолжая такимъ же образомъ отнимать отъ предѣльныхъ циклическихъ карбогидридовъ все новые и новые атомы водорода, мы получимъ колонки двухвалентныхъ, трехвалентныхъ и такъ далѣе циклическихъ карбогидридовъ, которые, дѣйствительно, и извѣстны какъ въ соединеніяхъ съ минеральными элементами (главнымъ образомъ, съ кислотными остатками), такъ и съ другими карбогидридами.



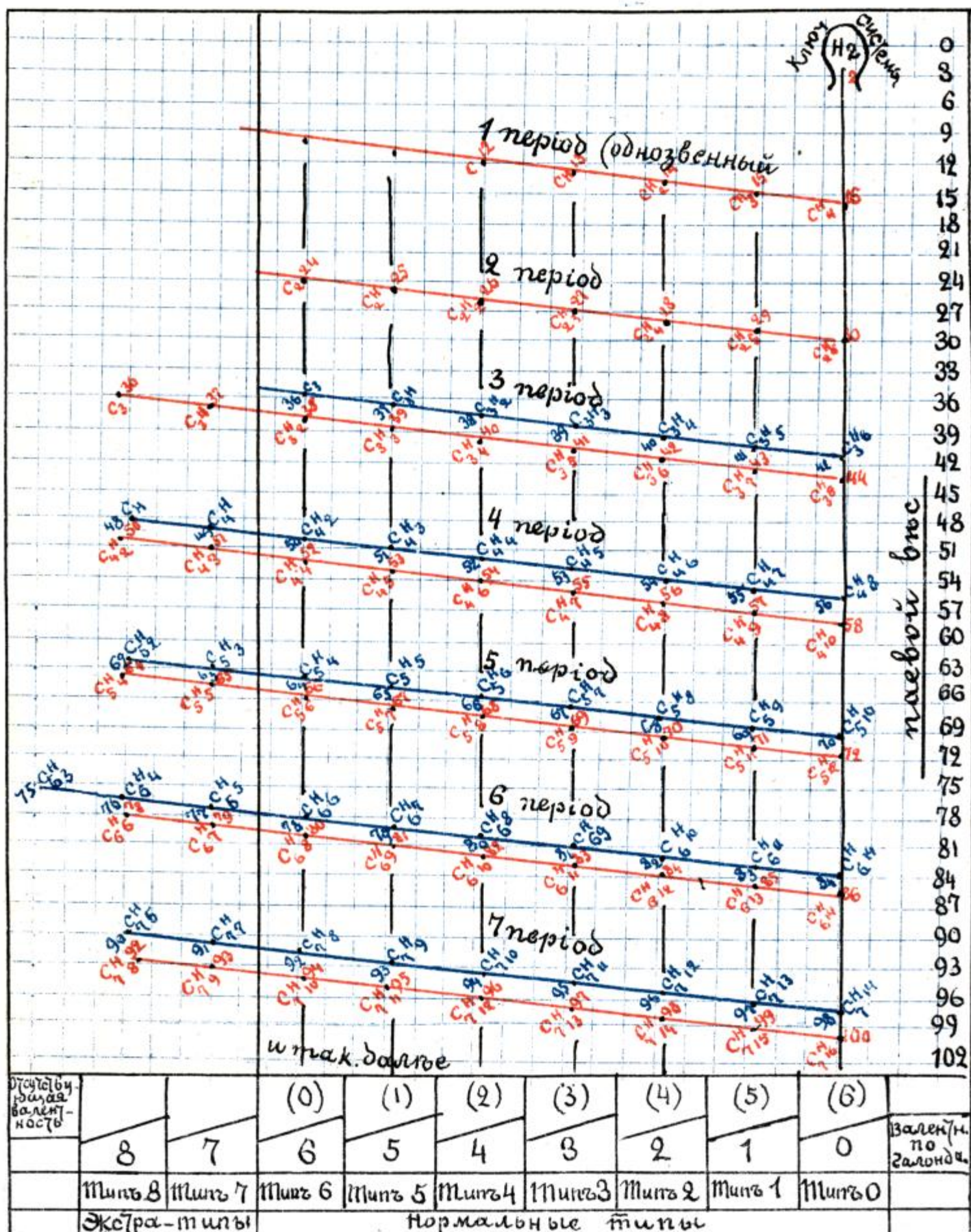
и т. д. и т. д.

А допустивъ и въ нихъ извѣстную передвижимость атомовъ водорода по звеньямъ ненасыщенной цѣпи, на что существуютъ многочисленныя указанія въ орга-

Таблица 14.

Общая периодическая система карбогидридовъ.

Красныя формулы обозначаютъ нормальные алифатическіе карбогидриды. Красныя цифры — ихъ лѣвой вѣсь. Синія формулы и цифры — тоже самое для циклическихъ карбогидридовъ.



Цифры въ скобкахъ, показывающія „отсутствующую валентность“, обозначаютъ здѣсь просто число остаточныхъ атомовъ водорода на крайнихъ звеньяхъ структурныхъ цѣпей у алифатическихъ карбогидридовъ, а слѣдовательно и валентность, которую они получили бы, еслибъ этотъ водородъ обнаружилъ при какихъ либо условіяхъ избыточную единицу сродства.

нической химіи <sup>1)</sup>, мы придемъ къ заключенію, что и циклическіе карбогидриды многовалентныхъ типовъ могутъ существовать въ различныхъ аллотропическихъ состояніяхъ, переходящихъ одно въ другое, пока циклическая цѣпь не насыщена посторонними радикалами или не замкнута двойными связями.

Соединивъ всѣ эти химическія единицы вмѣстѣ по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса, мы получаемъ въ результатѣ новую періодическую систему.

Мы видимъ, что эта вторая система оказывается совершенно аналогична предыдущей, а соединивъ обѣ вмѣстѣ, находимъ *общую систему элементарныхъ карбогидридовъ* (см. таблицу 14). Первые двѣ строки этой періодической системы, содержащія представителей, не способныхъ къ циклизированію, остаются, какъ онѣ были, одиночными, а всѣ остальные строки раздвоились на пары, въ которыхъ циклическіе карбогидриды всегда на двѣ вѣсовыя единицы менѣе соответствующихъ алифатическихъ. Ихъ взаимныя соединенія между собою и съ посторонними минеральными элементами (галоидами, гомологами кислорода и азота, металлами и кислотными остатками), а также ихъ аллотропическія видоизмѣненія, охватываютъ цѣликомъ всю органическую химію и исчерпываютъ все ея содержаніе.

---

<sup>1)</sup> См., напр., Ж. Ф.-Х. Общ. 29. 302 (Объ изомеризаціи дигидрокарвона въ карвенонъ) и др. хим. журналы.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

# АРХЕОГЕЛИДЫ

и

СИСТЕМЫ НАДЗВЪЗДНЫХЪ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

## ГЛАВА I.

### Принципы, на которыхъ построена періодическая система минеральныхъ элементовъ, составляющихъ современную поверхность земного шара.

Оставимъ на время химию и удалимся въ область физической космографіи. Еще старинные астрономы, наблюдая планету Марсъ, замѣтили на ней физическія явленія, по внѣшности сходныя съ земными. Какъ и у насъ, на землѣ, на Марсѣ замѣтны и моря, и континенты, и, несмотря на его сравнительно безоблачную атмосферу или на прозрачность для нашего глаза его облаковъ, и на немъ существуетъ поочередная смѣна временъ года, сопровождаемая осажденіемъ и таяніемъ какого-то огромнаго снѣгообразнаго покрова. Хотя рѣдко, но на немъ были замѣчаемы и бури и дожди, и, какова бы ни была природа его каналовъ, по нимъ, несомнѣнно, протекаетъ какая-то влага, потому что если бъ это были простыя трещины, то въ нихъ и утекла бы уже давно вся жидкость, происходящая отъ ежегодныхъ таяній снѣгоподобнаго покрова Марса, а если это полосы растительности, то и онѣ требуютъ орошенія.

Значить физическій міръ Марса по общимъ космическимъ явленіямъ аналогиченъ земному, а однако все, что мы знаемъ о низкой температурѣ этой планеты, примѣрно отъ  $-80^{\circ}$  до  $-100^{\circ}\text{C}$ ., заставляетъ насъ

прийти къ заключенію, что моря его состоятъ не изъ воды, которая тамъ уже давно превратилась бы въ такую же твердую горную породу, какъ, напримѣръ, у насъ кварцъ, а изъ какого-то другого жидкаго вещества.

Изъ чего состоитъ современный океанъ Марса—мы не знаемъ. Нѣкоторые астрономы думаютъ, что изъ жидкаго угольнаго ангидрида, однако и на это нѣтъ положительныхъ указаній. Конечно, нѣтъ ничего невѣроятнаго, что, при очень низкихъ температурахъ и при посредствѣ какихъ-либо новыхъ каталитически дѣйствующихъ факторовъ, вода можетъ постепенно вытѣснить и на землѣ весь угольный ангидридъ изъ ея известняковыхъ и другихъ горныхъ породъ, содержащихъ это вещество, хотя при современной температурѣ, около  $290^{\circ}$  абсол. скалы, этого и не происходитъ. Примѣровъ подобнаго «обратнаго направленія» химическихъ реакцій при переменныхъ температуры не мало въ минеральной химіи: даже очень слабыя жидкія кислоты при обычныхъ температурахъ вытѣсняютъ изъ солей борный ангидридъ, хотя при высокихъ температурахъ реакція направляется совершенно въ противоположномъ направленіи. Въ такомъ случаѣ и на землѣ при очень низкихъ температурахъ могутъ образоваться цѣлыя моря жидкаго угольнаго ангидрида. Если же океанъ Марса состоитъ изъ новыхъ веществъ, съ очень малымъ молекулярнымъ вѣсомъ, которыя по выводамъ современной кинетической теоріи газовъ способны осѣсть изъ междузвѣзднаго пространства только на планету съ очень низкой температурой, то это же самое должно будетъ нѣкогда случиться и съ землей.

Предадимся же на минуту фантазіи, будто земной шаръ уже охладился до очень низкой температуры,

и на покрывающихъ его *ледяныхъ сланцахъ* волнуется такой же *новый* океанъ, какъ теперь на нашемъ міровомъ сосѣдѣ или на дальнѣйшихъ свѣтилахъ солнечной системы. Тогда почти вся та система карбогидридовъ, о которой мы говорили выше, окажется вмержшей въ горныя породы въ современныхъ и будущихъ нефтяныхъ мѣсторожденіяхъ. Въ видѣ примѣсей къ будущей атмосферѣ земли окажутся только первые изъ предѣльныхъ карбогидридовъ—метанъ и этанъ (которые будутъ играть въ ней роль аргона и неона), и нѣкоторые изъ валентныхъ карбогидридовъ: этиленъ, ацетиленъ и т. д., которые будутъ сходны съ современнымъ азотомъ, а можетъ-быть, и съ кислородомъ. Всѣ остальные, болѣе тяжелые карбогидриды нашей періодической системы пришлось бы добывать тогда руднымъ путемъ изъ земной коры, какъ въ чистомъ видѣ, такъ и въ видѣ взаимныхъ сплавовъ и соединеній между собой и съ минеральными элементами подобно тому, какъ мы теперь добываемъ металлы и металлоиды. Они окажутся рудами будущей земной поверхности.

Допустимъ еще на минуту, что подобно «сложному щелочному металлу» аммонію  $\text{NH}_3$ , не способному существовать въ свободномъ видѣ безъ разложенія при современныхъ космическихъ условіяхъ, но, повидимому, существующему <sup>1)</sup> при достаточно низкихъ температурахъ въ видѣ довольно прочнаго самостоятельнаго цѣлага,—всѣ нечетновалентные карбогидриды нашей періодической системы тоже перестали синтезироваться при очень низкихъ температурахъ при выходѣ изъ своихъ соединеній въ новыя единицы или разлагаться на подчиненныя, какъ это происходитъ съ ними теперь. Тогда воображаемый естествоиспытатель будущей

<sup>1)</sup> По Вейлю, см. Д. Менделѣевъ: „Осн. хим.“, 4-е изд., 299.

эры земной жизни, изслѣдовавъ всѣ эти новые химическіе элементы, сумѣлъ бы расположить ихъ въ ту самую періодическую систему (табл. 14, стр. 67), которую мы представили въ концѣ первой части нашего изслѣдованія. Но легкость этой классификаціи зависѣла бы въ сильной степени отъ того, удалось ли бы ему съ самаго же начала хорошо очистить и изолировать всѣ эти вещества, вѣрно опредѣлить ихъ паевую вѣсъ и валентность, и, что всего важнѣе, различить, что, начиная съ третьей строки, тутъ на самомъ дѣлѣ наложены другъ на друга цѣлыхъ двѣ системы: алифатическая и циклическая.

Если бы въ его рукахъ были налицо всѣ представители каждой системы, то это обнаружилось бы само собой. Но предположимъ, что, находясь въ земной корѣ цѣлые милліоны лѣтъ, карбогидридные цѣпи успѣли метамеризироваться въ свои наиболѣе стойкія формы. Далѣе мы покажемъ обстоятельными стереохимическими соображеніями, что самая стойкая метамерія для *нечетнозвенныхъ* періодовъ (начиная съ 3-го) будетъ циклическая, а для *четнозвенныхъ*—разомкнутая алифатическая. Теперь же примемъ это лишь въ видѣ простого предположенія, ни къ чему насъ не обязывающаго, и посмотримъ, что изъ этого выйдетъ.

Если бы такое метамеризированіе дѣйствительно совершилось, тогда во всѣхъ *четныхъ* періодахъ *общей* (табл. 15, вариантъ I) системы карбогидридовъ остались бы только одни алифатическіе представители, а въ *нечетныхъ*, наоборотъ, оказались бы нециклизованными только представители предѣльнаго типа 0-го и одновалентнаго типа 1-го, совершенно неспособные циклизироваться за неимѣніемъ пары необходимыхъ для этого свободныхъ единицъ сродства, но все-таки



Таблица 15.

Две периодических системы химических радикалов, находящихся на современной земной поверхности (гидрокарбонаты и псевдоэлементы).

A. — Три варианта периодической системы гидрокарбонатов.

B. — Периодическая система псевдоэлементов.

I — Периодическая система современных органических радикалов — карбогидридов. Красные — алифатические, синие — циклические радикалы.

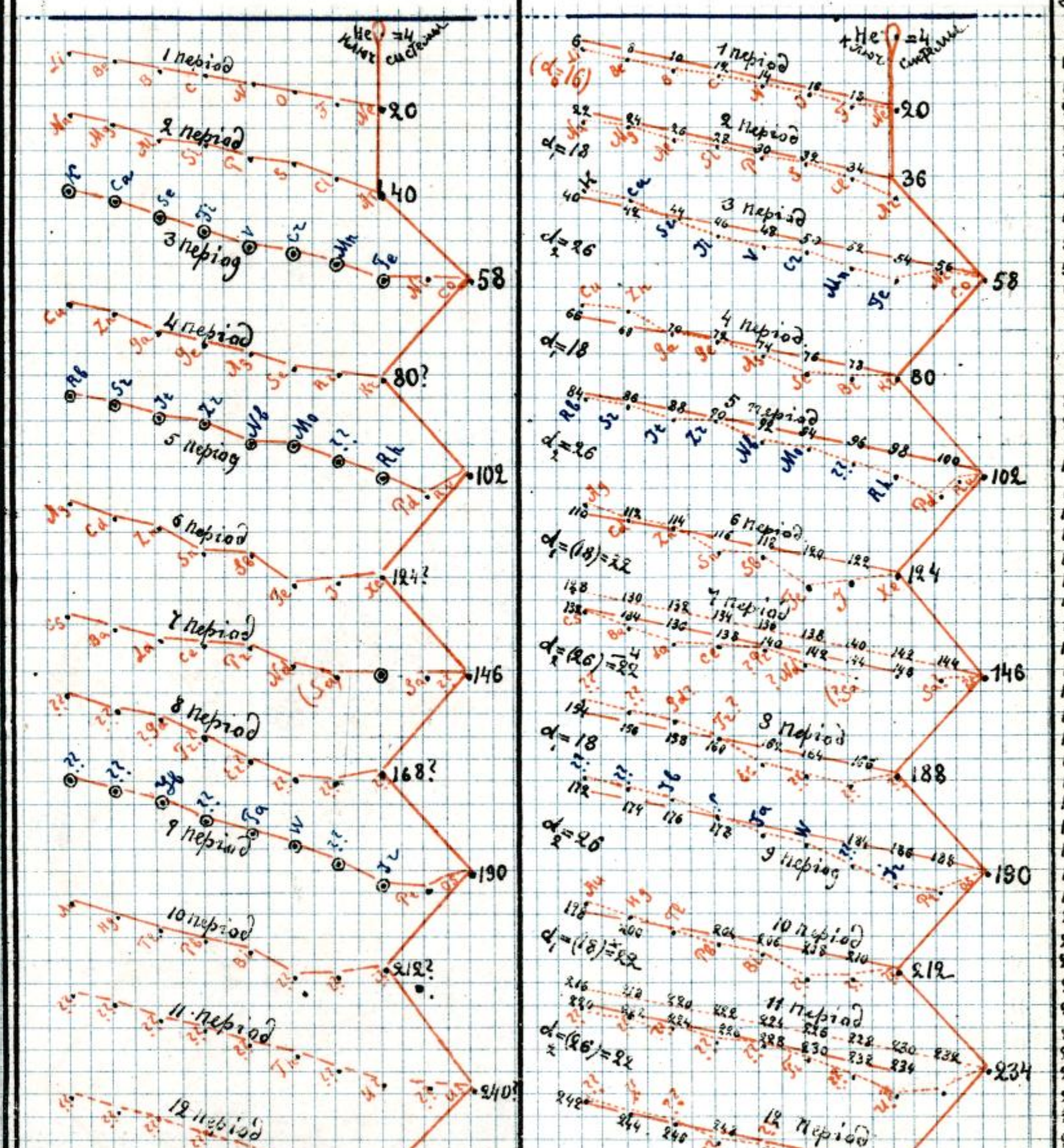
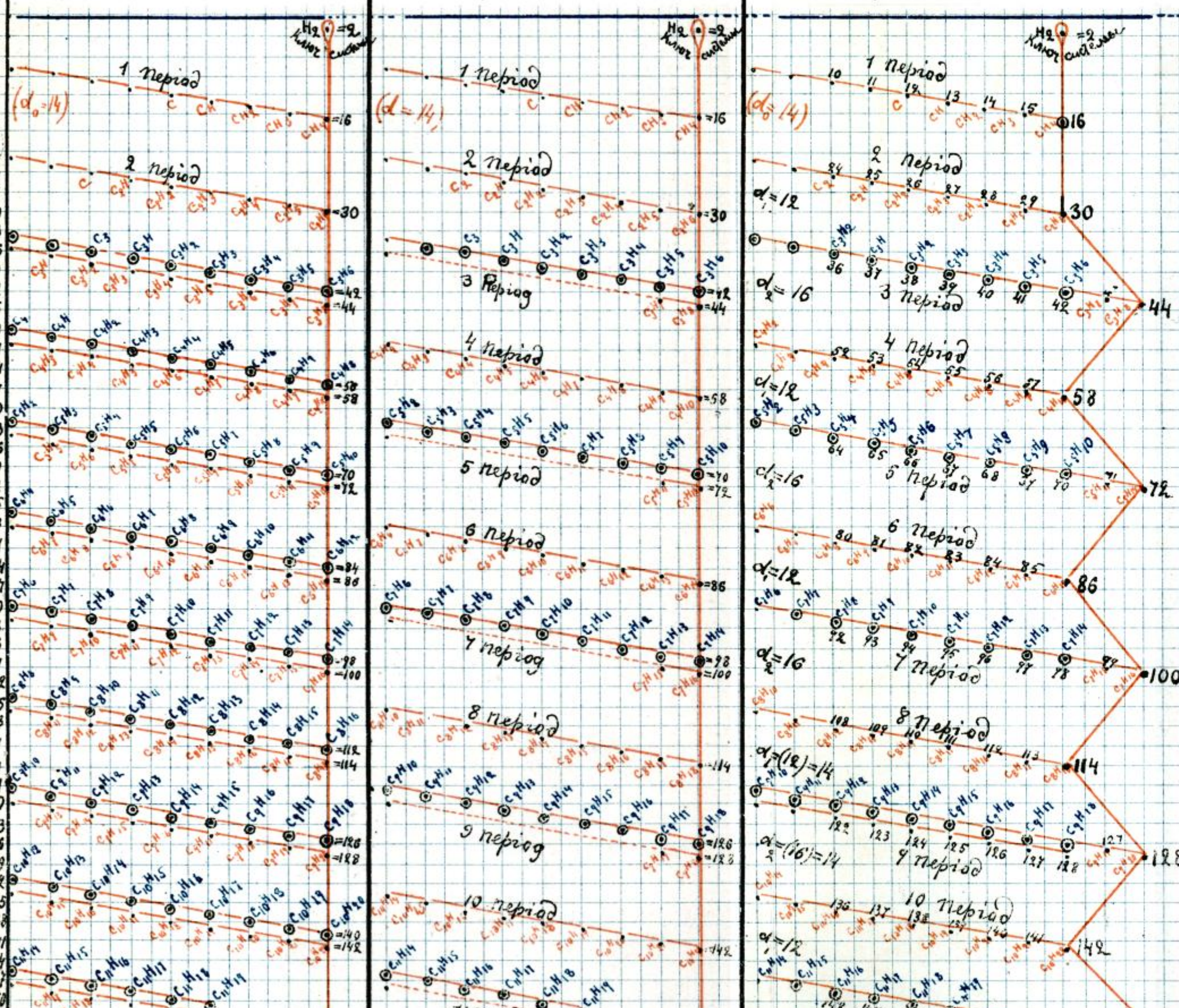
II — Та же система, но с допущением, что в четных периодах (4, 6, 8 и т. д.) все циклические карбогидриды разомкнулись и стали тождественны с их алифатическими изомерами; а в нечетных периодах наоборот: циклизировались все алифатические, у которых было достаточно (не менее двух) свободных единиц средства.

III — Та же система, что на таблицей II, только в четных строках карбогидриды:  $C_n H_{2n-1}$  и  $C_n H_{2n}$ , не способные к циклизированию и оставшиеся на таблицей II в конце алифатических строк, здесь поставлены в виде продолжения циклических рядов.

IV — Периодическая система современных минеральных радикалов — называемых элементарными тѣлами. Она оказывается совершенно аналогичной с системой, представленной на таблицей III.

V — Та же система, что на таблицей IV, только здесь проведена сеть нивелирующих линий, чтобы показать, насколько отступают наблюдаемые явные гѣсы псевдоэлементов от их средне-нивелированных величин, вследствие избытка или недостатка постороннего вещества, присоединенного к атомам кристаллизационным способом.

Периоды: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150



0?	1?	2?	3?	4?	(5?)	(6?)	(7?)	(8?)
8	7	6	5	4	3	2	1	0

+1	+2	+3	+4	(+5)	(+6)	(+7)	(+8)	(+7)	(+6)	(+5)	(+4)	(+3)	(+2)	(+1)	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15

Цифры в этом нижнем ряду обозначают как названия соответствующих гомологических групп (вертикальных колонок), так и их валентность по галогенам.

Цифры с вопросом, идущия в обратном порядке, обозначают еще не открытый ряд валентности у тѣх же самых гомологических групп, который, вѣроятно, обнаружится при очень низких температурах или подходящих космических условиях.

Цифры со знаком (+) обозначают как названия соответствующих гомологических групп (вертикальных колонок), так и их электроположительную валентность по галогенам.

Цифры со знаком (-) идущия в обратном порядке, обозначают электроотрицательную валентность тѣх же самых гомологических групп и количество кристаллизационной воды, принимаемой их атомами в растворимых солях.

сильно отличающіеся отъ остальныхъ алифатическихъ своею неспособностью симметрично складываться вдвое. Это именно и представлено на *II диаграммѣ* приложенной таблицы (табл. 15). Присмотрѣвшись къ ней немного, читатель самъ увидитъ, что эта *II диаграмма* изображаетъ лишь нашу обычную періодическую систему карбогидридовъ, поставленную для сравненія рядомъ съ нею на первой *диаграммѣ*, но модифицированную по тому методу, который мы только что описали (синія формулы означаютъ циклическіе карбогидриды, красные — алифатическіе).

Очевидно, что нашъ воображаемый изслѣдователь будущей эры земной жизни, работая чисто эмпирически, безъ всякихъ предварительныхъ теоретическихъ указаній, непременно приставилъ бы эти два неспособные къ циклизированію остатка алифатическихъ карбогидридовъ у всѣхъ нечетныхъ періодовъ къ концамъ прилегающихъ къ нимъ нечетныхъ же циклическихъ строкъ, какъ это и сдѣлано на *III диаграммѣ* той же таблицы. Такая приставка была бы съ его стороны неизбѣжна уже по тому одному, что паевые вѣса этихъ двухъ неспособныхъ къ циклизированію типовъ служатъ какъ разъ продолженіемъ стоявшихъ надъ ними циклическихъ представителей.

Въ результатѣ вышло бы, во-первыхъ, что нечетные періоды этой эмпирически полученной системы (за исключеніемъ 1-го періода) оказались бы на два элементарные карбогидрида длиннѣе четныхъ и, во-вторыхъ, вмѣсто прежняго однороднаго разстоянія между строками этой системы, равнаго по вертикалу 14 вѣсовымъ единицамъ ( $d_0 = 14$ , см. табл. 15 *диагр. III*), получились бы поочередно - мѣняющіяся разстоянія, то въ 12, то въ 18 вѣсовыхъ единицъ, (см.  $d_1 = 12$  и  $d_2 = 18$ ). Кромѣ того, случайные остатки многова-

лентных алифатических карбогидридовъ въ нечетныхъ періодахъ, не подвергнувшіеся по той или другой причинѣ полному измѣненію путемъ циклизированія, оказались бы *родными* веществами, не находящими себѣ мѣста въ такой періодической системѣ.

Читатель, хорошо знакомый съ теоретической химіей, конечно, уже видитъ, что путемъ временнаго уклоненія въ область космогоніи и условій жизни на будущей облебянѣлой землѣ, я только имѣлъ въ виду привести его наиболѣе простымъ путемъ къ закону, обуславливающему строеніе и химическія свойства не только элементарныхъ карбогидридовъ, но также и «элементарныхъ тѣлъ», находимыхъ въ нашихъ рудахъ. Сравните только нашу послѣднюю діаграмму, (III систему карбогидридовъ на той же 15-й таблицѣ) съ находящейся справа отъ нея такой же діаграммой періодической системы минеральныхъ элементовъ (чертежъ IV) и вы увидите между ними поразительное сходство. Если первая система въ своемъ общемъ видѣ напоминаетъ новенькую проволочную рѣшетку, едва вышедшую изъ рукъ мастера, то вторая, несомнѣнно, напоминаетъ совершенно такую же рѣшетку, сдѣланную много лѣтъ назадъ и слегка погнутую пережитыми случайностями и непогодами.

Сразу очевидно, что такое сходство не можетъ быть случайнымъ, и обѣ системы должны подчиняться тому же самому структурному закону. Минеральная система (см. IV) въ своихъ нечетныхъ періодахъ должна содержать, главнымъ образомъ, такія «элементарныя тѣла», гдѣ атомы имѣютъ циклическое строеніе или, по крайней мѣрѣ, двойную связь внутри атомной цѣпи. А отсюда прямо вытекаетъ слѣдствіе, что вся періодическая система нашихъ минеральныхъ элементовъ содержитъ въ себѣ лишь такія тѣла, мельчайшія ча-

стицы которыхъ, дѣйствующія какъ недѣлимое, все-таки сложены еще изъ другихъ тѣлесныхъ индивидуумовъ, еще болѣе мелкихъ по своей величинѣ, и что эти подчиненные индивидуумы или подъ-атомы сложены между собой аналогично углероду и водороду въ элементарныхъ карбогибридахъ.

Вслѣдствіе циклизированія или образованія двойной связи внутри многовалентныхъ атомныхъ цѣпей и здѣсь произошло то же самое удлиненіе нечетно-звенныхъ періодовъ (начиная съ третьяго) на два лишнихъ, добавочныхъ элемента, нарушающее видную правильность системы; и здѣсь произошла та же самая неравномѣрность среднихъ разстояній между различными горизонтальными строками системы, выражающаяся въ томъ, что *вертикальныя* разстоянія отъ каждой длинной строки до короткой ( $d_2=26$ ) оказываются бѣльшими, чѣмъ отъ короткой строки до длинной ( $d_1=18$ ) на 8 вѣсовыхъ единицъ, т.-е. на удвоенный вѣсъ «атома» гелія ( $He=4$ ), находящагося въ *ключѣ* системы, подобно тому, какъ у карбогидридовъ (діаграм. III, на табл. 15) получилась такая же разница (4 един.), составляющая удвоенный вѣсъ «молекулы» водорода въ ея *ключѣ*. Нивелировавъ періодическую систему правильными линіями, какъ это сдѣлано на V діаграммѣ той же самой 15-й таблицы, мы сейчасъ же замѣчаемъ, что эти теоретическія линіи укладываются довольно хорошо на *среднія* положенія той изогнутой рѣшетки, которая діаграмматически представляетъ наблюдаемыя приращенія атомныхъ вѣсовъ по мѣрѣ приращенія валентности у минеральныхъ элементовъ. Особенно хорошо это удается въ томъ случаѣ, если восьмивалентные атомы ( $Ru^{+VIII}$  и  $Os^{+VIII}$ ) мы поставимъ въ самомъ концѣ каждой длинной строки, какъ это и слѣдуетъ сдѣлать, если мы пред-

ставляемъ ихъ себѣ остатками не способнаго циклизироваться, безвалентнаго по водороду типа 0-го, къ которому принадлежать такъ же аргонъ и его аналоги <sup>1)</sup>. Съ этой точки зрѣнія (далѣе читатель увидитъ, что есть и другая) окажется, что палладій и платина должны быть признаны нециклизовавшими остатками одновалентнаго по водороду и семивалентнаго по кислороду типа 1-го, т.-е. нечетнозвенными аналогами брома и іода (соотвѣтствующими амилу и нонилу въ системѣ карбогидридовъ, табл. 15 діагр. III). Ихъ химическая электроположительность не позволяетъ имъ давать такихъ же прочныхъ соединенийъ съ водородомъ и металлами, какія даютъ галогиды, но остатокъ этого свойства (которое, можетъ-быть, вполне развивается при подходящихъ условіяхъ температуры и давленія космической среды), выражается все-таки въ той жадности, съ которой они окклюзируютъ водородъ, давая легко диссоціирующіеся водородистый палладій и водородистую платину. Несравненно труднѣе правильно распредѣлить три послѣдніе элемента третьяго періода: Fe, Co и Ni, такъ какъ ни для одного изъ нихъ неизвѣстно ни водородистаго соединенія ни восьмивалентности. Если бъ оказались справедливыми опредѣленія А. Ladenburg'a и С. Krü-

<sup>1)</sup> Отсюда слѣдуетъ что Ne, Ar, Kr и Xe (мы не говоримъ о геліѣ, который стоитъ особо въ ключѣ системы) должны быть восьмивалентны по кислороду. Почему же они не даютъ такихъ же соединенийъ, какъ Ru и Os? Это обусловливается электрохимическими особенностями четныхъ и нечетныхъ періодовъ, начиная съ третьяго. Нечетные періоды, къ которымъ принадлежатъ Ru и Os обладаютъ электроположительными свойствами и осаждаются на отрицательномъ электродѣ, поэтому оба эти элемента и соединяются съ электроотрицательнымъ кислородомъ. Четные періоды (Ar, Xe) и первый изъ нечетныхъ, наоборотъ, обусловливаютъ электроотрицательныя свойства у ихъ послѣднихъ элементовъ, а потому эти элементы могли бы соединяться только съ водородомъ и металлами, для чего у типа 0-го нѣтъ ни одной единицы сродства.

жел'я <sup>1)</sup> относительно того, что атомный в'с'ь криптона равенъ 59,01 в'сов. единицъ, (при  $O=16$ ), а не 81,76, какъ утверждаютъ W. Ramsay и M. W. Travers <sup>2)</sup>, то жел'зо (или никкель) пришлось бы выбросить сов'с'мъ изъ періодической системы, признавъ его атомъ не аналогичнымъ остальнымъ атомамъ этой системы, а представляющимъ молекулярную димеризацію или даже полимеризацію бол'е первоначальнаго вещества, тоже, подобно атому водорода, не находящему себ' м'ста среди остальныхъ минеральныхъ элементовъ. Признаюсь, что съ нашей точки зр'нія, исключеніе, хоть одного или н'сколькихъ элементарныхъ т'л' изъ минеральной системы представляется очень заманчивымъ, такъ какъ сама теорія предсказываетъ возможность такихъ случаевъ, если допустимъ, что *бол'е первоначальныя* вещества не вс' потратились на образование современныхъ минеральныхъ элементовъ. Однако пока вопросъ о криптон' р'шается по Ramsay'ю, я оставилъ жел'зо въ этой предварительной табличк' на его старомъ м'ст' тотчасъ же посл' марганца, главнымъ образомъ, для того, чтобы не разрушать вертикальной колонки Ni, Pd, Pt, такъ какъ химическое сходство этихъ т'л' хорошо установлено, несмотря на то, что способности окклюзировать водородъ у никкеля до сихъ поръ не обнаружено. Перенести же жел'зо въ самый конецъ третьей строки я не р'шился, хотя мн' и изв'стны вс' причины, по которымъ такіе авторитеты, какъ Д. И. Мендел'евъ, ставятъ этотъ металлъ въ одну группу съ рутеніемъ и осміемъ <sup>3)</sup>. Однако окончательное р'шеніе вопроса о

1) Chem. News. 81.205 и 82.209.

2) Chem. News. 82.257 (прим'чаніе).

3) Д. Мендел'евъ. „Основы химіи“, 4 изд., стр. 1104 и др. Ch. News 82.12 статья J. L. Howe: The Eighth Group of the Periodic System and Some of its Problems.

криптонъ и связанная съ нимъ судьба одного изъ трехъ тѣлъ, заполняющихъ этотъ уголокъ періодической системы минеральной химіи, не имѣетъ принципиальнаго значенія для нашей теоріи, къ которой мы и должны теперь возвратиться.

Мы видимъ, что нивелирующія линіи нашей діаграммы V (табл. 15) даютъ для горизонтальныхъ приращеній атомнаго вѣса при переходѣ отъ одного элемента къ слѣдующему за нимъ справа всегда одно и то же среднее число, — равное двумъ вѣсовымъ единицамъ, т.-е. половинѣ молекулярнаго вѣса гелія, подобно тому, какъ въ системѣ карбогидридовъ соответствующія приращенія структурныхъ цѣпей равны половинѣ молекулярнаго вѣса водорода. Прибавимъ къ этому, что и гелій и водородъ занимаютъ въ своихъ системахъ совершенно исключительное положеніе: они стоятъ одиночными надъ безвалентными типами O-ми на такомъ же вертикальномъ разстояніи отъ перваго члена этого типа (метана и неона), на какомъ онъ самъ находится отъ слѣдующаго за нимъ (этана и аргона, по нивелированному вѣсу послѣдняго).

Отсюда мы прямо приходимъ къ выводу, что гелій долженъ играть въ созданіи періодической системы нашихъ минеральныхъ элементовъ такую же роль, какъ водородъ въ созданіи системы карбогидридовъ. Дѣйствительно: допустимъ, что молекула (она же и атомъ) гелія состоитъ изъ двухъ половинокъ, которыя мы назовемъ подъ-атомами  $x$ , и что каждый изъ этихъ подъ-атомовъ обладаетъ двумя электроположительными (оксифильными) единицами сродства. Тогда мы найдемъ слѣдующее:

Современный атомъ гелія есть молекула, состоящая изъ двухъ подъ-атомовъ связанныхъ двойной связью  $x :: x$ . Каждый изъ этихъ подъ-атомовъ имѣетъ

павовой вѣсь = 2 вѣс. единицамъ. Отсюда  $He = x :: x = 4$ . Присоединяя послѣдовательно этотъ подъ-атомъ . x . (одной изъ его электроположительныхъ связей) къ подъ-атому  $\equiv Z \equiv$  нѣкотораго другого, аналогичнаго вещества, (характеризующагося восемью электроотрицательными, гидрофильными, единицами сродства, обладающему паввымъ вѣсомъ, равнымъ 4 вѣсовымъ единицамъ, и способному полимеризироваться въ длинную цѣпь подобно углероду), мы получимъ слѣдующую строку, гдѣ электроположительная валентность будетъ прибывать при возрастаніи атомнаго вѣса въ періодъ, а электроотрицательная валентность — убывать:

Таблица 16.

Вѣсь: $x = 2$ и $Z = 4$							$x : x$ $He = 4$ Вторно
Li = 6 и надъ 6:1	Be = 8 и надъ 8:1	B = 10 и надъ 10:1	C = 12 Вторно	N = 14 Вторно	O = 16 Вторно	F = 18 и надъ 18:1	Ne = 20 Вторно
минь 7	минь 6	минь 5	минь 4	минь 3	минь 2	минь 1	минь 0
-вал: 1 -вал: 2	-вал: 2 -вал: 0	-вал: 3 -вал: 5	-вал: 4 -вал: 4	-вал: 5 -вал: 3	-вал: 6 -вал: 2	-вал: 7 -вал: 1	-вал: 8 -вал: 0

Это и есть первый періодъ той общей системы минеральныхъ элементовъ, которая приложена на послѣдней таблицѣ этого изслѣдованія и которую мы назовемъ системой архегелидовъ, чтобы словопроизводство было то же самое, что и у системы карбогидридовъ. А такъ какъ гелій и водородъ въ обѣихъ системахъ играютъ, очевидно, аналогичную (и очень важную) структурную роль, то мы и называемъ ихъ *ключами* соответствующихъ системъ. Уже отсюда мы ясно видимъ, что изъ всѣхъ восьми элементовъ, заключенныхъ въ этомъ періодѣ (табл. 16), только у трехъ или четырехъ атомные вѣса удовлетворительно совпадаютъ съ теоретическими, а у остальныхъ четырехъ они больше, чѣмъ нужно почти



ровно на одну вѣсовую единицу. Въ слѣдующей главѣ мы и покажемъ, что эти лишнія единицы принадлежатъ какому-то особому веществу (можетъ-быть, очень прочно окклюзированному водороду), и что это же самое вещество вошло въ структуру почти всѣхъ атомовъ въ дальнѣйшихъ періодахъ, какъ будто кристаллизационнымъ путемъ, безъ измѣненія нормальной валентности элементовъ, а только увеличивъ нормальныя приращенія ихъ атомныхъ вѣсовъ при переходѣ отъ cadaго предыдущаго элемента къ послѣдующему.

Само собой понятно, что всѣ наши чертежи представляютъ лишь плоскія развертки стереометрическихъ фигуръ, которыми характеризуются атомныя тѣльца, а потому понятны и слѣдующіе выводы:

1) Всѣ единицы сродства, какъ катионизирующіяся, такъ и анионизирующіяся, должны быть ориентированы въ пространствѣ опредѣленнымъ образомъ, на примѣръ, у углерода, четыре первыхъ по угламъ описаннаго положительнаго тетраэдра, а четыре послѣднихъ (анионизирующіяся) по четыремъ угламъ описаннаго отрицательнаго тетраэдра.

2) Всѣ единицы сродства должны быть недѣлимы, т.-е. ни у какого атома не можетъ быть ни  $1\frac{1}{2}$  ни  $2\frac{1}{3}$  и т. д. единицъ сродства, какъ это и есть на дѣлѣ.

Остальныя частности валентности вмѣстѣ съ ея отклоненіями отъ нормы и нѣкоторое неравенство между собою у приращеній атомнаго вѣса въ послѣдовательномъ ряду минеральныхъ элементовъ мы объяснимъ, какъ уже обѣщали, въ слѣдующихъ главахъ, а теперь, для полноты, укажемъ только на нѣсколько новыхъ аналогій между системой карбогидридовъ и системой археогелидовъ, чтобъ у читателя не было сомнѣнія въ единствѣ структурныхъ принциповъ, лежащихъ въ основѣ обѣихъ системъ.

## ГЛАВА II.

### Что говорят намъ о строеніи атомовъ періодическія возрастанія и паденія паевыхъ объемовъ у минеральныхъ элементовъ.

Изъ изслѣдованій Коппа и другихъ, продолжавшихъ разработку этого предмета, извѣстно, что каждому новому введенію углероднаго атома въ карбогидридную

цѣпь  $\begin{array}{cccc} | & | & | & | \\ -C- & C- & C- & C- \\ | & | & | & | \end{array} \dots$  соотвѣтствуетъ прибавка за-

нимаемаго ею объема, близкая къ 11 объемнымъ единицамъ (при  $H \cdot - O - \cdot H = 18$  ед.), а каждому новому атому водорода прибавка въ 5,5 объемныхъ единицъ, если будемъ опредѣлять объемъ для жидкаго вещества при температурѣ его кипѣнія и подъ тѣмъ же самымъ внѣшнимъ давленіемъ. Такимъ образомъ, хотя большинство нашихъ валентныхъ карбогидридовъ и не можетъ при современныхъ космическихъ условіяхъ (вѣроятно, вслѣдствіе неспособности насыщать свободныя единицы сродства такъ называемыми «атомами электричества»  $= 8,0^{-20}$  абсол. ед. заряда) существовать внѣ соединеній, безъ синтеза въ новые карбогидриды, однако мы все-таки можемъ очень удовлетворительно вычислить *объемы*, занимаемые ихъ паевыми величинами (или, выражаясь болѣе образнымъ языкомъ, — «пространственные надѣлы ихъ синь-атомовъ»). Для этого нужно лишь воспользоваться слѣдующей простой формулой:

$$\text{Пространст. надѣль } C_x H_y = 11x + 5,5y$$

Сдѣлавши по этой формулѣ соотвѣтствующія вычисленія для каждаго отдѣльнаго карбогидрида нашей періодической системы, получимъ слѣдующій рядъ величинъ (гдѣ  $W$  есть паевой объемъ соотвѣтствующаго карбогидрида):

### 1. Періодъ не циклическій.

Типъ 4. . . . .	.W	(C') = 11.
— 3. . . . .	.W	(CH) = 16,5.
— 2. . . . .	.W	(CH <sub>2</sub> ) = 22.
— 1. . . . .	.W	(CH <sub>3</sub> ) = 27,5.
— O-й . . . . .	.W	(CH <sub>4</sub> ) = 33.

### 2. Періодъ не циклическій.

Типъ 6. . . . .	.W	(C' <sub>2</sub> ) = 22.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H) = 27,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) = 33.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> ) = 38,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) = 44.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) = 49,5.
— O-й . . . . .	.W	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) = 55.

### 3. Періодъ циклическій.

Типъ 6. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> ) = 33.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H) = 38,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> ) = 44.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> ) = 49,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> ) = 55.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> ) = 60,5.
— O-й . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) = 66.

Сюда же прибавка изъ двухъ членовъ, неспособныхъ къ циклизированію.

Типъ 1' . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) = 71,5.
Типъ O' . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) = 77.

### 4. Періодъ не циклическій.

Типъ 8. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> ) = 55.
— 7. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> ) = 60,5.
— 6. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> ) = 66.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> ) = 71,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ) = 77.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> ) = 82,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) = 88.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) = 93,5.
— O-й . . . . .	.W	(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) = 99.

### 5. Періодъ циклическій.

Типъ 8. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> ) = 66.
— 7. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> ) = 71,5.
— 6. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> ) = 77.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> ) = 82,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) = 88.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) = 93,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) = 99.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> ) = 104,5.
— O-й . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>10</sub> ) = 110.

Сюда же прибавка изъ двухъ членовъ, неспособныхъ къ циклизированію:

Типъ 1' . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>11</sub> ) = 115,5.
Типъ O' . . . . .	.W	(C <sub>3</sub> H <sub>12</sub> ) = 121.

### 6. Періодъ не циклическій.

Типъ 8. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) = 99.
— 7. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> ) = 104,5.
— 6. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> ) = 110.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ) = 115,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> ) = 121.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> ) = 126,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> ) = 132.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> ) = 137,5.
— O . . . . .	.W	(C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> ) = 143.

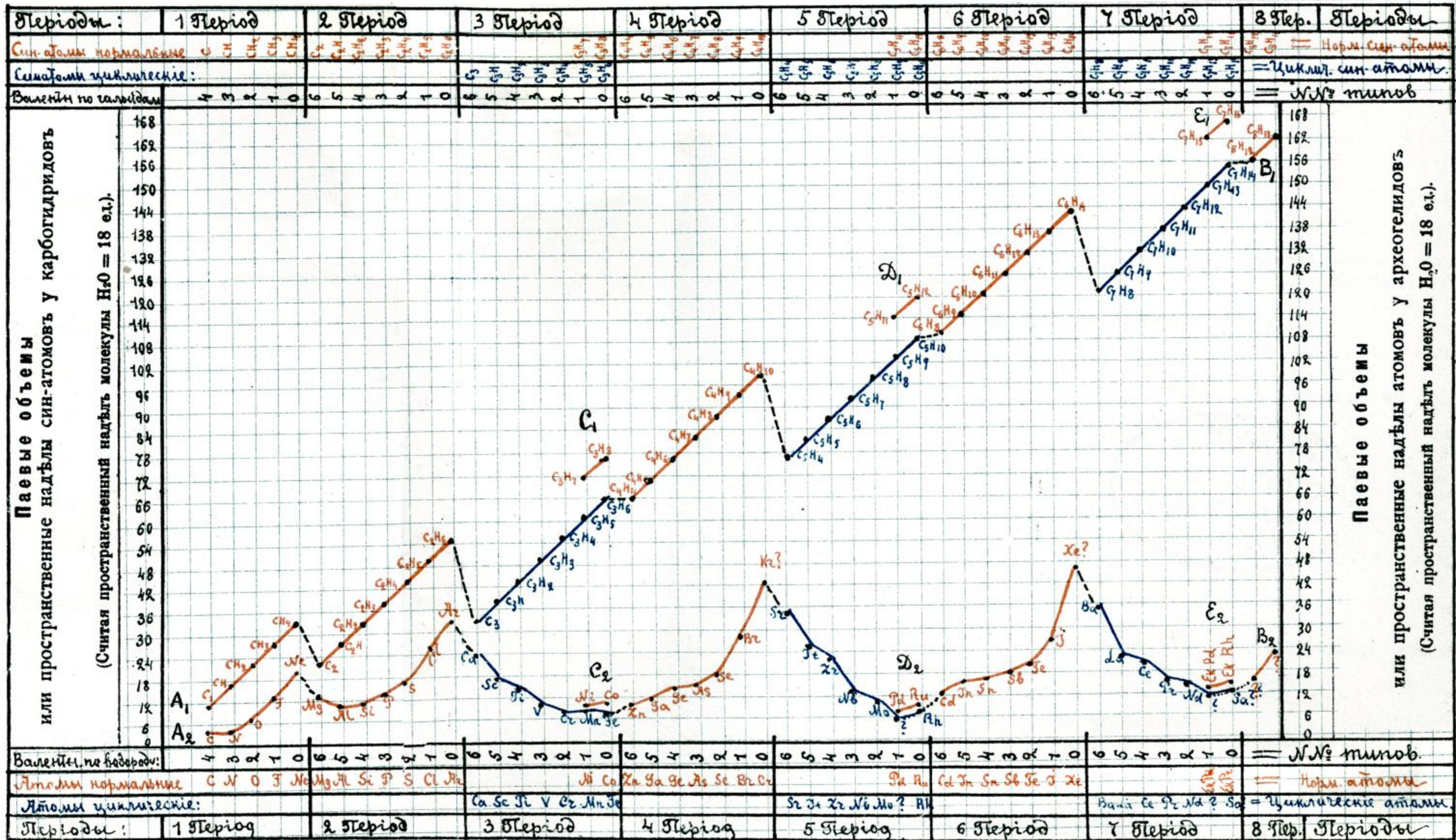
### 7. Періодъ циклическій.

Типъ 8. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> ) = 110.
— 7. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> ) = 115,5.
— 6. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ) = 121.
— 5. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> ) = 126,5.
— 4. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> ) = 132.
— 3. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> ) = 137,5.
— 2. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> ) = 143.
— 1. . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>13</sub> ) = 148,5.
— O-й . . . . .	.W	(C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> ) = 154.

Таблица 16.

Періодическія возрастанія и паденія

паевыхъ объемовъ у жидкихъ карбогидридовъ и у твердыхъ археогелидовъ, расположенныхъ по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса.  
(Система въ семь типовъ).



Сюда же прибавка изъ двухъ членовъ, неспособныхъ къ циклизированію.

Типъ 1' . . . . .  $W(C_7H_{13}) = 159,5$ .  
 Типъ 0' . . . . .  $W(C_7H_{16}) = 165$ .

### 8. Періодъ не циклическій.

Типъ 8. . . . .  $W(C_8H_{10}) = 144$ .  
 — 7. . . . .  $W(C_8H_{11}) = 149,5$ .  
 — 6. . . . .  $W(C_8H_{12}) = 155$ .  
 — 5. . . . .  $W(C_8H_{13}) = 160,5$ .  
 — 4. . . . .  $W(C_8H_{14}) = 166$ .  
 — 3. . . . .  $W(C_8H_{15}) = 171,5$ .  
 — 2. . . . .  $W(C_8H_{16}) = 177$ .  
 — 1. . . . .  $W(C_8H_{17}) = 182,5$ .  
 — 0-й. . . . .  $W(C_8H_{18}) = 187$ .

### 9. Періодъ циклическій.

Типъ 8. . . . .  $W(C_9H_{10}) = 154$ .  
 — 7. . . . .  $W(C_9H_{11}) = 159,5$ .  
 — 6. . . . .  $W(C_9H_{12}) = 165$ .  
 — 5. . . . .  $W(C_9H_{13}) = 170,5$ .  
 — 4. . . . .  $W(C_9H_{14}) = 176$ .  
 — 3. . . . .  $W(C_9H_{15}) = 181,5$ .  
 — 2. . . . .  $W(C_9H_{16}) = 187$ .  
 — 1. . . . .  $W(C_9H_{17}) = 192,5$ .  
 — 0-й . . . . .  $W(C_9H_{18}) = 198$ .

Сюда же прибавка изъ двухъ членовъ, неспособныхъ къ циклизированію:

Типъ 1' . . . . .  $W(C_9H_{19}) = 203,5$ .  
 Типъ 0-й' . . . . .  $W(C_9H_{20}) = 209$ .

И т. д.

Такъ какъ число типовъ у системы карбогидридовъ не ограничено вполне опредѣленными предѣлами, то возьмемъ сначала изъ этой таблицы только первые семь типовъ, отъ типа 0-го до типа 6-го и представимъ ихъ паевые объемы для наглядности на діаграммѣ (см. діагр. 16). Для этого отложимъ по абсциссѣ весь послѣдовательный рядъ карбогидридовъ, заключающихся въ этихъ семи типахъ, по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса, но слѣдя, главнымъ образомъ, не за величинами приращеній этого вѣса, которыя не всегда равномерны, а за равномерными паденіями галоидной валентности въ каждомъ періодѣ (отъ 6 до 0, какъ это изображено на верху діаграммы, гдѣ цифры одновременно означаютъ и №№ типовъ и галоидную валентность соответствующихъ карбогидридовъ). Тогда, отмѣтивъ соответствующіе паевые объемы по ординатамъ діаграммы, руководясь приложенными сбоку скалами, тотчасъ же получимъ рядъ точекъ, которыя соединяются другъ съ другомъ зигзагообразной линіей

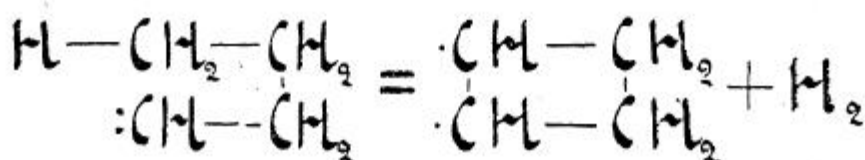
$A_1B_1$ . Эта діаграмма наглядно показывает намъ слѣдующія характерныя особенности:

1) Въ первыхъ двухъ періодахъ паевые объемы *нормальныхъ и неспособныхъ циклизироваться* карбогидридовъ правильно возрастаютъ по мѣрѣ увеличенія ихъ паявого вѣса слѣва направо.

2) При переходѣ отъ послѣдняго члена перваго періода къ первому члену втораго происходитъ быстрое паденіе паявого объема, вслѣдствіе чего линія и дѣлаетъ рѣзкій зигзагъ. Точно такіе же зигзаги происходили бы и далѣе послѣ каждаго періода, если бы не случилось циклизированія нечетныхъ строкъ. Но такъ какъ для нашихъ цѣлей намъ нужно разсмотрѣть именно такую наполовину циклизированную систему (представленную на діаграммѣ 15, стр. 75, вариантъ III), то, принявъ во вниманіе это осложняющее обстоятельство и обозначивъ для ясности циклизированшіеся карбогидриды синими формулами, мы увидимъ, что въ дальнѣйшемъ ходѣ линіи объемовъ  $A_1B_1$  произойдутъ слѣдующія измѣненія:

3) Послѣ первыхъ двухъ періодовъ два зигзага почти сливаются въ одинъ двойной величины, а надъ серединой каждаго зигзага появляются надбавки ( $C_1, D_1, E_1$  и т. д.), принадлежащія двумъ, неспособнымъ къ циклизированію (за неимѣніемъ пары свободныхъ пунктовъ сщѣпленія) наиболѣе тяжелымъ членамъ тѣхъ же самыхъ нечетныхъ періодовъ.

Вглядѣвшись въ формулы карбогидридовъ на этой части линіи, мы ясно видимъ и причину, по которой два зигзага здѣсь сливаются почти въ одинъ. Для циклизированія нормальнаго карбогидрида *безъ уменьшенія его валентности* необходимо выбросить изъ него два пая водорода, напр.,



Двувалентный бутили-  
денъ.

Двувалентный  
циклобутиленъ.

Водородъ.

Паев. объемъ = 88.

Паев. объемъ = 77.

Паев. объемъ = 11.

Значить, при переходѣ отъ циклическаго періода къ слѣдующему не циклическому зигзагъ долженъ уменьшиться на 11 объемныхъ единицъ (а если зигзагъ первоначально равнялся этому числу, то и абсолютно исчезнуть, какъ это будетъ имѣть мѣсто, если въ системѣ карбогидридовъ примемъ лишь 6 типовъ (отъ 0-го до 5-го). И наоборотъ: при переходѣ отъ нециклическаго періода къ циклическому, зигзагъ долженъ соотвѣтственно увеличиться. Остатки же изъ двухъ нецикли- зировавшихся членовъ должны остаться надъ каждымъ циклическимъ періодомъ въ видѣ отдѣльныхъ надба- вокъ  $C_1, D_1, E_1 \dots$

Теперь обратимся ко второй нижней линіи  $A_2 B_2$  этой же діаграммы. Эта вторая линія представляетъ паевые объемы минеральныхъ элементовъ, вычерчен- ные по тому же самому масштабу <sup>1)</sup> и по тѣмъ же самымъ принципамъ, какъ и первая линія  $A_1 B_1$  — (т.-е. хотя всѣ минеральные элементы и расположены по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса, но при опредѣ- леніи промежутковъ между ними, приняты во внима- ніе не абсолютныя величины приращеній этого вѣса, а *равномѣрныя* приращенія валентности по кислороду, вслѣдствіе чего и промежутки по абсциссѣ діаграммы сохраняютъ полную равномѣрность). Кромѣ того, для

<sup>1)</sup> Цифры паевыхъ объемовъ взяты изъ Теоретич. химіи Лотара Мей- ера (по русскому переводу Н. С. Дрентельна 1894 г., стр. 67, сдѣланномъ со 2-го изданія).

сохраненія полного тождества въ условіяхъ, при которыхъ разсматриваются обѣ линіи, и здѣсь взяты въ расчетъ только семь первыхъ типовъ (отъ 0 до 6) періодической системы минеральныхъ элементовъ, какъ и у карбогидридовъ.

Уже съ перваго взгляда читатель можетъ видѣть поразительныя аналогіи въ ходѣ обѣихъ линій. Каждой острой вершинѣ у одной соотвѣтствуетъ такая же острая вершина и у другой. У обѣихъ два первыхъ періода имѣютъ свои собственныя вершины, а слѣдующіе періоды слились попарно въ одинъ общій болѣе рѣзкій зигзагъ, оставивъ по его срединѣ отдѣльные обрывки изъ двухъ членовъ ( $C_1$  и  $C_2$ ,  $D_1$  и  $D_2$  и т. д.).

Для всякаго безпристрастнаго изслѣдователя очевидно, что такая сложная аналогія не можетъ быть случайной, а объясняется только единствомъ структурныхъ принциповъ, положенныхъ въ основаніе той и другой системъ.

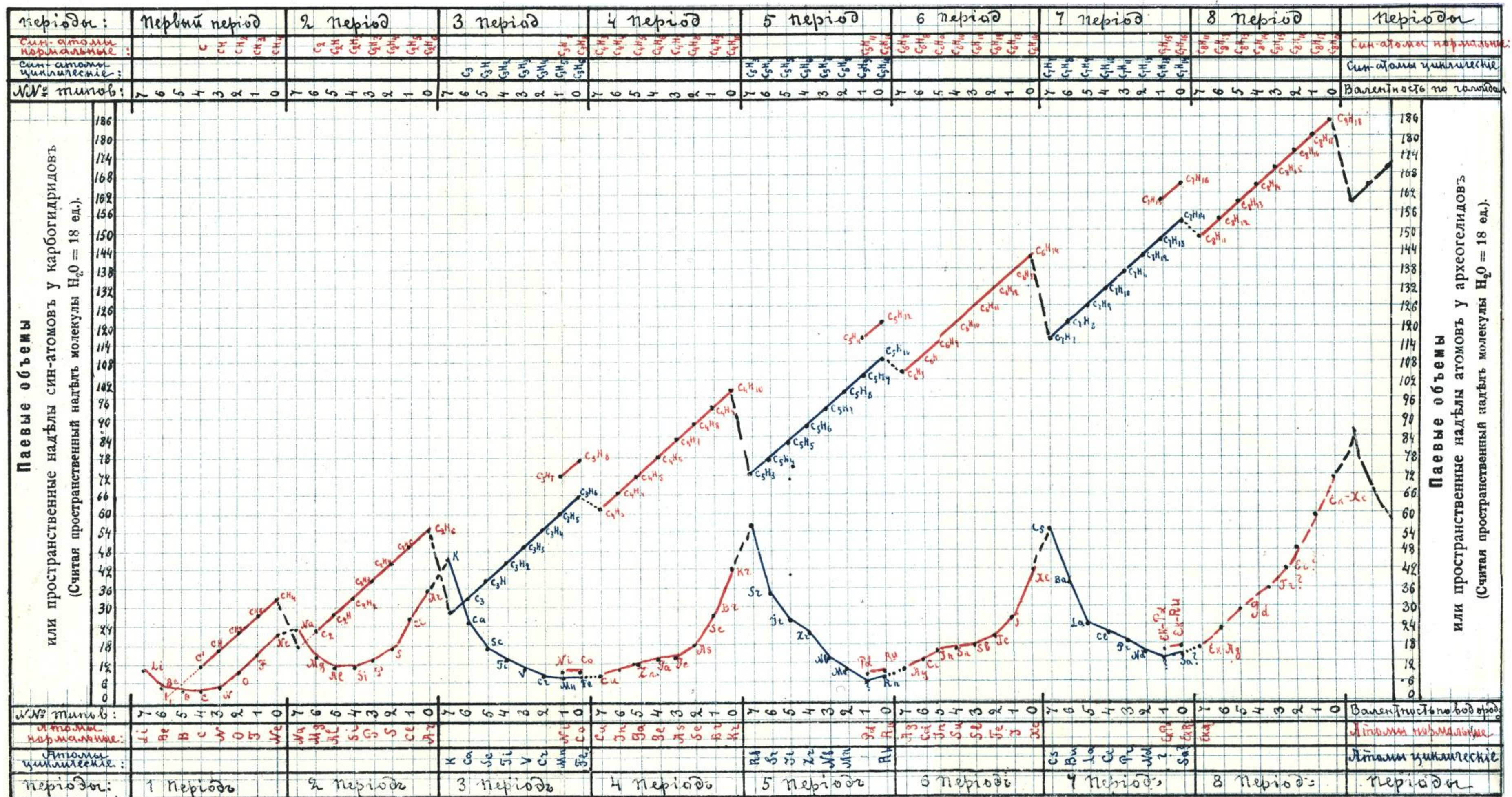
Если же читатель замѣтитъ мнѣ, что я въ этой діаграммѣ выпустилъ изъ счета 7-й типъ минеральной системы, т.-е. группу щелочныхъ металловъ, то я отвѣчу, что это нисколько не вліяетъ на справедливость нашихъ выводовъ. Если первые семь типовъ минеральныхъ атомовъ построены аналогично семи первымъ типамъ «синатомовъ» карбогидридовъ, то и восьмые типы обѣихъ системъ должны быть также аналогичны другъ другу. Щелочные металлы выпущены мною на этой діаграммѣ единственно потому, что при слишкомъ большомъ числѣ типовъ срединный надломъ (подъ  $C$ ,  $D$ , и т. д.) двойныхъ зигзаговъ у карбогидридовъ дѣлается нѣсколько рѣзче. Мы уже замѣтили выше, что этотъ срединный надломъ двойныхъ зигзаговъ совсѣмъ исчезаетъ въ системѣ карбо-



Таблица 17.

Периодическія возрастанія и паденія

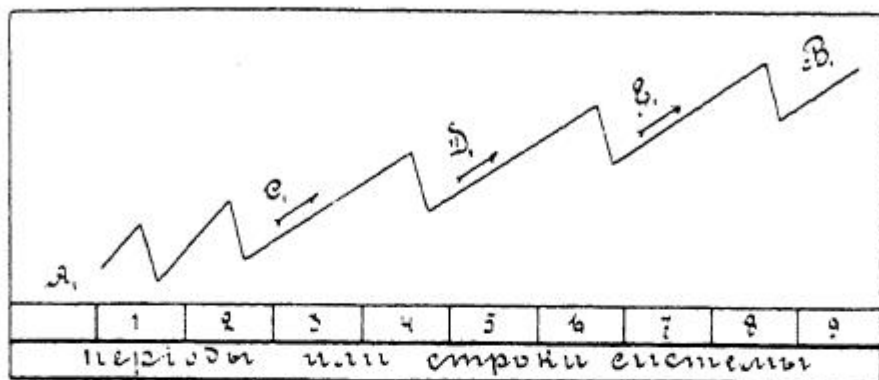
паевыхъ объемовъ какъ у карбогидридовъ, такъ и у археогелидовъ въ твердомъ состояніи, расположенныхъ по мѣрѣ возраста  
 нія ихъ паваго вѣса. (Система въ восемь типовъ).



Паевые объемы или пространственные надѣлы син-атомовъ у карбогидридовъ (Считая пространственный надѣлъ молекулы H<sub>2</sub>O = 18 ед.).

Паевые объемы или пространственные надѣлы атомовъ у археогелидовъ (Считая пространственный надѣлъ молекулы H<sub>2</sub>O = 18 ед.).

гидридовъ лишь въ томъ случаѣ, если въ ней остались только шесть типовъ (отъ 0-го до 1-го). Тогда линія  $A_1 B_1$  получаетъ наипростѣйшій видъ, представленный на чертежѣ:



У минеральныхъ же элементовъ этотъ срединный зигзагъ исчезаетъ вполне только при системѣ въ 8 типовъ (отъ 0-го до 7-го). Отсюда понятно, что для сравненія обѣихъ системъ мы и взяли среднее промежуточное число типовъ, при которомъ срединные надломы большихъ зигзаговъ у обѣихъ системъ получились бы наименьшіе.

Если же читатель желаетъ видѣть, какъ накладываются другъ на друга паевые объемы той и другой системъ при допущеніи въ обѣихъ восьми типовъ, то онъ можетъ обратиться къ слѣдующей діаграммѣ (діагр. 17-я), гдѣ минеральная система представлена въ полномъ числѣ ея группъ, насколько это число извѣстно до настоящаго времени.

Мы видимъ, что и здѣсь обнаруживаются всѣ тѣ особенности, которыя мы видимъ на предыдущей діаграммѣ (16), только нижніе концы зигзаговъ скрестились у первыхъ двухъ періодовъ <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что паевые объемы у Ne, Ag, Kг и Хе въ ихъ твердомъ состояніи еще не извѣстны. Однако, исходя изъ того факта, что паевые объемы, вообще говоря, тѣмъ болѣе, чѣмъ ниже температура плавленія тѣла, можно сказать съ увѣренностью, что они здѣсь очень велики (больше, чѣмъ у предшествующихъ имъ галоидовъ).

Однако, несмотря на это поразительное сходство въ зигзагахъ обѣихъ линій, между ними есть одно характерное различіе. Въ то время какъ у карбогидридовъ каждый зигзагъ слагается изъ прямыхъ линій, у минеральныхъ элементовъ это—дугообразныя кривыя, середины которыхъ сильно опущены внизъ.

Чѣмъ объяснить это различіе? Оно не можетъ быть приписано тому обстоятельству, что объемы карбогидридовъ вычислены нами для ихъ жидкаго состоянія, для моментовъ кипѣнія и при одномъ и томъ же внѣшнемъ давленіи, а объемы минеральныхъ элементовъ изучались въ ихъ твердомъ состояніи и при обычной температурѣ. При отвердѣваніи жидкостей и остываніи твердыхъ тѣлъ не бываетъ такихъ рѣзкихъ уменьшеній объемовъ, которые могли бы объяснить подобныя искривленія. Этимъ причинамъ можно приписать только второстепенные извивы, замѣчающіеся на главныхъ кривизнахъ линій  $A_2 B_2$ . Сами же главные кривизны должны быть приписаны, по моему мнѣнію, вліянію электрическихъ зарядовъ, іонизирующихъ, повидимому, всѣ свободные пункты сдѣвленія у минеральныхъ атомовъ.

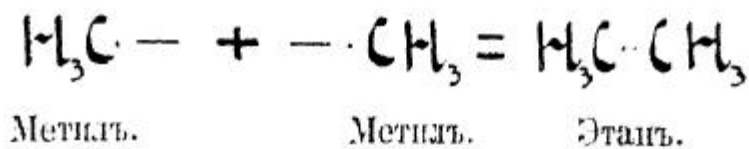
Чтобъ объяснить нашу мысль, начнемъ снова съ разсмотрѣнія нѣкоторыхъ свойствъ карбогидридовъ, такъ какъ эти замѣчательныя вещества уже не разъ бросали передъ нами свѣтъ на тайны внутренняго строенія атомовъ.

### ГЛАВА III.

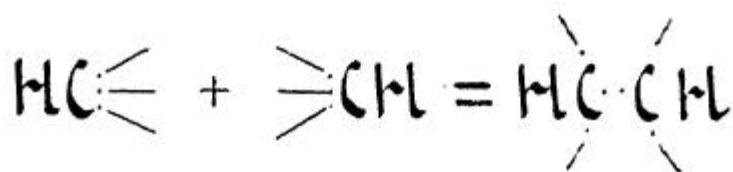
## **Элементарные заряды электричества и ихъ вліяніе на паевые объемы минеральныхъ элементовъ.**

Мы уже упоминали выше, что нормальные карбогидриды съ нечетнымъ числомъ свободныхъ единицъ

сродства, напримѣръ: метиль  $\text{CH}_3$ , не могутъ держаться долго въ свободномъ состояніи, а очень быстро сливаются по два индивидуума въ одинъ, болѣе тяжелаго вѣса, но меньшей валентности:



Если атомы минеральныхъ элементовъ конструированы аналогично съ синъ-атомами карбогидридовъ, то является вопросъ: почему же, напримѣръ, два атома фтора не синтезируются, по выходѣ изъ своихъ соединенийъ, въ одинъ со свойствами аргона? Или почему, напримѣръ, два атома трехвалентнаго по водороду азота не синтезируются въ одинъ четырехвалентный со свойствами силиція, подобно тому какъ два трехвалентныхъ карбогидрида синтезируются въ одинъ четырехвалентный?



Потому, отвѣчаемъ мы, что свободные пункты сщѣпления у атомовъ, выдѣлившись изъ солеобразныхъ соединенийъ, сейчасъ же насыщаются элементарными электрическими зарядами, которые Гельмгольцъ, въ своей рѣчи, произнесенной въ Лондонѣ 5 апрѣля 1881 г. въ память Фарадея, очень удачно назвалъ атомами электричества, допуская ихъ дальнѣйшую недѣлимость <sup>1)</sup>. Не входя въ разсмотрѣніе природы этихъ

<sup>1)</sup> Вотъ небольшое извлеченіе изъ этой рѣчи Гельмгольца, положившей прочное начало новѣйшимъ возрѣніямъ на природу электричества:

„Если приложить атомистическую гипотезу къ электрическимъ явленіямъ въ соединеніи съ закономъ Фарадея, то она приводитъ къ поразительному

элементарныхъ зарядовъ, будемъ для удобства терминологіи называть катодіемъ  $-Kt$  каждую отдѣльную единичку отрицательнаго заряда, и анодіемъ  $An$  каждую отдѣльную единичку положительнаго. Величина ихъ считается  $8.10^{-20}$  кулона или  $8.10^{-21}$  абсол. единицы электрическаго заряда <sup>1)</sup>).

Наблюденія надъ температурами замерзанія растворовъ солей и явленіями, сопровождающими ихъ электролизъ, ясно обнаруживаютъ, что въ электролитическихъ растворахъ атомы металла почти цѣликомъ отдѣлены отъ кислотнаго остатка или галоида, при чемъ всѣ *оксифильные* (стремящіеся къ кислороду) пункты сцѣпленія металла насыщены элементарными зарядами катодія, а всѣ *гидрофильные* (стремящіеся къ водороду и металламъ) пункты сцѣпленія кислотнаго остатка или галоида насыщены такими же зарядами анодія. Съ этой точки зрѣнія при раствореніи, напримѣръ, хлористаго натрія въ водѣ происходитъ какъ бы двойной обмѣнъ съ нейтрализованнымъ элемен-

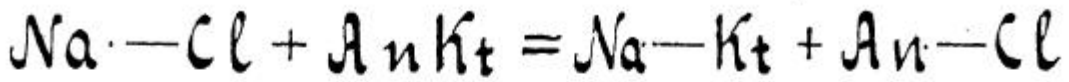
---

заключенію. Разъ мы принимаемъ, что существуютъ атомы химическихъ элементовъ, то должны неизбѣжно заключить далѣе, что также и электричество какъ положительное, такъ и отрицательное раздѣлено на опредѣленные элементарныя количества, которыя играютъ роль *атомовъ электричества*. Всякій іонъ (*т.-е. одиночный атомъ*), пока онъ движется въ жидкости, долженъ удерживать *по одному* электрическому эквиваленту на каждую единицу сродства... Одинъ и тотъ же атомъ можетъ быть заряженъ въ различныхъ соединеніяхъ электрическими эквивалентами противоположныхъ знаковъ. Уже Фарадей указывалъ на сѣру какъ на элементъ, который можетъ являться катиономъ и аніономъ. Она—аніонъ въ расплавленномъ сѣрнистомъ серебрѣ,  $Ag_2 S$ , и можетъ быть катиономъ въ концентрированной сѣрной кислотѣ“.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы исходимъ цѣликомъ изъ этихъ воззрѣній Гельмгольца, но для ясности даемъ „атомамъ“ какъ положительнаго, такъ и отрицательнаго электричества опредѣленные названія и знаки ( $Kt$  и  $An$ ) и вводимъ ихъ въ структуры молекулъ какъ дополнительные атомы электричества“. Благодаря этому, наше изложеніе дѣлается свободнымъ отъ всякихъ неопредѣленностей и экивоковъ.

<sup>1)</sup> См., напримѣръ, Роб. Люпке: „Осп. электрохиміи“, перев. С. Сознова 1897.

тарнымъ зарядомъ электрической энергіи, присутствующимъ въ видѣ молекулы  $An-Kt$ .



Хлористый  
натрій.

Нейтральный  
зарядъ.

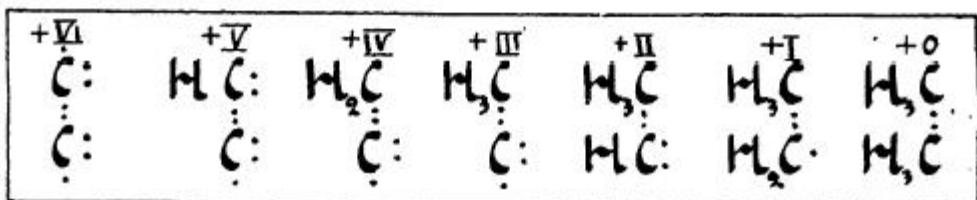
Катионъ  
натрія.

Анионъ  
хлора.

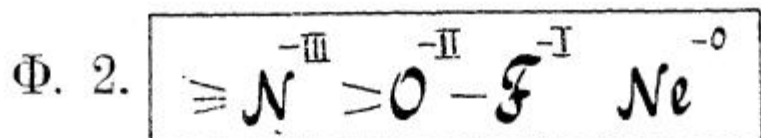
А при кристаллизациі изъ раствора происходитъ какъ бы обратная реакція двойного обмѣна съ выдѣленіемъ изъ раствора осадка хлористаго натрія и нейтрализованнаго заряда  $An Kt$ , остающагося въ растворѣ.

Для того, чтобы два атома, напримѣръ,  $Na$  и  $Cl$ , могли синтезироваться въ одинъ, съ большимъ вѣсомъ и другою валентностью, необходимо чтобы ихъ интраатомныя цѣпи соединились своими концами въ одну непрерывную цѣпь. А это можетъ быть лишь въ томъ случаѣ, если конечныя звенья тѣхъ подъ-атомовъ  $\equiv Z \equiv$ , которые играютъ въ этихъ цѣпяхъ роль углерода карбогидридовъ, соединились между собой *одноименными* пунктами сцѣпленія и притомъ непременно *анионизирующимися*. Это послѣднее условіе необходимо. Всѣ наши діаграммы и схемы періодическихъ системъ показываютъ, что внутреннія звенья структурныхъ цѣпей, составляющихъ данный химическій индивидуумъ, обязательно соединены тѣми самыми пунктами сцѣпленія, число которыхъ *убываетъ* по мѣрѣ возрастанія вѣса химическихъ единицъ, содержащихся въ каждомъ періодѣ данной системы. У карбогидридовъ, гдѣ, по мѣрѣ возрастанія вѣса, убываетъ число *катионизирующихся* (оксифильныхъ) пунктовъ сцѣпленія,

Фиг. 1.



звенья (ф. 1) связаны этими же пунктами, потерявшими свои заряды. У минеральных элементов, где съ возрастаніемъ вѣса убываетъ въ каждой строкѣ число аніонизирующихся (гидрофильныхъ) пунктовъ,



ими же должны скрѣпляться и звенья интраатомныхъ цѣпей. Неизбѣжность этого должна быть совершенно ясна для читателя, какъ только онъ припомнить, что и самое возрастаніе атомнаго вѣса минеральныхъ элементовъ зависитъ, по нашей теоріи, отъ постепеннаго насыщенія ихъ аніонизирующихся пунктовъ постороннимъ веществомъ, соотвѣтствующимъ водороду у карбогидридовъ. Значить, и синтезъ двухъ атомовъ въ одинъ можетъ случиться лишь въ томъ случаѣ, если аніонизированные пункты сцѣпленія у конечныхъ звеньевъ двухъ атомовъ, *потерявъ весь свои заряды*, достаточно сблизятся между собой. А такого случая, повидимому, никогда не случается въ окружающей насъ природѣ или при современныхъ космическихъ условіяхъ. Въ солеобразныхъ и окислообразныхъ соединеніяхъ сцѣпляются всегда два разнородныхъ пункта: аніонизирующійся у одного атома съ катионизирующіимся у другого. Оттого и возможно разложеніе такихъ соединеній электролизомъ. У элементобразныхъ же соединеній, каковы карбогидриды, звенья структурныхъ цѣпей связаны *катионизирующіимися* пунктами сцѣпленія углерода, вслѣдствіе чего и этотъ элементъ не синтезируется въ новое элементарное вещество той же самой минеральной системы.

Только въ молекулахъ металлоидовъ, на примѣръ,  $\text{F} \setminus / \text{F}$ , потеря аніонныхъ зарядовъ при ихъ выдѣле-

ни на анодѣ заставляетъ предполагать сдѣвленіе атомовъ черезъ анионизирующіеся пункты. Отсутствие синтеза въ данномъ случаѣ можно объяснить лишь тѣмъ, что какая-то спеціальная отталкивающая сила ослабляетъ притягательное дѣйствіе этихъ пунктовъ сравнительно съ тѣми анионизирующимися же пунктами, которыми скрѣплены звенья интраатомныхъ цѣпей у каждаго изъ атомовъ галоида. Какая же это сила? По всей вѣроятности, та же самая, которая увеличиваетъ и паевые объемы крайнихъ членовъ періода на нашихъ діаграммахъ (діагр. 17, стр. 89).

Дѣйствительно, всестороннее изученіе явленій, замѣчаемыхъ при электролизѣ, показываетъ намъ, что у минеральныхъ элементовъ насыщены зарядами Kt или An не только тѣ пункты сдѣвленія, которые отдаютъ свои заряды при обычныхъ случаяхъ электролитическаго распредѣленія, но и всѣ остальные. Возьмемъ, на примѣръ, сѣру. При электролизѣ сѣрнистыхъ соединеній въ родѣ  $K_2S$  этотъ элементъ отдаетъ на анодѣ два одновалентныхъ анодійныхъ заряда, значитъ здѣсь имѣемъ анионъ  $An_2S$ , аналогичный  $H_2S$ . При электролизѣ же паровъ сѣрнаго ангидрида  $SO_3$ , эта же самая сѣра должна будетъ выдѣляться уже на катодѣ, отдавая ему 3 двувалентныхъ по анодію, катодійныхъ ( $Kt_2$ ) заряда. Значитъ, здѣсь имѣемъ катионъ  $S(Kt_2)_3$ , аналогичный самому сѣрному ангидриду  $SO_3$ .

Обобщая оба случая выдѣленія іоновъ тѣмъ же самымъ элементомъ, приходимъ къ заключенію, что атомъ сѣры въ своемъ изолированномъ состояніи долженъ имѣть при себѣ два анодійныхъ и шесть катодійныхъ зарядовъ —  $An_2SKt_6$  — соотвѣтственно своей водородной и кислородной валентности (или экстраполированной—галоидной). Приложивъ то же самое пра-



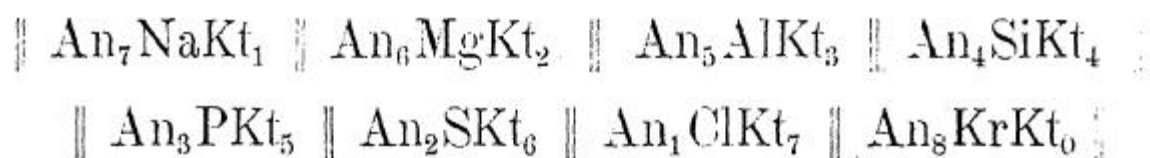
вило ко всѣмъ остальнымъ элементамъ первыхъ двухъ періодовъ, получаемъ слѣдующую картину:

1) Каждый элементъ первыхъ двухъ строкъ имѣеть на концахъ своего изолированного атома въ суммѣ восемь пунктовъ сцѣпленія, насыщенныхъ зарядами электрической энергіи.

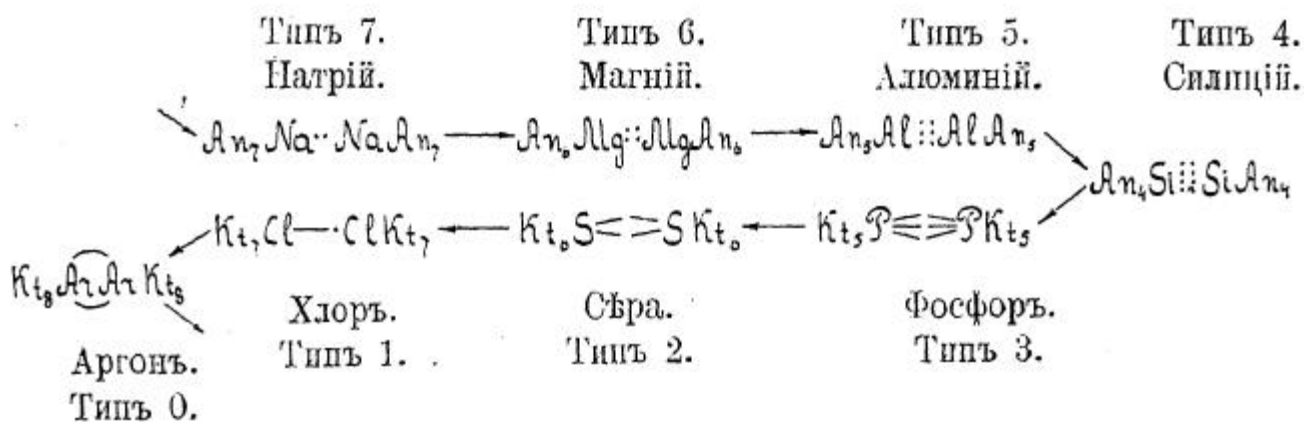
2) Число катионныхъ (катодійныхъ) зарядовъ возрастаетъ соотвѣтственно максимальной (по экстраполюванію) галоидной валентности атома.

3) Число анионныхъ зарядовъ убываетъ соотвѣтственно максимальной (по экстраполюванію) водородной валентности атома.

Все это ясно видно на примѣрѣ втораго періода минеральныхъ элементовъ:



При выдѣленіи на электродахъ происходитъ прежде всего сцѣпленіе атомовъ пунктами, потерявшими свои заряды. Значить, получаютъ прежде всего парныя соединенія, которыя назовемъ *статэрами* твердаго тѣла въ отличіе отъ молекулъ, содержащихъ иногда и по одному атому. Вотъ они для нашего втораго періода:



Теперь намъ совершенно ясны причины ненормальнаго увеличенія атомныхъ (или полустатэрныхъ объ-

емовъ крайнихъ членовъ періода и дугообразное искривленіе первоначальныхъ прямолинейныхъ зигзаговъ на линіи  $A_2B_2$  нашихъ прежнихъ діаграммъ (діаг. 16, стр. 85, и діагр. 17, стр. 89).

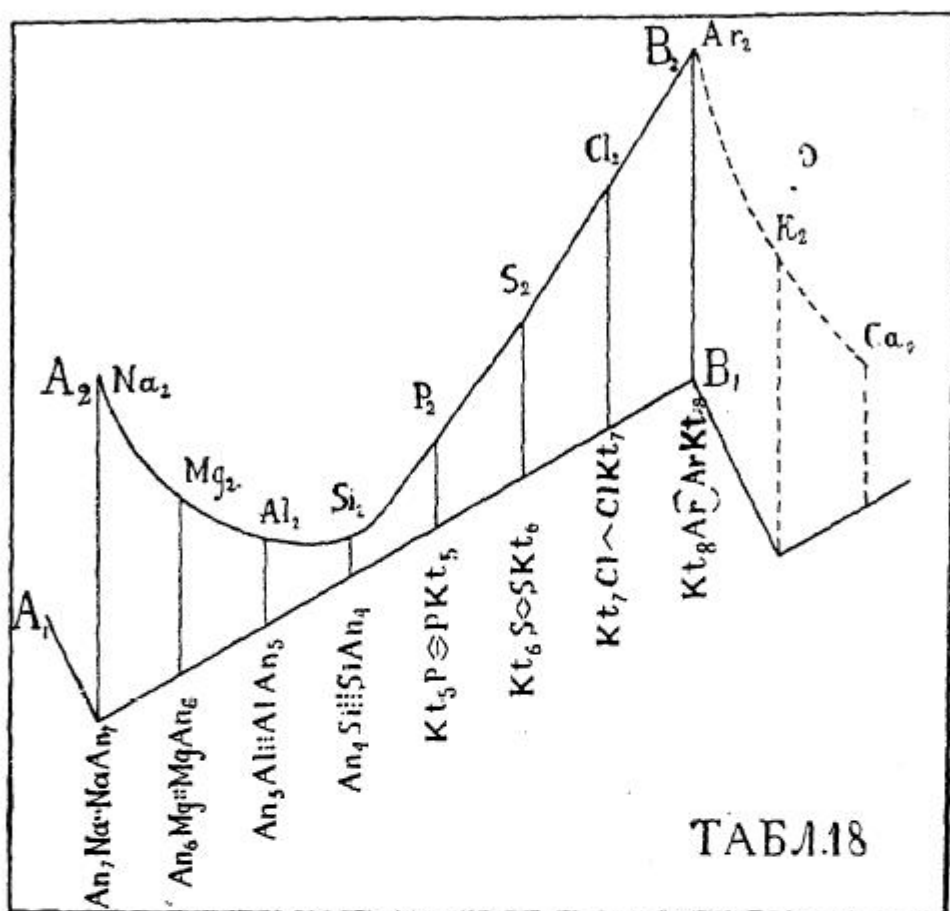
Въ самомъ дѣлѣ: допустимъ, что при отсутствіи зарядовъ  $Ap$  и  $Kt$ , оба атома были бы одинаково плотно прижаты другъ къ другу въ своихъ статѣрахъ, и потому объемы ихъ возрастали бы прямолинейно, какъ у карбогидридовъ. Какія измѣненія произвело бы въ нихъ присутствіе зарядовъ  $Ap$  или  $Kt$ ? Какъ ни ничтожны эти элементарныя единички электрической энергіи, но на тѣхъ неизмѣримо малыхъ разстояніяхъ, которыя отдѣляютъ два атома въ молекулѣ, ихъ отталкивательное дѣйствіе должно имѣть конечную величину и должно болѣе или менѣе раздвинуть междуатомныя промежутки. Не вдаваясь въ математическій анализъ, за неимѣніемъ точныхъ данныхъ относительно стереометрическаго распредѣленія этихъ зарядовъ, мы только укажемъ общій характеръ этого отталкивательнаго дѣйствія.

Начертимъ прямолинейный зигзагъ  $A_1 B_1$  (на табл. 18) для первоначальныхъ объемовъ у элементовъ, напримѣръ, 2-го періода по образцу тѣхъ зигзаговъ, которые мы видѣли у карбогидридовъ, и отмѣтимъ слѣдующія обстоятельства:

1) У натрія статѣра стягивается одной связью, а отталкивается 14-ю зарядами, потому и расширение первоначальнаго объема здѣсь будетъ очень большимъ. Отмѣтимъ его условно на таблицѣ точкой  $Na_2$ .

2) У магнія статѣра стягивается двумя связями, сильнѣе чѣмъ у натрія, а раздвигается только шестью парами зарядовъ; значитъ, расширение первоначальнаго объема здѣсь будетъ значительно менѣе, и

точка  $Mg_2$  должна быть поставлена ближе къ первоначальной прямой  $A_1B_1$ .



3) У Al и Si число стягивающихъ связей еще болѣе увеличивается, а число растягивающихъ паръ зарядовъ уменьшается, поэтому расширение ихъ объемовъ будетъ сравнительно незначительно, и ихъ увеличенные объемы не будутъ лежать очень далеко отъ нормальныхъ.

4) У P, S и Cl новые объемы лежали бы еще ближе къ прямой  $A_1B_1$  если бы при отвердѣваніи или выходѣ изъ соединений они выдѣляли тоже заряды катодія. Но мы знаемъ, что въ своей обычной электролитической аллотропіи, они выдѣляютъ уже аніонные заряды, оставляя при себѣ катіонные <sup>1)</sup>. А такъ какъ

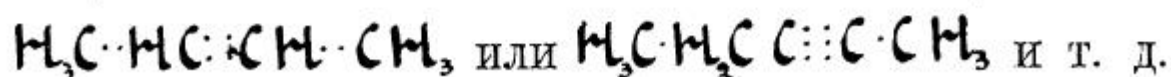
<sup>1)</sup> Отсюда вытекаетъ, что металлоиды, смотря по тому, выдѣляются ли они на катодѣ, изъ своихъ окисловъ, или на анодѣ, изъ металлическихъ соединений, должны имѣть различные плотности и объемы. Обычныя ихъ аллотропическія состоянія, вѣроятно, соединенія обѣихъ формъ.

число этихъ зарядовъ все возрастаетъ по мѣрѣ движенія къ правому концу строки, то и кривая  $A_2B_2$  снова сильно пойдетъ вверхъ. У послѣдняго же члена періода (Ar въ нашей строкѣ) не произойдетъ даже и дубликаціи атомовъ въ статеру твердаго состоянія, пока, при сильномъ пониженіи температуры, не вступятъ въ дѣйствіе тѣ дополнителныя связи, которыя у остальныхъ элементарныхъ тѣлъ вызываютъ образованіе двойныхъ или кристаллизаціонныхъ соединеній. Но о нихъ будетъ далѣе. Теперь же замѣтимъ, что паевой объемъ аналоговъ аргона долженъ быть очень великъ.

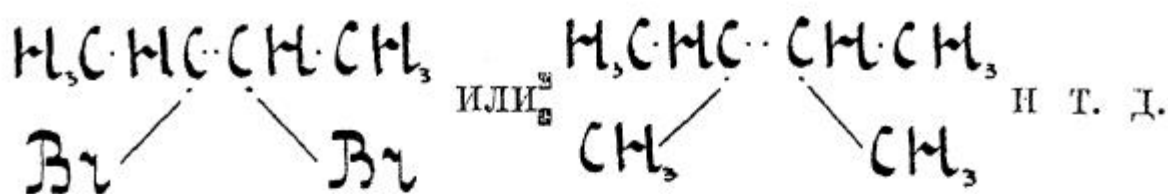
Итакъ, вмѣсто первоначальнаго прямолинейнаго зигзага мы получимъ ту самую кривую линію  $A_2B_2$ , которая, дѣйствительно, и наблюдается у минеральныхъ элементовъ.

Это же самое обстоятельство, т.-е. отталкиваніе одноименныхъ зарядовъ, объясняетъ намъ и отсутствіе синтеза галоидовъ на анодѣ въ новыя элементарныя тѣла.

И замѣчательное совпаденіе: то же самое, повидимому, происходитъ и у карбогидридовъ при аналогичныхъ условіяхъ. Припомнимъ то, что мы говорили по поводу кратныхъ связей внутри нормальныхъ цѣпей. По стереохимическимъ соображеніямъ (на основаніи уже установленнаго въ наукѣ распредѣленія пунктовъ оксифильнаго сцѣпленія у углероднаго атома, по четыремъ угламъ описаннаго тетраэдра)—объемы алифатическихъ карбогидридовъ, соединенныхъ двойной или тройной связью,



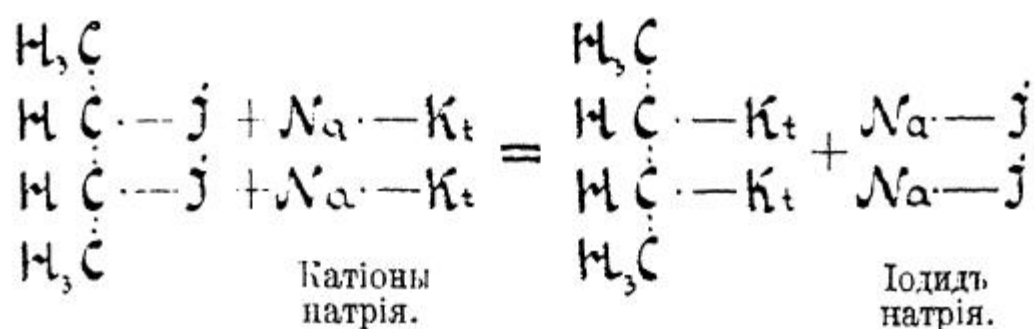
должны бы быть менѣе объемовъ изомерныхъ съ ними циклическихъ цѣпей, или этихъ же самыхъ цѣпей въ ихъ соединеніяхъ:



Однако часто оказывается совсѣмъ наоборотъ: двойная и особенно тройная связь въ нѣкоторыхъ алифатическихъ соединеніяхъ (по Буффу<sup>1)</sup>) увеличиваетъ объемъ цѣпи отъ 1,3 до 3,0 единицъ сравнительно съ вычисленными по Коппу. Вообще же говоря, оба конца такой цѣпи обнаруживаютъ свойства двухъ *отдѣльныхъ* карбогидридовъ, связанныхъ въ одну молекулу, въ родѣ молекулы кислорода  $\text{O} \langle \rangle \text{O}$  или азота  $\text{N} \equiv \text{N}$ , и распадаются въ этомъ мѣстѣ при дѣйствіи соответствующихъ реагентовъ.

До сихъ поръ всѣ попытки объяснить это раздвиженіе не выдерживали серьезной критики со стереохимической точки зрѣнія, а теперь путемъ обратнаго наведенія, отъ минеральныхъ элементовъ къ карбогидридамъ, мы прямо можемъ сказать, что иначе и быть не можетъ. Дѣло въ томъ, что выраженіе «двойная связь», которое мы до сихъ поръ должны были употреблять, чтобы говорить на общепринятомъ языкѣ, совершенно неправильное выраженіе. Можно сказать съ увѣренностью, что никакихъ двойныхъ связей въ современныхъ нормальныхъ карбогидридныхъ цѣпяхъ не существуетъ, потому что вслѣдъ за выдѣленіемъ двухъ атомовъ галоида изъ середины цѣпи, освободившіеся пункты сцѣпленія сейчасъ же катионируются:

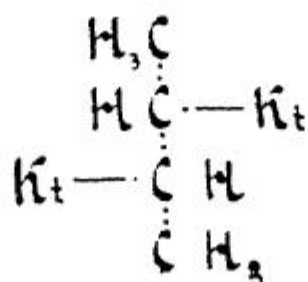
<sup>1)</sup> Рихтеръ: „Химія углерод. соед.“, перев. подъ ред. Н. Бекетова 1884 г., стр. 29.



Въ результатъ происходитъ слѣдующія неизбежныя послѣдствія:

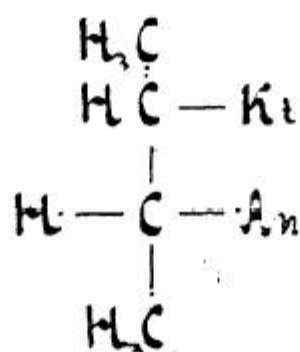
1) Раздвиженіе катионизированныхъ звеньевъ карбогидрида вслѣдствіе отталкиванія одноименныхъ зарядовъ, а потому и соответственное увеличеніе объема и склонность цѣпи разорваться въ этомъ мѣстѣ на два отдѣльные карбогидрида.

2) Поворотъ одного конца цѣпи въ антиподное положеніе относительно другого

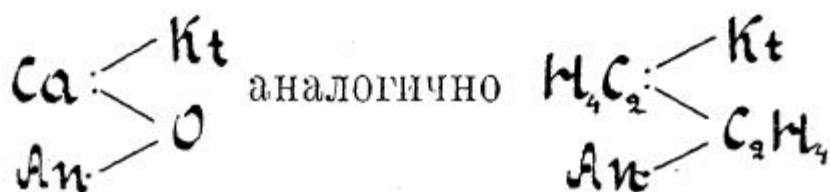


и прочная установка обоихъ звеньевъ въ этомъ положеніи безъ возможности обратнаго поворота по тѣмъ же самымъ причинамъ отталкиванія двухъ Кt.

Однако въ той же цѣпи можетъ быть и другой случай іонизированія:



т. е. присоединеніе двухъ разноименныхъ зарядовъ. Въ этомъ случаѣ оба атома углерода тоже будутъ лишены возможности вращаться на своей средней связи, и оба іонизированные звена будутъ стягиваться дѣйствіемъ разноименныхъ зарядовъ. Но зато они получаютъ склонность раздѣляться электролизомъ, какъ солеобразныя соединенія.

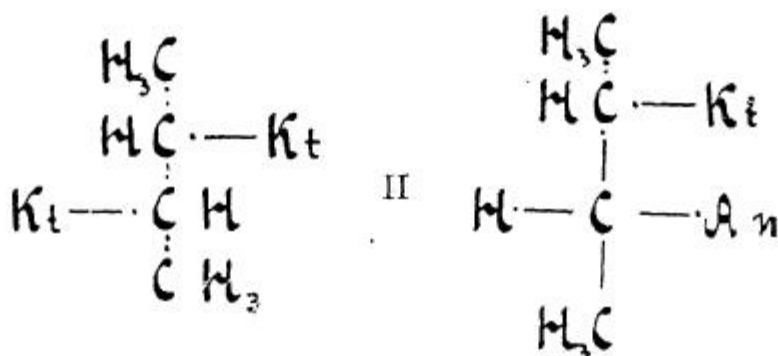


Полуіонизированный  
оксидъ кальція.

Полуіонизированный эти-  
лиденидъ этилидена.

Мы видимъ, что и въ той и въ другой стереоизомеріи нормальныя цѣпи съ псевдо-двойными (или псевдо-тройными) связями оказываются болѣе сходными съ взаимными соединеніями двухъ отдѣльныхъ карбогидридовъ, а не съ однимъ индивидуумомъ, синтезировавшимся изъ двухъ.

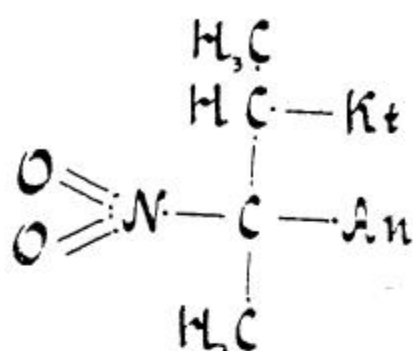
Сравнивъ между собой обѣ стереоизомерныя формы,



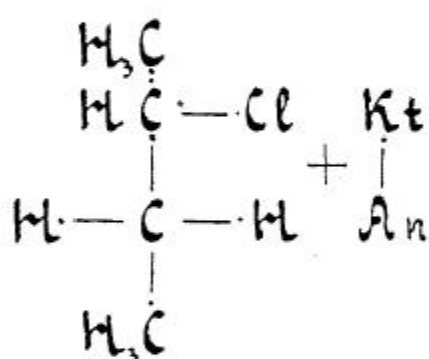
замѣчаемъ, что онѣ должны различаться между собой слѣдующими особенностями.

1) Вторая форма должна довольно легко замѣщать свой водородъ, находящійся при аніонизированномъ

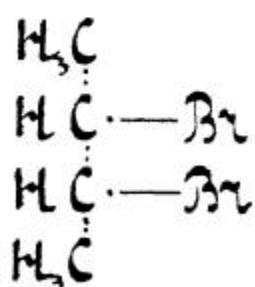
звень, электроположительными группами, например, нитрироваться.



Еще болѣе легко она должна фиксировать къ себѣ кислоты или голоидъ - водороды, выдѣляя молекулу KtAn и давая продукты:



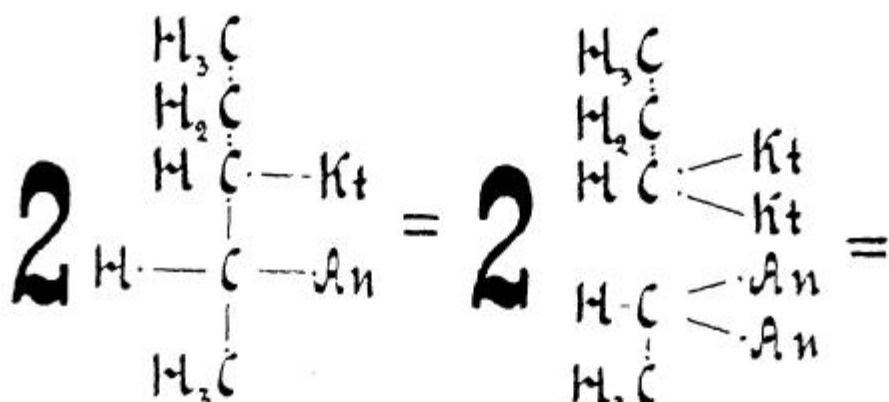
Первая же форма должна лишь съ трудомъ давать подобныя соединенія или не давать ихъ совсѣмъ безъ перехода во второй стереоизомеръ, но зато она легче должна бромироваться, давая



2) При введеніи боковыхъ группъ, первая форма должна давать, путемъ замѣщенія водорода при іонизированныхъ звеньяхъ, trans-изомеры, а вторая cis-изомеры, при чемъ всѣ различія, указанные въ первомъ

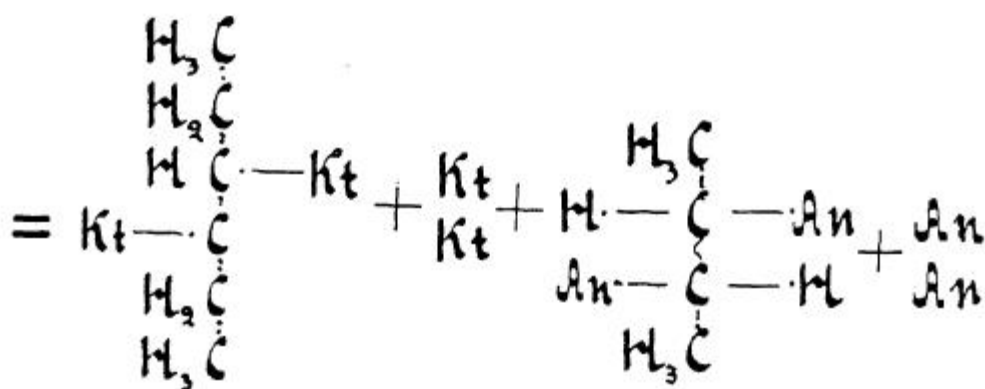


пунктъ, должны сохраняться и здѣсь. Кроме того, очень возможно, что *cis*-изомеры при подходящей обстановкѣ будутъ подвергаться и электролизу, а въ такомъ случаѣ, когда двойная связь находится не посрединѣ, должны получаться новыя цѣпи, и притомъ всегда съ переводомъ *cis*-изомерныхъ формъ въ *trans*-изомерныя:



Полуіоны въ обычномъ состояніи.

Полные іоны подѣйствиємъ тока.



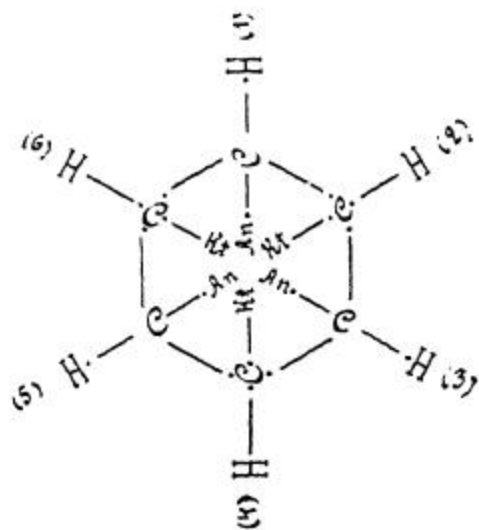
Синтезъ на катодѣ.

Синтезъ на анодѣ (вѣроятно, съ распаденіемъ анионизированной системы).

Насколько оправдаются эти выводы, покажетъ будущее. Авторъ же этого изслѣдованія не имѣетъ возможности дѣлать какіе-либо опыты въ подтвержденіе или опроверженіе своихъ теорій и гипотезъ <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Въ имѣющихся у меня источникахъ не оказалось даже плотности хотя бы малеиновой и фумаровой кислотъ (представляющихъ, мнѣ кажется, простой случай такой изомеріи), чтобы сравнить между собой ихъ удѣльные объемы. (Примѣчаніе, сдѣланное къ рукописи въ Шлиссельбургской крѣпости).

Однако несомнѣнно, что бензолъ (въ его обычной стереоизомеріи) обнаруживаетъ рѣзкое сжатіе звеньевъ въ своей структурной цѣпи, и это позволяетъ намъ признать за его кольцомъ такое *нормальное* строеніе:



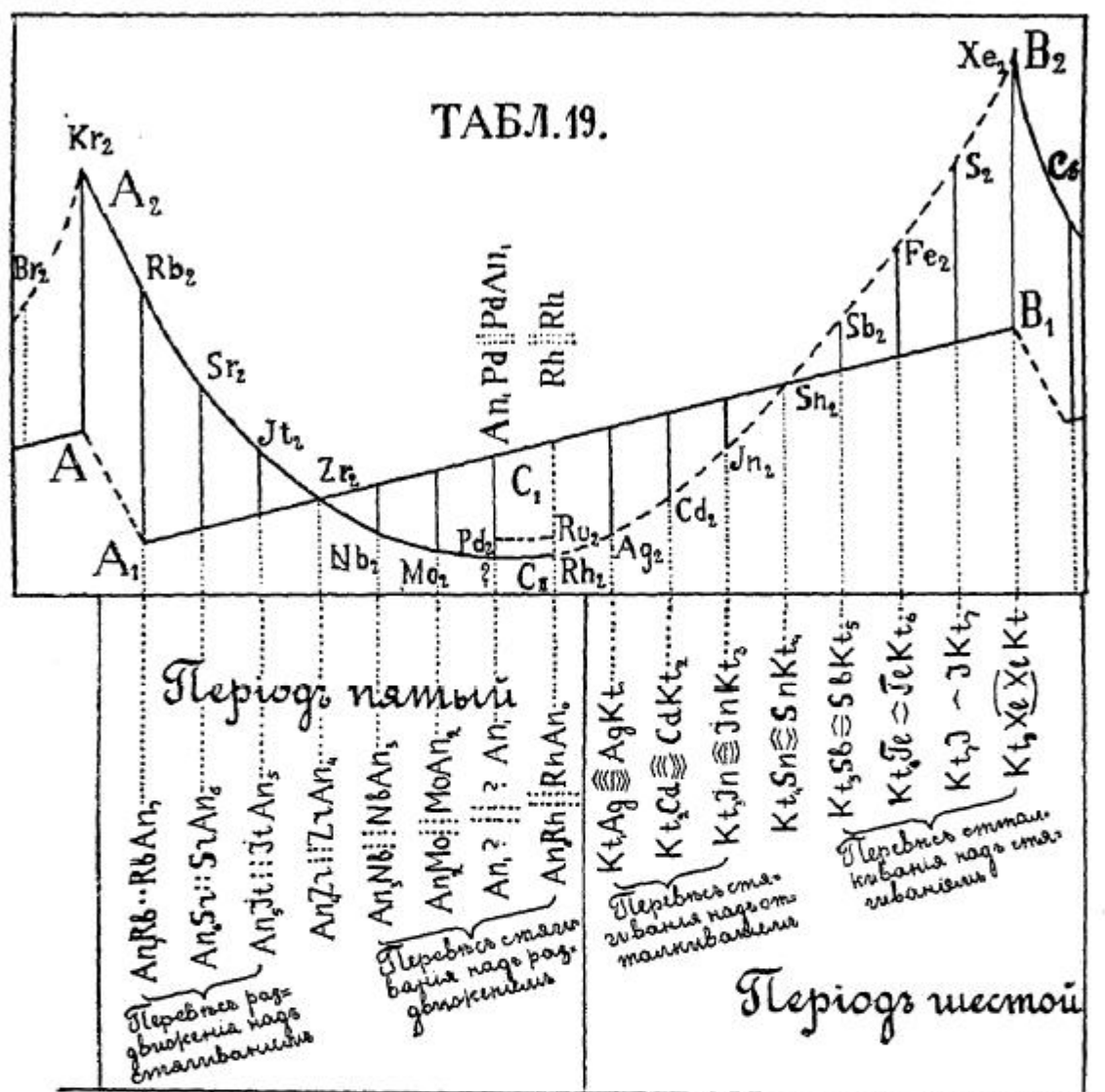
Здѣсь три атома водорода (2, 4 и 6) составляютъ какъ бы вторые заряды катодія при томъ же атомѣ углерода и потому должны легко замѣщаться рѣзкими электроотрицательными радикалами (напримѣръ, кислотными остатками  $O_2N \cdot — O —$  или  $HO_3S \cdot — O —$ ). Промежуточные же атомы (1, 3 и 5) должны быть болѣе склонны къ замѣщенію электроположительными атомами щелочныхъ металловъ, потому что сами находятся въ электроположительномъ состояніи. Очень вѣроятно, что послѣднее замѣщеніе и удастся осуществить при высокихъ температурахъ, такъ какъ при современныхъ условіяхъ металлы уже не образуютъ карбидовъ. Что же касается до перваго предположенія, то оно оправдывается и современной химической практикой. При нитрированіи и сульфированіи *обычнаго* бензола особенно легко и удачно замѣщаются только тѣ три (чередовые) атома водорода (2, 4 и 6), на которые и указываетъ теорія. Замѣщеніе же промежуточныхъ атомовъ (1, 3 и 5) совершается лишь кос-

венными путями или съ бóльшимъ трудомъ, такъ какъ оно требуетъ неестественной перестановки зарядовъ или ихъ замѣны противоположными зарядами. Вѣроятно, при этихъ случаяхъ и объемъ ядра окажется расширеннымъ вслѣдствіе взаимнаго отталкиванія одноименныхъ зарядовъ. Однако возвратимся къ нашему главному предмету.

Допустивъ, что наша гипотеза справедлива, т.-е. что присутствіе одноименныхъ или разноименныхъ зарядовъ на сосѣднихъ звеньяхъ углерода въ карбогибридахъ, мѣшаетъ ихъ синтезу въ одну новую химическую единицу, мы неизбежно должны придти къ заключенію, что это же обстоятельство должно мѣшать и синтезу минеральныхъ атомовъ въ новые атомы, обладающіе бóльшимъ вѣсомъ. Такимъ образомъ мы получаемъ новыя указанія на особенности строенія атомовъ, которыми и воспользуемся въ своемъ мѣстѣ, а теперь снова будемъ говорить о паевыхъ объемахъ.

Мы видѣли выше, что предполагаемое нами распределеніе зарядовъ  $Kt$  и  $An$  основано на фактахъ электролитической диссоціи солеобразныхъ и окислообразныхъ минеральныхъ соединеній, и что оно прекрасно объясняетъ изгибы двухъ первыхъ зигзаговъ нашихъ объемныхъ діаграммъ (17, стр. 89, и 18, стр. 98). Но почему же въ нечетныхъ періодахъ у дальнѣйшихъ строкъ системы происходитъ паденіе объемовъ до самаго ихъ конца? Это объясняется самими электролитическими особенностями представителей нечетныхъ періодовъ, начиная съ третьяго, — тѣмъ, что всѣ они отъ начала до конца выдѣляются на катодѣ, а слѣдовательно, при переходѣ въ статеру твердаго состоянія ихъ атомы связываются катионными пунктами сцѣпленія выдѣлившими свои заряды. Такимъ образомъ для 5-го періода получаемъ

вмѣсто первоначальнаго прямолинейнаго зигзага  $AA_1C_1$ , кривую вѣтвь  $A_2C_{II}$  (табл. 19),



понижающуюся до самаго своего конца и притомъ даже ниже нормальной объемной линіи  $A_1C_1$  потому что стягивающія силы, выражающіяся въ количествѣ пунктовъ молекулярнаго сцѣпленія, увеличиваются здѣсь съ каждымъ новымъ элементомъ, а отталкивающіе заряды, наоборотъ, все уменьшаются въ своемъ числѣ, какъ это и показано внизу діаграммы періода пятого.

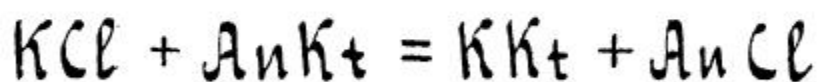
Отсюда же видно, что въ слѣдующемъ, шестомъ періодѣ ( $Ag_2 - Xe_2$  на той же діаграммѣ) должно будетъ произойти обратное поднятіе кривой въ видѣ вѣтви  $C_{II} B_2$ , какъ только мы допустимъ, что сцѣпле-

ніе двухъ атомовъ въ статэру твердаго состоянія происходитъ въ четныхъ строкахъ (начиная съ четвертой) исключительно чрезъ гидрофильные пункты сцѣпленія атомовъ, выдѣлившіе свои анодійные заряды. Несомнѣнно, что эта идея представляетъ много привлекательнаго. Во-первыхъ, послѣдніе члены четныхъ періодовъ (Te и J въ данномъ случаѣ) дѣйствительно осаждаются на анодъ съ выдѣленіемъ своихъ зарядовъ анодія, и сохраняя катодійные. Во-вторыхъ, эта разнохарактерность статэрныхъ связей у четныхъ и нечетныхъ періодовъ (читатель понимаетъ, что все, что мы сейчасъ говоримъ о пятомъ и шестомъ періодахъ, относится и ко всѣмъ остальнымъ) находится въ согласіи съ доказанной магнитностью первыхъ и диамагнитностью вторыхъ. Въ-третьихъ, какъ увидимъ далѣе, при кристаллизациі солей, даваемыхъ элементами четныхъ строкъ, ихъ гидрофильныя связи особенно легко размыкаются молекулами воды, которая и остается при соли въ видѣ кристаллизационнаго компонента въ томъ самомъ количествѣ, какое нужно, чтобы замѣнить одной молекулой воды каждую пару исчезнувшихъ анодіевыхъ зарядовъ. И, наконецъ, въ-четвертыхъ, недостатокъ щелочныхъ свойствъ и малая склонность къ соединеніямъ у аналоговъ серебра и кадмія тоже прекрасно объясняется съ этой точки зрѣнія. Только какъ объяснить въ этомъ случаѣ, что, при обычномъ осажденіи Ag, Cd, In, Sn и Sb на катодъ изъ ихъ галоидныхъ соединеній, они выдѣляютъ тѣ самые заряды катодія, которые мы предполагаемъ присутствующими у нихъ въ твердомъ состояніи? Изъ какого источника могли бы атомы этихъ металловъ въ моментъ осажденія снова получать свои катодійные заряды въ обмѣнъ на анодійные, которые они при этомъ должны потерять? Если пред-

ставленные нами статеры четныхъ периодовъ справедливы, то, при осажденіи на катодѣ заключающихся въ этихъ периодахъ металловъ, должны происходить побочные процессы, можетъ быть даже и накопленіе одноименныхъ элементарныхъ зарядовъ у молекулъ, увеличивающее поляризацію электродовъ.

Однако мы не можемъ входить здѣсь въ обсужденіе всѣхъ частныхъ этого вопроса, требующаго еще специальной электрохимической обработки. Въ настоящемъ случаѣ мы только хотѣли показать, что дугообразныя искривленія первоначальныхъ прямолинейныхъ зигзаговъ у *объемныхъ* кривыхъ на нашихъ діаграммахъ возможно объяснить вліяніемъ находящихся при атомахъ катионныхъ или анионныхъ зарядовъ, а эти заряды—фактъ, установленный электрохиміей.

Всѣ явленія, замѣчаемыя при электролизѣ, приводятъ къ заключенію, что элементарные электрическіе заряды играютъ очень важную роль въ строеніи атомовъ, и сами могутъ считаться *атомами* особаго рода энергіи. Всѣ наши формулы двойного обмѣна между солями и нейтрализованными зарядами, въ родѣ



Хлористый  
калій.

Нейтральный  
зарядъ.

Катионъ  
калія.

Анионъ  
хлора.

могутъ казаться странными только тому, кто привыкъ считать атомы за простыя массы, а электрическую энергію за движеніе этихъ атомовъ. Но это не вѣрно. Атомы—это настоящія физическія тѣла, т.-е. тѣлесныя скопленія энергіи  $\frac{MV^2}{2}$ , аналогичныя скопленіямъ электрической энергіи  $\frac{EV^2}{2}$ , катионамъ или анионамъ,

а потому и наши формулы показываютъ только взаимныя соотношенія двухъ родовъ энергій <sup>1)</sup>. Единственная вещь, которая можетъ возбудить недоумѣнїе, это—почему куски чистыхъ металловъ и металлоидовъ, если всѣ ихъ атомы содержатъ избытокъ одноименныхъ электрическихъ «атомовъ», не образуютъ вокругъ себя полей притяженія или отталкиванія. Однако и на это возраженіе можно найти отвѣтъ. Элементарныя единицы электричества, приставшія къ пунктамъ атомнаго сцѣпленія, повидимому, сильно отличаются отъ своихъ свободныхъ скопленій. Онѣ также ориентируютъ свое дѣйствіе въ опредѣленномъ направленіи, какъ и сами пункты атомнаго сцѣпленія и вообще всякая химическая энергія. Все, что мы видѣли до сихъ поръ, заставляетъ предполагать, что вся энергія этихъ зарядовъ потратилась уже на расширеніе междуатомныхъ промежутковъ и проявляется внѣшнимъ образомъ лишь какъ энергія химическаго сродства, а потому и наши символы An и Kt представляютъ изъ себя уже отработавшую и «превращенную» энергію, которая не можетъ совершать никакихъ новыхъ чисто электрическихъ воздѣйствій, пока совершенно не отдѣлилась отъ атома или не направилась на новый атомъ.

Послѣднюю оговорку мы дѣлаемъ со спеціальной цѣлью перейти къ новой еще неразсмотрѣнной нами особенности періодической системы минеральныхъ элементовъ.

---

<sup>1)</sup> Воспитанный въ концѣ 70 годовъ XIX вѣка на монистической теоріи электричества (+ = избытку, — = недостатку), авторъ этой статьи долго и упорно держался за это воззрѣнїе, пока факты не заставили его придти къ тому роду дуализма, который изложенъ здѣсь.

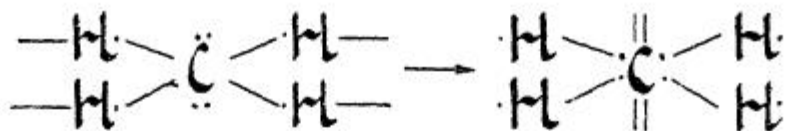
## ГЛАВА IV.

## Вліяніе элементарныхъ зарядовъ электричества на химическое сродство минеральныхъ элементовъ и на объемы ихъ взаимныхъ соединеній.

Изъ химіи извѣстно, что по мѣрѣ того, какъ возрастаетъ при атомѣ число однородныхъ пунктовъ сѣщленія, сила каждаго отдѣльнаго пункта чѣмъ-то ослабляется. Притягательная энергія отдѣльнаго оксифильнаго пункта сѣщленія проявляется внѣшнимъ образомъ всего сильнѣе, когда этотъ пунктъ находится *въ единственномъ числѣ* при атомѣ, на примѣръ, у Li, K, Rb, Cs. Когда же количество этихъ пунктовъ возрастаетъ до 7 или 8 единицъ, то притяженіе каждаго изъ нихъ дѣлается чрезвычайно слабымъ или прямо доходитъ до нуля (какъ, напр., у F, Ne, Ar, Kr, Xe).

Еще въ бѣльшей мѣрѣ это проявляется на гидрофильныхъ пунктахъ. У галоидовъ, гдѣ существуетъ только одинъ такой пунктъ, его энергія очень велика. У гомологовъ сѣры, гдѣ ихъ два, каждый пунктъ реагируетъ соотвѣтственно слабѣе, а подвигаясь дальше по типамъ періодической системы, увидимъ, что дѣйствіе гидрофильныхъ пунктовъ ослабѣваетъ при движеніи отъ металлоидовъ къ металламъ необыкновенно быстро. Уже въ четвертомъ типѣ, при наличности четырехъ гидрофильныхъ пунктовъ, почти совершенно пропадаетъ сродство къ металламъ и даже къ водороду. Только одинъ углеродъ представляетъ исключеніе въ этомъ отношеніи, но и у него водородные атомы тотчасъ же переходятъ съ гидрофильныхъ пунктовъ на оксифильные:



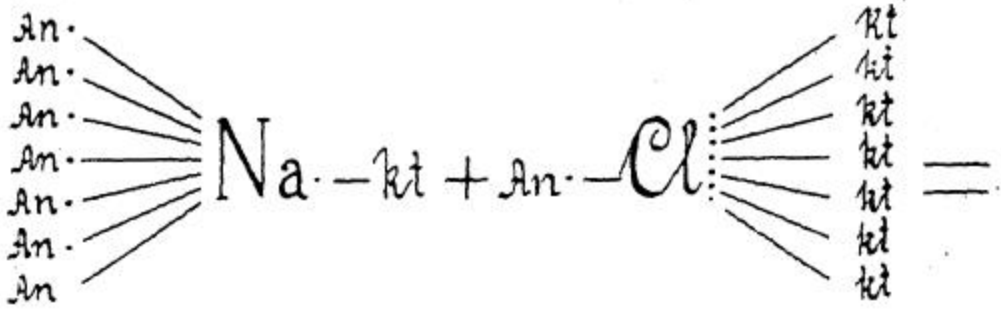


Полный карбидъ водорода.      Гидридъ углерода.

Вслѣдствіе этого изъ карбидовъ водорода, въ которыхъ водородъ электролитически аналогиченъ металлу, а углеродъ — четырехвалентному галоиду, происходятъ карбогидриды, гдѣ, наоборотъ, водородъ замѣщается пай за пай галоидами и гидроксилами, а углеродъ становится аналогиченъ металлу въ галоидныхъ соединеніяхъ. Значитъ, даже и въ этомъ случаѣ можно сказать, что притяженіе отдѣльнаго гидрофильнаго пункта сцѣпленія парализуется другими силами уже при наличности четырехъ такихъ пунктовъ у атома. Такимъ образомъ внѣшняя энергія аніонизирующихся пунктовъ, повидимому, вдвое слабѣе энергіи катионизирующихся, вѣроятно, потому, что въ космической средѣ при современныхъ намъ условіяхъ число анодѣйныхъ зарядовъ преобладаетъ надъ катодѣйными.

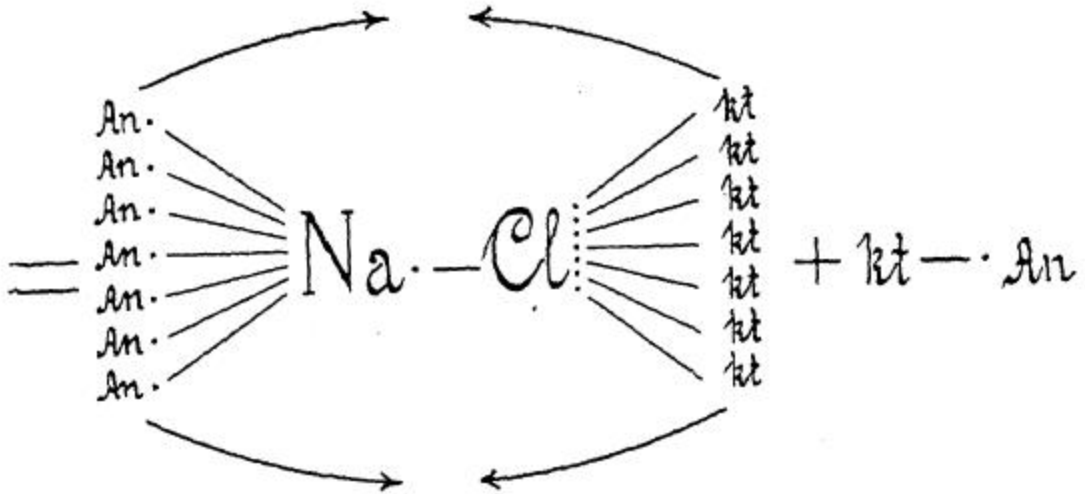
До сихъ поръ трудно было объяснить этотъ законъ ослабѣванія внѣшней энергіи каждой единицы средства по мѣрѣ возрастанія ихъ числа при атомахъ, но съ той точки зрѣнія, на которую мы только что стали, иначе и быть не можетъ. Мы уже видѣли изъ нашихъ схемъ, что чѣмъ больше у атома аніонизирующихся пунктовъ, тѣмъ менѣе катионизирующихся, и, за исключеніемъ Н и He, сумма обоихъ, повидимому, всегда равна восьми. Отсюда неизбежны слѣдующіе выводы:

1) Атомы, обладающіе однимъ катионизирующимся пунктомъ (у щелочныхъ металловъ), должны особенно жадно присоединяться къ атомамъ, обладающимъ только однимъ аніонизирующимся пунктомъ (съ галоидами), потому что въ этомъ случаѣ молекула будетъ стягиваться семью разноименными парами зарядовъ:



Полный ионъ натрія.

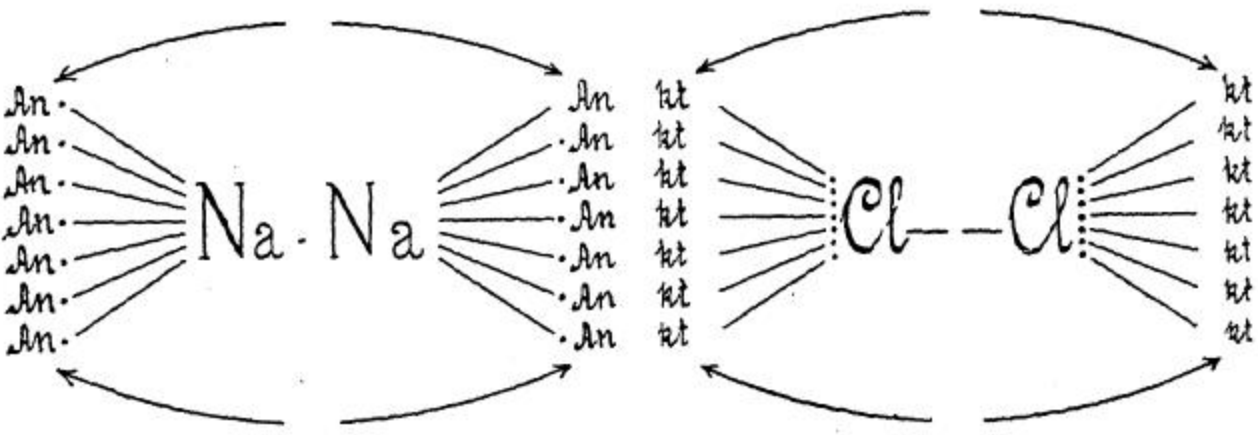
Полный ионъ хлора.



Молекула хлористаго натрія.

Нейтральный зарядъ.

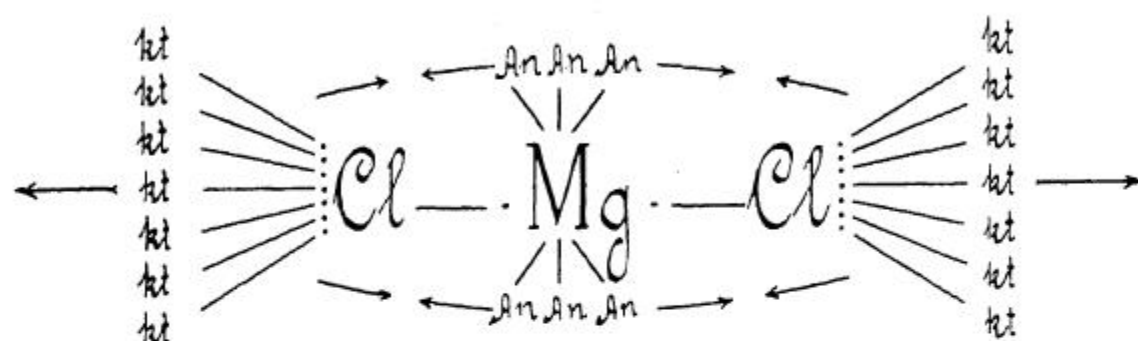
И дѣйствительно, приведенная нами молекула хлористаго натрія стянута такъ сильно, что объемъ ея въ твердомъ состояніи равенъ только 27,2 объемнымъ единицамъ, тогда какъ объемъ молекулъ чистаго натрія и чистаго хлора



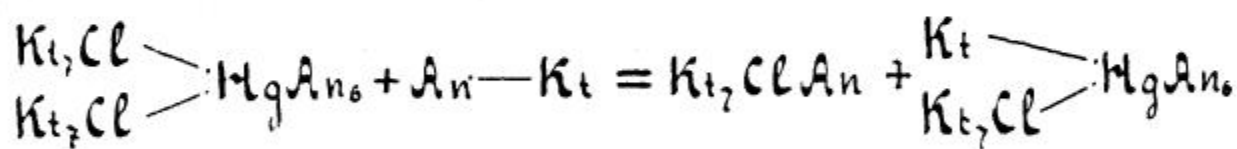
раздвигаемыхъ четырнадцатью одноименными зарядами почти вдвое больше:

$$W(\text{Na}_2) = 47,4 \text{ и } W(\text{Cl}_2) = 51,2.$$

2) Атомы, обладающие двумя катионизирующимися пунктами сщѣпления, должны слабѣе удерживать при себѣ галоиды, но все же еще очень сильно, вслѣдствіе значительной разницы въ числѣ одноименныхъ пунктовъ при ихъ молекулахъ:



Считая, что три пары Кт здѣсь притягиваются тремя парами An, найдемъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что четыре остаточныя пары Кт здѣсь взаимно отталкиваются. Такимъ образомъ возможны случаи (какъ, на примѣръ, у ртути), когда одинъ атомъ хлора дѣйствительно удаляется, оставляя болѣе уравновѣшенную молекулу HgCl



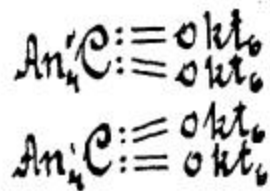
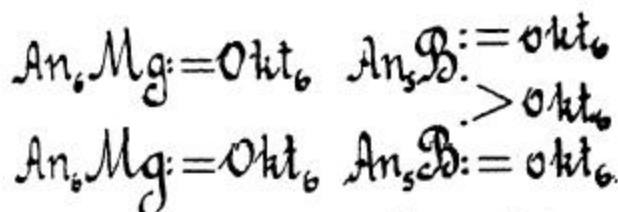
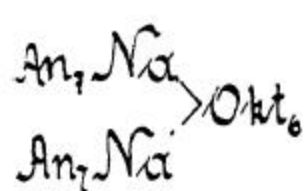
Двухлористая ртуть.      Нейтральный анионъ хлора.      Однохлористая ртуть.  
зарядъ.

3) У атомовъ, обладающихъ тремя, четырьмя и такъ далѣе, катионизирующимися пунктами сщѣпления, это неравновѣсіе между притягивающимися разноименными парами остаточныхъ зарядовъ Кт и An и отталкивающимися одноименными парами должно все возрастать, а потому совершенно понятно, что у многовалентныхъ атомовъ держатся уже только низшія степени окисленія. Понятно также, что у кислородныхъ соединений это неравновѣсіе должно чувствоваться

меньше въ высшихъ типахъ соединеній, такъ какъ у него только шесть катионныхъ зарядовъ и два гидрофильные пункта сщѣпленія. И дѣйствительно, онъ оказывается способнымъ давать даже такіе высокіе окислы, какъ  $Cl_2O_7$  или  $Os_2O_8$ , хотя всѣ они настолько непрочны, что при первой же возможности переходятъ въ низшія формы окисленія, какъ того и слѣдовало ожидать.

Всѣ эти выводы и схемы настолько элементарны, что я считаю излишнимъ переполнять страницы настоящаго изслѣдованія дальнѣйшими примѣрами и чертежами, которые легко можетъ сдѣлать и самъ читатель. Отмѣчу только одно новое обстоятельство, которое тоже говоритъ въ пользу излагаемыхъ здѣсь воззрѣній.

Если прямолинейные зигзаги первоначальныхъ объемныхъ линій у минеральныхъ элементовъ приняли на графикѣ дугообразно изогнутый видъ (на діаграммѣ 17, стр. 89) именно вслѣдствіе вліянія элементарныхъ зарядовъ  $Kt$  и  $An$ , приставшихъ къ атомамъ, то въ предѣльныхъ окислахъ этихъ элементовъ, гдѣ всѣ катодійные заряды замѣщены кислородомъ, эта кривизна дугъ должна будетъ сильно выпрямиться, и максимумъ искривленія долженъ будетъ перенестись на типъ щелочноземельныхъ металловъ, дающихъ окисель  $RO$ . Въ самомъ дѣлѣ, структура окисловъ съ ихъ остаточными зарядами будетъ такая (беремъ для примѣра хотя второй періодъ, чтобъ не употреблять общихъ символовъ):

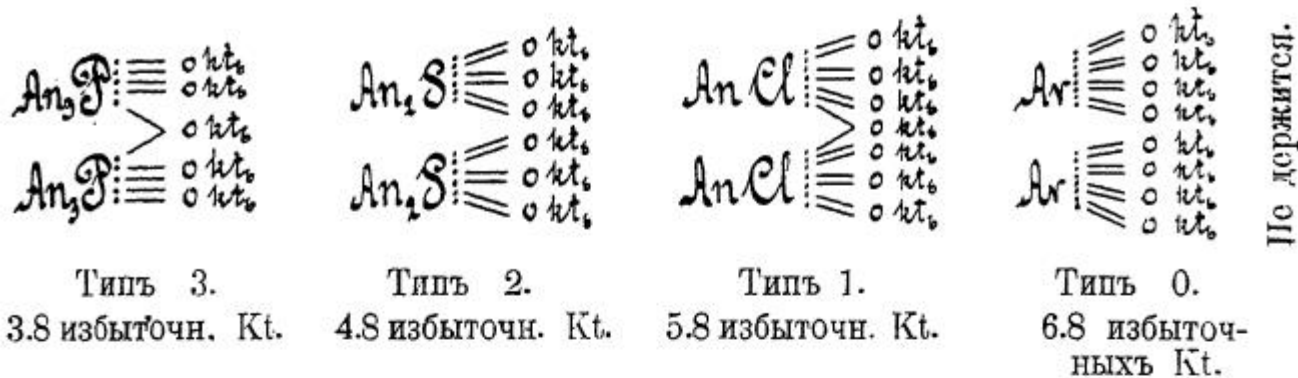


Типъ 7.  
8 избыточн. An.

Типъ 6.  
0 избыточн. An.

Типъ 5.  
8 избыточн. Kt.

Типъ 4.  
2.8 избыточн. Kt.

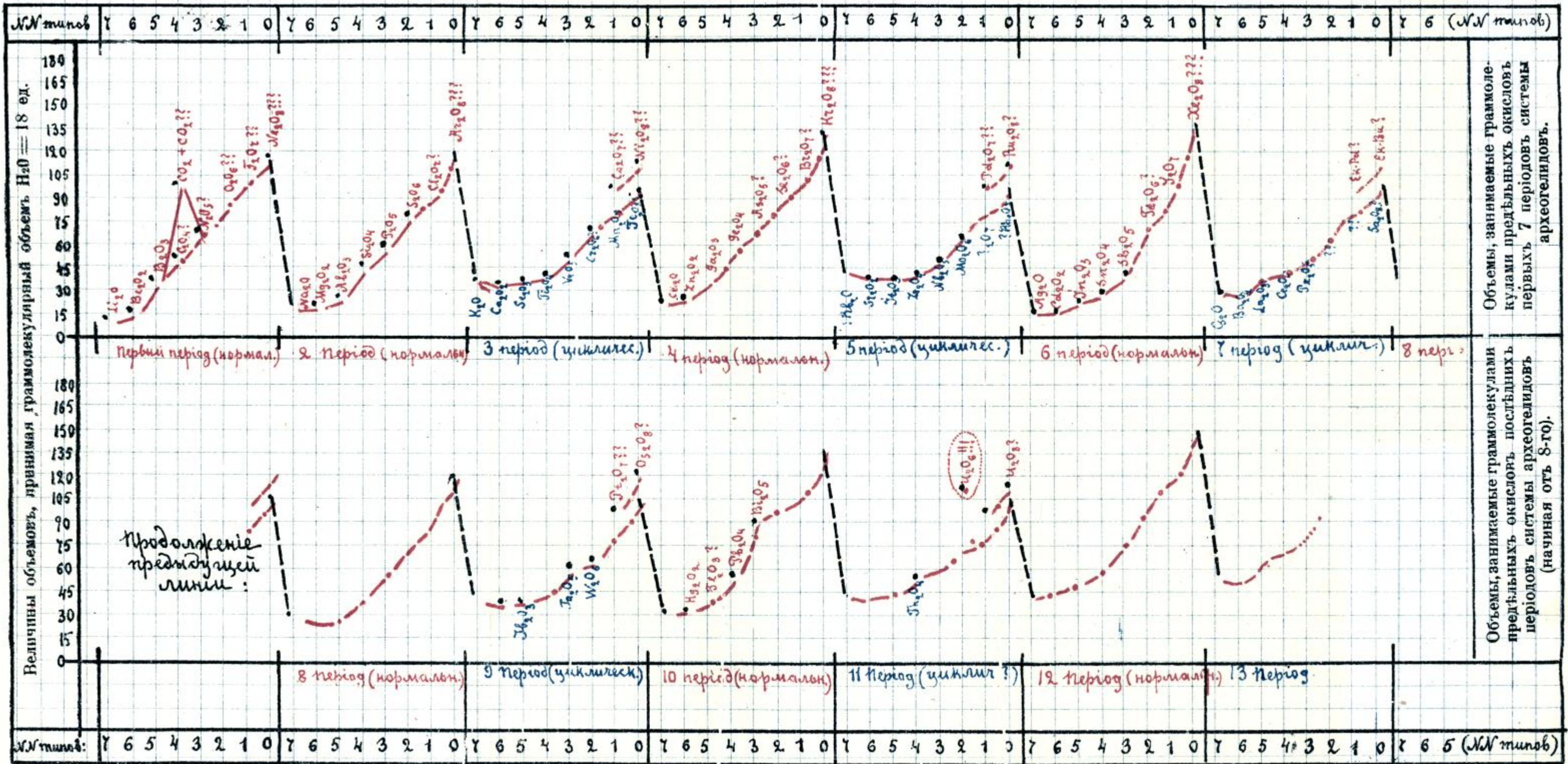


Здѣсь мы видимъ, что наибольшее стягиваніе объемовъ и приближеніе ихъ наблюдаемыхъ величинъ къ теоретическимъ дѣйствительно должно обнаружиться на группѣ магнія, гдѣ совсѣмъ нѣтъ избыточныхъ одноименныхъ зарядовъ. Направо же отъ этого типа съ каждымъ новымъ элементомъ прибавляется по 8 катодійныхъ зарядовъ, которыхъ дѣйствіе слагается въ одномъ направленіи, все болѣе и болѣе растягивая первоначальные объемы. Это самое мы и видимъ при взглядѣ на приложенную діаграмму (табл. 20) наблюдаемыхъ молекулярныхъ объемовъ окисловъ, гдѣ, для соотвѣтствія, *всѣ* молекулы предполагаются содержащими *два* пая оксифильнаго элемента (напр.  $Mg_2O_2$  вмѣсто  $2MgO$ ).

Мы видимъ, что зигзаги этой діаграммы уже совсѣмъ напоминаютъ объемныя кривыя карбогидридовъ на предыдущихъ (16 и 17) діаграммахъ. Только послѣдовательныя прибавленія въ каждомъ періодѣ все новыхъ и новыхъ атомовъ кислорода и новыхъ катодійныхъ зарядовъ непомѣрно приподняли здѣсь вершины каждаго зигзага.

Правда, что, предлагая эту діаграмму, я прежде всего долженъ извиниться передъ читателемъ за ея неполноту. Высшіе предѣльные окислы многовалентныхъ типовъ въ родѣ  $F_2O_7$ ,  $Ne_2O_8$ ,  $Fe_2O_8$  совсѣмъ не держатся при окружающихъ насъ космическихъ условіяхъ, именно вслѣдствіе указаннаго нами силь-

Таблица 20.



Периодическія возрастанія и паденія молекулярныхъ объемовъ у предельныхъ окисловъ, даваемыхъ современными минеральными элементами.

наго отталкиванія одноименныхъ зарядовъ. А затѣмъ въ моихъ источникахъ <sup>1)</sup> нигдѣ не оказалось чрезвычайно важныхъ для этой діаграммы объемовъ или плотностей  $Ru_2O_8$  и  $Os_2O_8$ , которые одни могли бы дать мнѣ опору для установленія верхнихъ точекъ зигзаговъ.

Благодаря этимъ двумъ недочетамъ, я могъ провести вершины каждаго зигзага только по экстраполированію ихъ нижнихъ и среднихъ частей, а экстраполированіе, какъ извѣстно, средство не всегда надежное. Однако, каковы бы ни оказались дѣйствительные объемы  $Ru_2O_8$  и  $Os_2O_8$ , они не могутъ значительно уклониться отъ показанныхъ величинъ, и характеръ каждаго зигзага останется тотъ же самый, хотя его вершина и будетъ тупѣе или острѣе показанной у насъ.

Итакъ, нейтрализація анодійныхъ зарядовъ катодійными въ окислахъ дѣйствительно сейчасъ же понизила объемы щелочныхъ и щелочноземельныхъ молекулъ и почти привела ихъ къ указываемой теоріею нормѣ.

Отсюда можно видѣть, что все, чѣмъ отличается *современная* объемная линія минеральныхъ элементовъ отъ такой же линіи карбогидридовъ, заключается лишь въ томъ, что она менѣе круто поднимается вверхъ по мѣрѣ увеличенія паевого вѣса минеральныхъ элементовъ. А это зависитъ отъ того, что подъ атомы  $Z$  и  $\cdot x \cdot$ , которые у минеральныхъ элементовъ играютъ роль углерода и водорода, стянуты много сильнѣе, чѣмъ обычные углеродные и водородные атомы. Вотъ почему атомы теперь *калорическіе индивидуумы*. По всей вѣроятности, объемъ  $Z$  не превышаетъ 2 ед., а  $\cdot x \cdot$  не достигаетъ даже и  $1/2$  объемной единицы, считая  $W(C)=11$ .

<sup>1)</sup> Почти всѣ цифры для построения этой діаграммы взяты мною изъ „Основъ химіи“ Менделѣева, 4-е изд., стр. 687.

## ГЛАВА V.

### Несоотвѣтствіе объемовъ угольнаго ангидрида и окисловъ урана съ теоретическими величинами и нѣкоторыя размышленія по этому поводу.

Кромѣ того, при взглядѣ на діаграмму 20 (стр. 117) нельзя не отмѣтить слѣдующаго обстоятельства: въ то время, какъ у всѣхъ до сихъ поръ изслѣдованныхъ окисловъ молекулярные объемы легли довольно хорошо на своихъ зигзагахъ, у угольнаго и урановаго ангидридовъ они оказались значительно больше, чѣмъ это нужно по интерполированію.

У угольнаго ангидрида  $C_2O_4 = 2CO_2$  оказался удвоенный объемъ (см. первый зигзагъ на діаграммѣ): около 92 единицъ вмѣсто нормальныхъ 46. То обстоятельство, что объемъ  $CO_2$  взятъ для жидкаго состоянія (вмѣсто твердаго), не можетъ объяснить такого сильнаго уклоненія.

Невольно приходитъ въ голову предположеніе, что этотъ фактъ находится въ связи съ особенными свойствами углероднаго атома, который одинъ среди всѣхъ минеральныхъ атомовъ способенъ создать (при помощи водорода) полную періодическую систему новыхъ химическихъ элементовъ—карбогидридовъ—и самъ входитъ членомъ въ типъ 4 этой системы. Чтобъ убѣдиться, что наше предположеніе справедливо, посмотримъ, не ляжетъ ли наблюдаемый объемъ,  $CO_2 = 92$  единицамъ, въ рядъ тѣхъ объемовъ, которыми обладаютъ окислы карбогидридовъ перваго періода. Определить ихъ для жидкаго состоянія и при одинаковой упругости паровъ можно очень хорошо по слѣдующей формулѣ Коппа:

$$W(C_xH_yO_zO'_q) = 11x + 5,5y + 12,2z + 7,8q$$

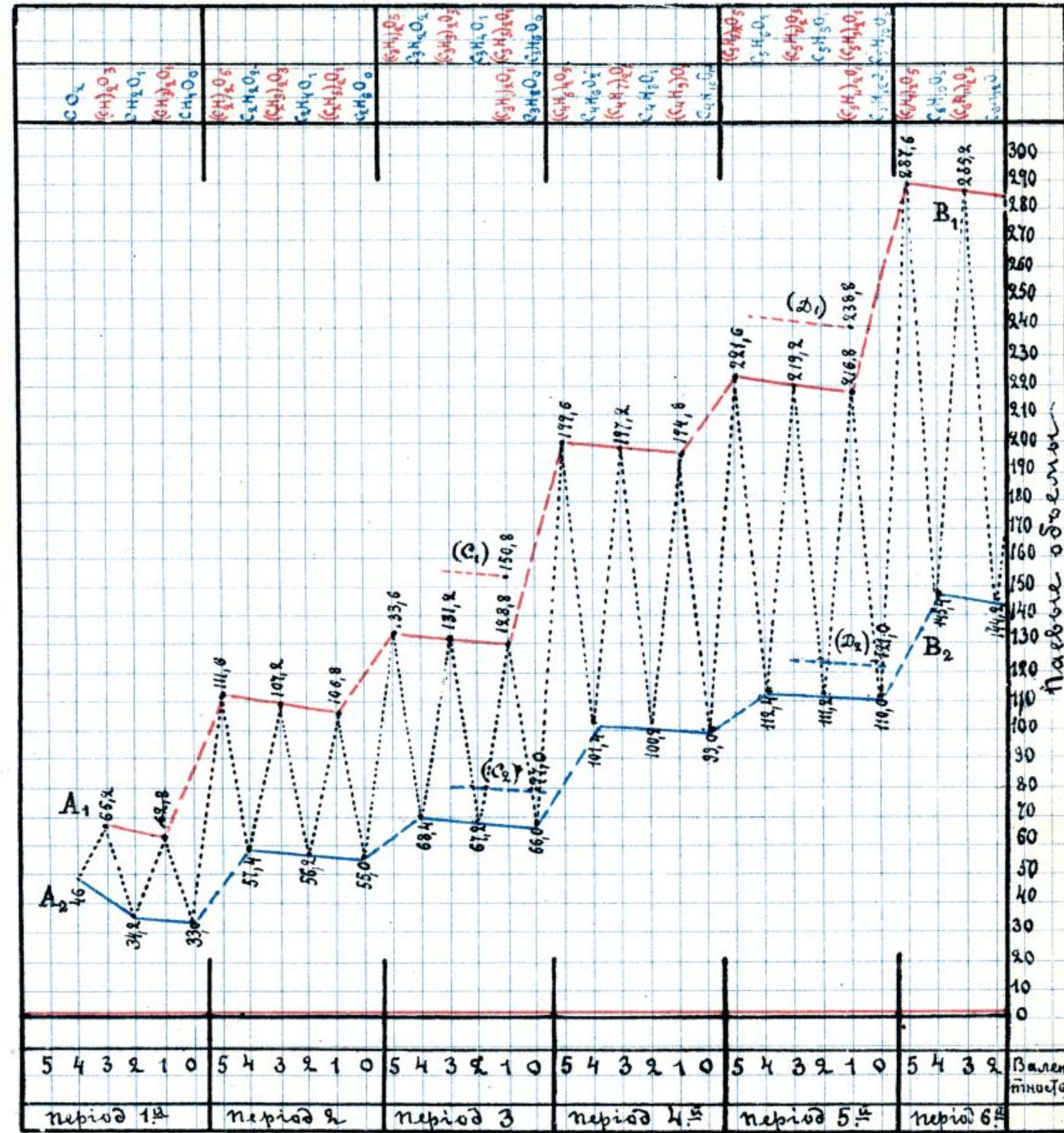
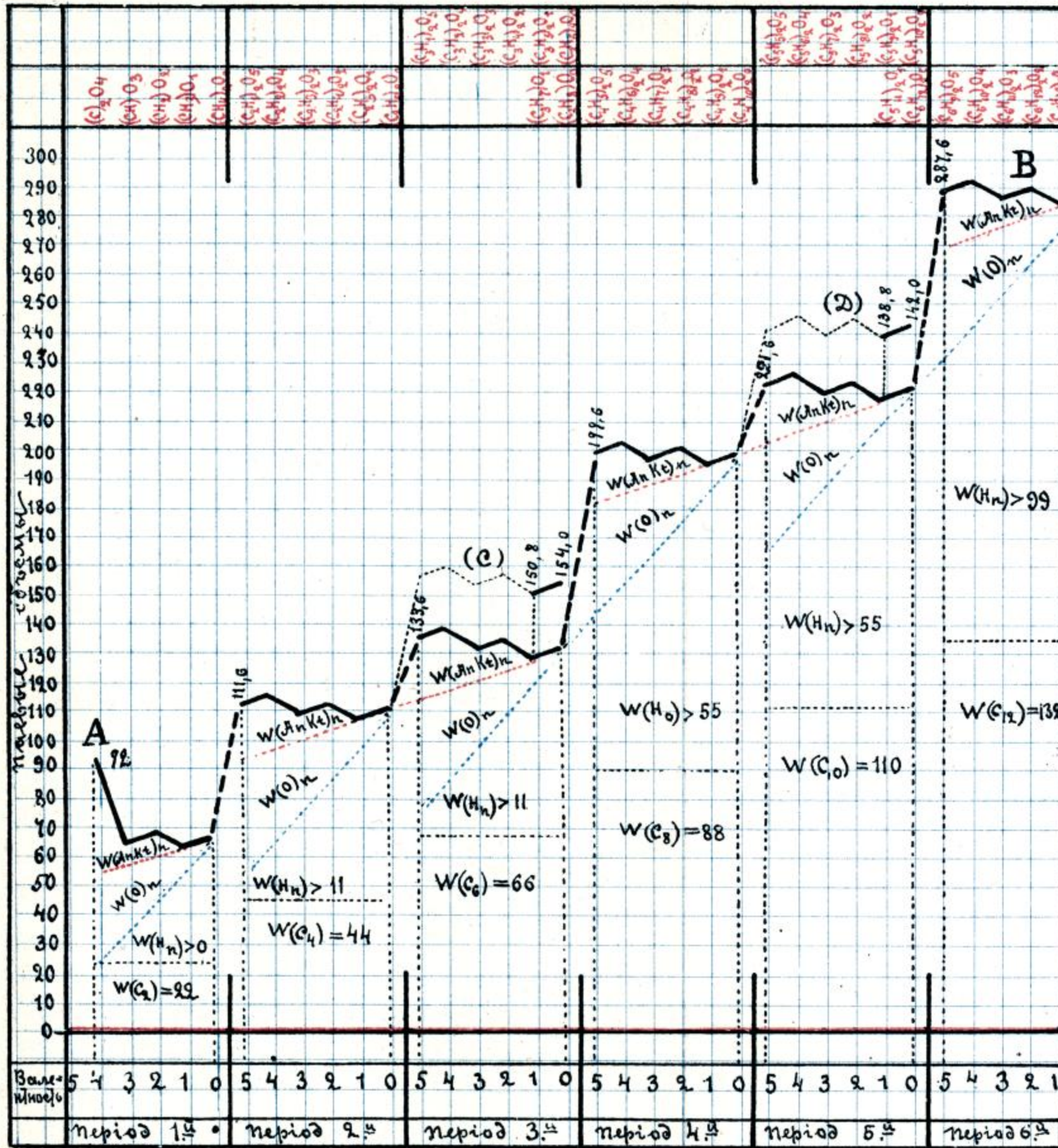


Таблица 21.

Периодическія возрастанія и паденія паевыхъ объемовъ у предельныхъ карбогидридныхъ окисловъ.

1-й вариант. Объемы рассчитаны какъ для четновалентныхъ, такъ и нечетновалентныхъ окисловъ всегда на молекулу  $R_2O_x$  т. е. содержащую въ себѣ два син-атома карбогидрида.

2-й вариант. Принято во вниманіе фактическое распаденіе четновалентныхъ молекулъ на двѣ независимыя ( $R_2O_4 = 2R_2O_2$ ;  $R_2O_2 = 2R_2O$ , и  $R_2O_0 = R$ ).



Въ этомъ вариантѣ линия АВ даетъ паевые объемы окисловъ у карбогидридовъ. Всѣ многовалентные представители нечетныхъ периодовъ приняты циклизировавшимися, а потому надъ каждымъ изъ нихъ остались двучленные приатки (С) и (Д), представляющіе объемы окисловъ у ихъ высшихъ членовъ (типовъ 1-го и 0-го, неспособныхъ къ циклизированію за неимѣніемъ пары свободныхъ пунктовъ сдѣшленія).

Въ этомъ 2-мъ вариантѣ предыдущая линия АВ представлена раздвоенной на линію  $A_1B_1$  (дающую объемы нечетновалентныхъ окисловъ:  $R_2O_1$ ,  $R_2O_3$  и  $R_2O_5$ , тѣ же самыя, что и на предыдущемъ вариантѣ) и на линію  $A_2B_2$  показывающую для четновалентныхъ окисловъ вдвое меньшіе объемы, чѣмъ на предыдущемъ вариантѣ, потому что, какъ извѣстно, эти молекулы фактически распадаются на двѣ новыя ( $R_2O_4 = 2R_2O_2$ ;  $R_2O_2 = 2R_2O$ ;  $R_2O_0 = 2R_2O_0$ ).

гдѣ  $W$  — объемъ, занимаемый жидкой граммоллекулой  $C_xH_yO_zO'_q$ ,  $x$  — число заключающихся въ ней атомовъ углерода,  $y$  — водорода,  $z$  — карбонильнаго кислорода въ группѣ  $:C: = O$  и  $q$  — связующаго кислорода  $O'$  въ группѣ  $\cdot\dot{C}\cdot - O' - \cdot\dot{C}\cdot$ .

Сдѣлавъ вычисленія по этой формулѣ, найдемъ:

**Объемы предѣльныхъ окисловъ у первыхъ шести типовъ карбогидридовъ.**

**Періодъ 1 (нормальный).**

**Періодъ 4 (нормальный).**

Типъ 4. . . . .	$(C)_2O_4$	. . . . .	$W = 70,8.$
— 3. . . . .	$(CH)_2O_2O'$	. . . . .	$W = 65,2.$
— 2. . . . .	$(CH_2)_2O_2$	. . . . .	$W = 68,4.$
— 1. . . . .	$(CH_3)_2O_1'$	. . . . .	$W = 62,8.$
— 0. . . . .	$(CH_4)_2O_0$	. . . . .	$W = 66,0.$

Типъ 5. . . . .	$(C_4H_8)_2O_4O'$	. . . . .	$W = 199,6.$
— 4. . . . .	$(C_4H_6)_2O_4$	. . . . .	$W = 202,8.$
— 3. . . . .	$(C_4H_7)_2O_2O'$	. . . . .	$W = 197,2.$
— 2. . . . .	$(C_4H_8)_2O_2$	. . . . .	$W = 200,4.$
— 1. . . . .	$(C_4H_9)_2O_1'$	. . . . .	$W = 194,8.$
— 0. . . . .	$(C_4H_{10})_2O_0$	. . . . .	$W = 198,0.$

**Періодъ 2 (нормальный).**

**Періодъ 5 (циклическій).**

Типъ 5. . . . .	$(C_2H)_2O_4O'$	. . . . .	$W = 111,6.$
— 4. . . . .	$(C_2H_2)_2O_4$	. . . . .	$W = 114,8.$
— 3. . . . .	$(C_2H_3)_2O_2O'$	. . . . .	$W = 109,2.$
— 2. . . . .	$(C_2H_4)_2O_2$	. . . . .	$W = 112,4.$
— 1. . . . .	$(C_2H_5)_2O_1'$	. . . . .	$W = 106,8.$
— 0. . . . .	$(C_2H_6)_2O_0$	. . . . .	$W = 110,0.$

Типъ 5. . . . .	$(C_3H_5)_2O_4O'$	. . . . .	$W = 221,6.$
— 4. . . . .	$(C_3H_6)_2O_4$	. . . . .	$W = 224,8.$
— 3. . . . .	$(C_3H_7)_2O_2O'$	. . . . .	$W = 219,2.$
— 2. . . . .	$(C_3H_8)_2O_2$	. . . . .	$W = 222,4.$
— 1. . . . .	$(C_3H_9)_2O_1'$	. . . . .	$W = 216,8.$
— 0. . . . .	$(C_3H_{10})_2O_0$	. . . . .	$W = 220,0.$

**Періодъ 3 (циклическій).**

Нециклическое дополнение:

Типъ 5. . . . .	$(C_3H_1)_2O_4O'$	. . . . .	$W = 133,6.$
— 4. . . . .	$(C_3H_2)_2O_4$	. . . . .	$W = 136,8.$
— 3. . . . .	$(C_3H_3)_2O_2O'$	. . . . .	$W = 131,2.$
— 2. . . . .	$(C_3H_4)_2O_2$	. . . . .	$W = 134,4.$
— 1. . . . .	$(C_3H_5)_2O_1'$	. . . . .	$W = 128,8.$
— 0. . . . .	$(C_3H_6)_2O_0$	. . . . .	$W = 132.$

Типъ 1' . . . . .	$(C_3H_{11})_2O'$	. . . . .	$W = 238,8.$
— O' . . . . .	$(C_3H_{12})_2O_0$	. . . . .	$W = 242,0.$

**Періодъ 6 (нормальный).**

Нециклическое дополнение:

Типъ 1' . . . . .	$(C_3H_7)_2O'$	. . . . .	$W = 150,8.$
— O' . . . . .	$(C_3H_8)_2O_0$	. . . . .	$W = 154,0.$

Типъ 5. . . . .	$(C_6H_9)_2O_4O'$	. . . . .	$W = 287,6.$
— 4. . . . .	$(C_6H_{10})_2O_4$	. . . . .	$W = 290,8.$
— 3. . . . .	$(C_6H_{11})_2O_2O'$	. . . . .	$W = 285,2.$
— 2. . . . .	$(C_6H_{12})_2O_2$	. . . . .	$W = 288,4.$
— 1. . . . .	$(C_6H_{13})_2O_1'$	. . . . .	$W = 282,8.$
— 0. . . . .	$(C_6H_{14})_2O_0$	. . . . .	$W = 280,0.$

и такъ далѣе.

Изобразивъ эти величины для наглядности на діаграммѣ, получимъ двойную систему зигзаговъ; съ

мелкими переломами лежащими на крупныхъ (см. линію АВ на 1-мъ вариантѣ табл. 21-й).

Смысль крупныхъ переломовъ мы ясно понимаемъ: они принадлежатъ объемамъ двухъ атомовъ углерода  $W(C_2)$ , прибавляющихся въ этихъ окислахъ съ каждымъ новымъ періодомъ, какъ это и отложено пунктиромъ на полѣ таблицы въ видѣ ортогональныхъ площадокъ  $W(C_n)$ , возрастающихъ степенями подъ каждымъ новымъ періодомъ системы. На этихъ основныхъ площадкахъ лежатъ придаточныя площадки  $W(H_n)$ , скошенныя на вершинахъ и выражающія объемъ водорода, количество котораго возрастаетъ къ концу каждаго періода. Еще выше лежатъ клиньями площадки  $W(O)_n$ , символизирующія объемы кислорода, считая  $W(O) = 7,7$ . Но почему же могли бы выйти еще новые придатки  $W(An Kt)_n$ , обусловливающіе второстепенную пильчатость на ломаной линіи АВ, если ходъ этой линіи опредѣляется равномернымъ и правильнымъ уменьшеніемъ кислорода въ послѣдовательныхъ окислахъ  $R_2O_5, R_2O_4, R_2O_3, R_2O_2, R_2O$ , и  $R_2O_0$ , составляющихъ каждый періодъ?

Потому, отвѣтятъ намъ, что въ окислахъ четныхъ типовъ, въ родѣ  $R_2O_4 = 2RO_2$ , нѣтъ соединительнаго — O' — кислорода, объемъ котораго на 4,4 единицы менѣе карбонильнаго <sup>1)</sup>. Однако такой отвѣтъ вовсе не объясненіе, потому что мы снова можемъ повторить нашъ вопросъ въ новой формѣ: почему же объемъ карбонильнаго кислорода на 4,4 единицы болѣе соединительнаго? Только одна наша теорія размыканія всѣхъ двойныхъ связей у карбогидридныхъ соединеній атомами электрической энергіи Kt и An даетъ на это совершенно опредѣленный отвѣтъ. Разъ Kt и An — сво-

<sup>1)</sup> Изъ формулъ Коппа видно что  $W(O >) = 12,2$  и  $W(-O' -) = 7,8$ , разность  $d = 4,4$ , при чемъ  $O >$  есть карбонильный кислородъ.

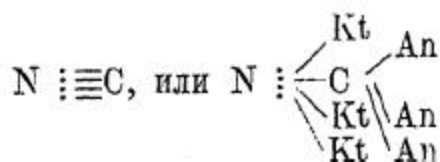
его рода атомы, то они должны имѣть и свой собственный атомный объемъ, хотя бы атомный вѣсъ ихъ и былъ очень близокъ къ нулю. Карбонильныя группы должны быть представляемы вовсе не въ видѣ :C:=O, какъ это дѣлаютъ до сихъ поръ, а въ полу-ионизированномъ видѣ :C :  $\begin{matrix} \diagup \text{Kt} \\ \diagdown \text{O} \end{matrix}$  .An. Тогда сейчасъ же все станетъ ясно: весь избытокъ объема у карбонильнаго кислорода долженъ принадлежать молекулѣ An.—Kt, присоединеннаго къ этому звену нейтральнаго электрическаго заряда. Сама нейтральность этого заряда и его присутствіе при томъ же самомъ атомѣ углерода показываютъ, что здѣсь не могло произойти ни сжатія ни расширенія въ такой же нейтральной карбогидридной цѣпи, а потому все наблюдаемое приращеніе 4,4 ед. есть дѣйствительный пространственный надѣлъ элементарнаго заряда электрической энергіи, какъ 11 ед. есть дѣйствительный пространственный надѣлъ атома углерода въ карбогидридахъ.

Отсюда (впредь до дальнѣйшихъ изслѣдованій) можно гадательно допустить, что паевой объемъ катодія  $W(\text{Kt}) = 2,2$  ед., и паевой объемъ анодія  $W(\text{An}) = 2,2$  ед. <sup>1)</sup>, если принять, что Kt есть тотъ же

1) Замѣчательно, что близкія величины для объемовъ Kt и An можно опредѣлить и изъ другихъ соединений:

1) Объемъ „карбонильной“ сѣры въ звеньяхъ  $S = :CR$  т.-е.  $W(S >) = W(S + \text{Kt An}) = 28,6$ , объемъ же соединительной сѣры  $W(-S-) = 22,7$ ; откуда  $W(\text{Kt или An}) = \frac{28,6 - 22,7}{2} = 2,9$  ед.

2). Объемъ азота въ изоціанидахъ



выражается какъ  $W(N + 3 \text{ Kt An}) = 17$ , а объемъ чистаго азота въ амміакѣ  $W(C) = 2,3$ ; откуда  $W(\text{Kt или An}) = \frac{17 - 2,3}{3} = 2,4$ .

Ап, только въ другомъ электролитическомъ состоянїи (подобно, напр., сѣрѣ въ  $H_2S$  и  $SO_2$ ). Но какъ только мы станемъ на предлагаемую здѣсь точку зрѣнїя, такъ сейчасъ же и увидимъ, что въ рядѣ карбогидридныхъ окисловъ  $R_2O_5$ ,  $R_2O_4$ ,  $R_2O_3$ ,  $R_2O_2$ ,  $R_2O_1$  и  $R_2O_0$ , которые представлены на таблицѣ 21 (стр. 119), мы имѣемъ вовсе не плавно убывающій рядъ величинъ, а рядъ ступеней  $[R_2O_5 + 4 Kt An]$ ,  $[R_2O_4 + 4 Kt An]$ ,  $[R_2O_3 + 2 Kt An]$ ,  $[R_2O_2 + 2 Kt An]$ , и наконецъ  $[R_2O$  и  $RO_0]$ , гдѣ совсѣмъ нѣтъ прибавокъ  $Kt An$ . Вотъ эта-то убыль  $An Kt$  скачками и произвела мелкую пильчатость на главныхъ зигзагахъ нашей диаграммы. Подобной же прибавкой  $An Kt$  объясняется и особенно большой скачокъ у объема начальнаго окисла нашего ряда, у  $CO_2$ , который и здѣсь нѣсколько отстываетъ отъ нормы, хотя и не такъ сильно, какъ на нашей предыдущей диаграммѣ элементарныхъ окисловъ (диагр. 20, стр. 117, первый періодъ). Въ самомъ дѣлѣ: нейтральныя свойства карбогидридовъ, а также, какъ увидимъ далѣе, и ихъ неспособность привлекать къ себѣ кристаллизаціонную воду въ эстерахъ, показываютъ, что, при замѣщенїи водородомъ хотя бы одного заряда катодїа у атома углерода, у этого послѣдняго отпадаютъ и всѣ остальные заряды. Но у  $CO_2$ , не имѣющаго

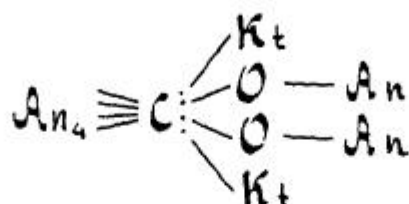
Мы видимъ, что всѣ три способа даютъ достаточно согласныя величины. Понятно также, что присоединенїе  $Kt$  и  $An$  къ двумъ сосѣднимъ атомамъ углерода должно стягивать карбогидридную цѣпь молекулы.

Объемъ аллиловаго спирта  $H_2C—CH..CH_2—O—H$   
 $An \quad Kt$  по формулѣ Коппа = 73,8, а на дѣлѣ онъ только 55,7. Молекулярный объемъ пропаргилеваго спирта

$HC \begin{matrix} \swarrow AnKt \\ \searrow AnKt \end{matrix} C..CH_2—O—H$  по вычисленїю 62,8, а на дѣлѣ только 55,7. Далѣе

мы увидимъ, что  $Kt$  и  $An$  обладаютъ такимъ же собственнымъ атомнымъ лучепреломленїемъ, какъ и другїе атомы. Ихъ же присутствїе объясняетъ, повидимому, и свѣтовращательную способность нѣкоторыхъ органическихъ соединенїй.

при себѣ водорода и электролитически активнаго, въ которомъ (какъ покажемъ далѣе) углеродъ способенъ привлекать два пая кристаллизаціонной воды въ соляхъ, всѣ его незамѣщенные кислородомъ заряды остаются сохраненными, такъ что его полный составъ есть



какъ это ясно изъ нашихъ предыдущихъ выводовъ (стр. 96). Значить, объемъ этого окисла въ двухъ паяхъ  $W (CO_2 + 6 A_n + 4 K_t)_2 = 2 (11 + 2 \cdot 7,8 + 6 \cdot 2,2 + 4 \cdot 2,2) = 97,2$  ед., тогда какъ опытъ даетъ 92,0. Недочетъ 5,2 единиць здѣсь вполнѣ понятенъ и неизбѣженъ, потому что цифры нашей формулы относятся къ объемамъ окисловъ при обычной температурѣ, а плотность  $CO_2$  наблюдалась при очень низкихъ температурахъ (около  $-80^\circ$ ), когда объемъ молекулы значительно стянулся отъ охлажденія.

Итакъ, паевой объемъ угольного ангидрида нашелъ себѣ мѣсто въ системѣ карбогидридныхъ окисловъ, и теперь намъ понятно, почему онъ не могъ улечься на діаграммѣ минеральныхъ окисловъ (діагр. 20, стр. 117), которая даетъ свои особыя зигзаги <sup>1)</sup>. Но

<sup>1)</sup> Замѣтимъ, что валентность карбогидридовъ по кислороду, какъ мы не разъ уже указывали, убываетъ по мѣрѣ возрастанія ихъ паевого вѣса въ каждомъ періодѣ, и что она сходна въ этомъ отношеніи не съ кислородной же, а съ водородной валентностью минеральныхъ элементовъ. Отсюда понятно различіе въ ходѣ кривой окисловъ у обѣихъ системъ. Если бъ у насъ были объемы водородистыхъ соединеній всѣхъ или большого числа элементовъ, то непременно и у нихъ получилась бы такая же ступенчатая линія, какъ на діагр. 21 (стр. 119). Къ сожалѣнію, водородистыя соединенія не держатся у большинства металловъ, а только у металлоидовъ, и не идутъ за предѣлы типа 3-го. Вотъ, напр., для перваго періода:  $W (HF) = 20,2$ ;  $W (H_2O) = 18$ ;  $W (H_3N) = 26,6$ , а  $W (CH_4) = 38,5$ , но этотъ послѣдній уже не карбидъ водорода, а карбогидридъ.

это объясненіе совершенно неприложимо къ другому окислу — окислу урана  $UO_3$ , — молекулярный объемъ котораго тоже не попалъ въ 11 періодъ на экстраполированную для него линію (см. діагр. 20, стр. 117). Въ этомъ случаѣ отступленіе можно объяснить, какъ мнѣ кажется, только тѣмъ, что уранъ на самомъ дѣлѣ принадлежитъ вовсе не къ шестивалентной группѣ Cr, Mo, W, а къ типу рутенія съ осміемъ. Я очень хорошо знаю всѣ причины, по которымъ такіе авторитеты, какъ Менделѣевъ, Лотаръ Мейеръ и др., отнесли уранъ къ шестивалентной группѣ <sup>1)</sup>, однако позволяю себѣ считать ихъ доводы еще не достаточными. Дѣйствительно, въ своихъ соединеніяхъ уранъ обнаруживаетъ значительное сходство съ Cr, Mo и W, но вѣдь мы знаемъ, что и желѣзо въ этомъ отношеніи очень сходно съ хромомъ. Вообще говоря, почти всѣ низшія степени окисленія или охлоренія многовалентныхъ элементовъ очень напоминаютъ высшія степени охлоренія или окисленія менѣе валентныхъ. Припомнимъ только поразительное сходство  $SO_2$  съ  $CO_2$ ,  $NiO$  съ  $MgO$ ,  $PbCl_2$  съ  $ZnCl_2$  и т. д., и мы увидимъ, что такія аналогіи еще не могутъ считаться рѣшающими вопросомъ, особенно въ томъ случаѣ, когда противъ этого накопляются довольно вѣскія возраженія. Вотъ они по порядку.

1) Сходство урана съ желѣзомъ настолько значительно, что первые химики и относили его къ группѣ желѣза, только неправильно считали его атомной вѣсѣ равнымъ 120 вмѣсто 240 вѣсовыхъ единицъ.

2) Только что показанное несоотвѣтствіе молекулярнаго объема у окисла  $U_2O_6 = 112$  ед. съ теорети-

<sup>1)</sup> См. Д. Менделѣевъ. „Осн. химіи“ 4 изд., стр. 969, 970. „Chem. News“ 82.15 etc (The Eighth Group of the Periodic System and Some of its Problems by J. L. Howe).

ческимъ экстраполированнымъ объемомъ, который долженъ быть около 75—80 ед., и устраненіе этого несоотвѣтствія при переносѣ урана въ 8-ю группу (въ типъ 0).

3) Значительное несоотвѣтствіе атомнаго вѣса урана  $U = 240$  съ теоретической экстраполированной величиной (см. табл. 15 В, на стр. 75), которая должна быть около 234—236 ед., если отнести уранъ къ группѣ Cr, Mo и W.

4) Существованіе для урана очень прочнаго высшаго окисла  $UO_4$  въ видѣ свѣтло-желтаго нерастворимаго въ водѣ порошка <sup>1)</sup>. Правда, что гипероксиды того же состава даютъ также Mo и W, но они настолько непрочны, что разлагаются тотчасъ по выдѣленіи изъ соединений. У урана же, если бъ онъ принадлежалъ къ этой же группѣ, такой гипероксидъ долженъ бы совершенно отсутствовать, потому что послѣднія двѣ строки періодической системы не только не склонны къ образованію надъ-окисловъ, но даже ихъ нормальные высшіе окислы и тѣ едва держатся. Возьмемъ хоть предыдущій 10 періодъ. Трехвалентный таллій здѣсь легко выдѣляетъ два атома кислорода и изъ  $Tl_2O_3$  обращается въ  $Tl_2O$  со свойствами щелочнаго окисла одновалентнаго элемента. Четырехвалентный свинецъ по этой же причинѣ имѣетъ всѣ свойства двухвалентнаго металла. Пятивалентный висмутъ обнаруживаетъ всѣ признаки перекиси трехвалентнаго элемента. На этомъ основаніи прямо слѣдуетъ ожидать, что и въ слѣдующей строкѣ шестивалентный аналогъ молибдена и вольфрама долженъ будетъ обнаружить свойства четырехвалентнаго элемента (торія),

<sup>1)</sup> См.: Fairley въ „*Jour. of the Chem. Soc.*“ 1877. 1.125 и И. Меликовъ и Л. Писаржевскій въ „*Ж. Ф.-Х. О.*“ 30. 103.



а восьмивалентный аналогъ рутенія съ осміемъ—свойства шестивалентнаго урана.

Вотъ почему, не рѣшаясь пока перенести торій въ 6-ю группу (единственно потому, что для этого нѣтъ очень серьезныхъ указаній), я позволяю себѣ переставить уранъ въ группу рутенія съ осміемъ и такимъ образомъ вновь возбудить вопросъ объ истинномъ мѣстѣ этого минеральнаго элемента въ періодической системѣ.

Резюмируя все сказанное, мы видимъ, что факты, разработанныя нами въ предыдущихъ главахъ, указываютъ:

1) На возможность перенесенія урана изъ группы молибдена и вольфрама въ группу желѣза или рутенія съ осміемъ.

2) На *необходимость* полного исключенія водорода изъ періодической системы археогелидовъ или современныхъ минеральныхъ элементовъ на томъ основаніи, что онъ—вещество болѣе первичнаго характера, чѣмъ эти элементы и совсѣмъ не содержитъ въ себѣ ни подъ-атома гелія ни подъ-атома  $\cong Z \cong$ , играющаго роль углерода въ интраатомныхъ цѣпяхъ этой системы.

---

## ГЛАВА VI.

## О природѣ элементарныхъ электрическихъ зарядовъ и о ихъ присутствіи, какъ замѣстителей металла или металлоида въ ненасыщенныхъ химическихъ соединеніяхъ.

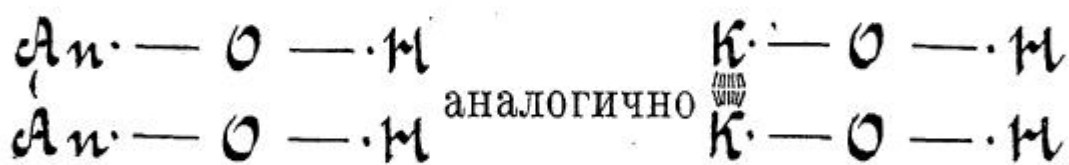
Я полагаю, что факты не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что самыя могучія изъ химическихъ силъ имѣютъ электрическое происхожденіе. Атомы пристають къ своимъ (элементарнымъ) электрическимъ зарядамъ, а разноименные заряды — другъ къ другу. Но я не отрицаю участія и другихъ молекулярныхъ силъ, дѣйствующихъ непосредственно отъ атома къ атому.

*Гельмгольцъ.*

Мы видѣли, что дугообразныя искривленія зигзаговъ на діаграммѣ атомныхъ объемовъ, и явленія, наблюдаемыя при электролизѣ, заставляютъ предполагать, что элементарные заряды катоднаго и аноднаго электричества могутъ быть своеобразными атомами, способными входить въ молекулярныя комбинаціи какъ между собою, такъ и съ другими элементарными химическими единицами или цѣлыми радикалами.

Значить, кромѣ карбогидридовъ и окружающихъ насъ минеральныхъ элементовъ мы имѣемъ еще два совершенно своеобразные элемента: катодій Кт и анодій Ап. И тотъ и другой могутъ быть разсматриваемы, какъ одновалентные элементы, дающіе молекулу Ап.—Кт, аналогичную, на примѣръ, К.—СІ, съ атомнымъ и молекулярнымъ вѣсомъ, очень близкимъ къ нулю. Вполнѣ возможно, что оба эти элементарныя скопленія физической энергіи только два различныя аллотропическія состоянія того же самаго элемента. Ихъ электролитическое различіе вполнѣ соотвѣтствуетъ такимъ же

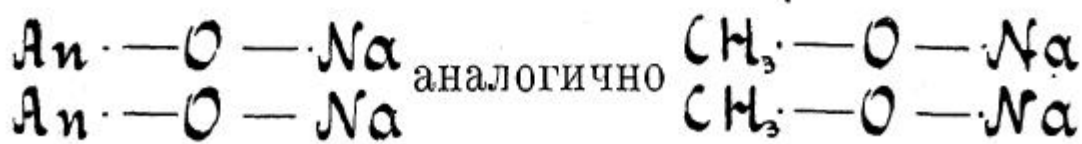
различіямъ, наблюдаемымъ и у остальныхъ элементовъ, напримѣръ, у сѣры, которая изъ  $H_2S$  выдѣляется на анодѣ, а изъ  $SCl_2$  на катодѣ. Мы уже видѣли, что молекулярный объемъ  $W (An \cdot — Kt) = 4,4$  ед., считая молекулярный объемъ водорода при тѣхъ же условіяхъ  $W (H \cdot — H) = 11$  ед. Сама молекула  $An \cdot — Kt$ , повидимому, очень активна химически. Она, какъ вода въ растворахъ, тотчасъ размыкаетъ двойныя связи въ органическихъ и въ большинствѣ, если не во всѣхъ, солеобразныхъ соединеніяхъ минеральныхъ элементовъ, и совсѣмъ іонизируетъ соли въ растворахъ. Анодій же, соотвѣтствующій щелочному металлу, повидимому, играетъ еще огромную роль въ образованіи такъ называемыхъ «надъ-окисловъ» и «перекисей». Можно считать почти достовѣрнымъ, что этихъ противостественныхъ соединеній въ дѣйствительности не существуетъ, что, напримѣръ, перекись водорода, — это простой гидратъ анодія,



„Перекись водорода“  
(гидратъ анодія).

Гидратъ калия.

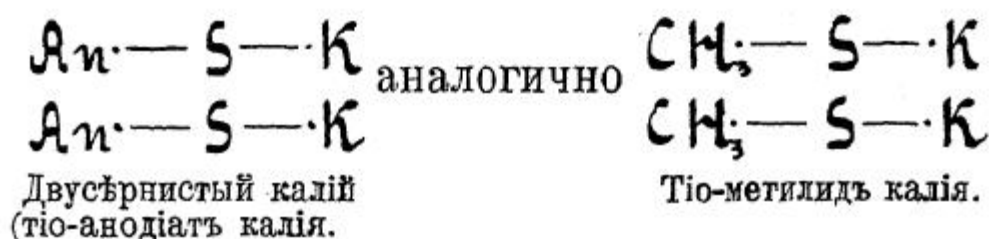
а перекись натрія аналогична его алкоголятамъ:



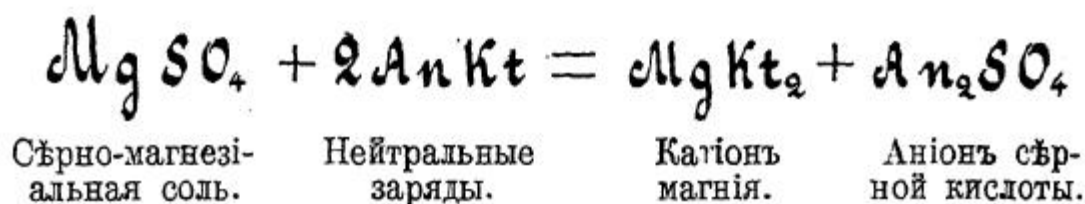
„Перекись натрія“  
(анодіатъ натрія).

Метилатъ натрія.

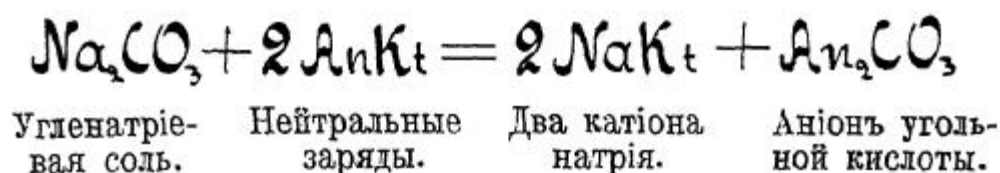
Точно такъ же двусѣрнистый калий  $K_2S_2$  долженъ быть аналогиченъ тіо-метилидамъ калия.



Еще въ большей мѣрѣ такое воззрѣніе примѣнимо къ кислотнымъ надъ-окисламъ. Мы знаемъ изъ электрохиміи, что въ растворахъ солей происходитъ ихъ іонизированіе, которое мы представляемъ какъ реакцію двойного обмѣна, напримѣръ,



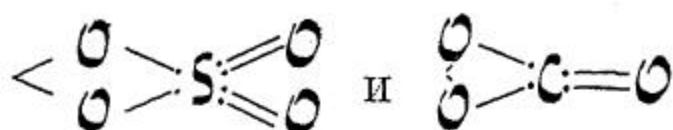
ИЛИ



Но что же такое эти аніоны  $An_2SO_4$  и  $An_2CO_3$ ? Какъ только мы упустимъ изъ виду присутствіе въ нихъ аніонныхъ зарядовъ, которыхъ нельзя опредѣлить взвѣшиваніемъ по причинѣ чрезвычайно малаго атомнаго вѣса  $An$  <sup>1)</sup>, такъ сейчасъ же и признаемъ ихъ за надъ-сѣрный и надъ-угольный ангидриды  $CO_3$  и  $SO_4$ !!

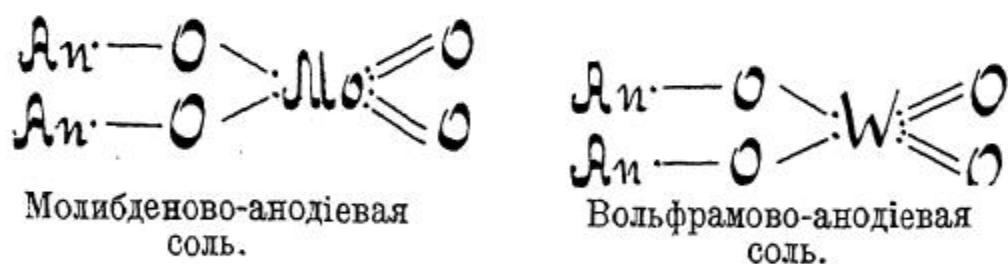
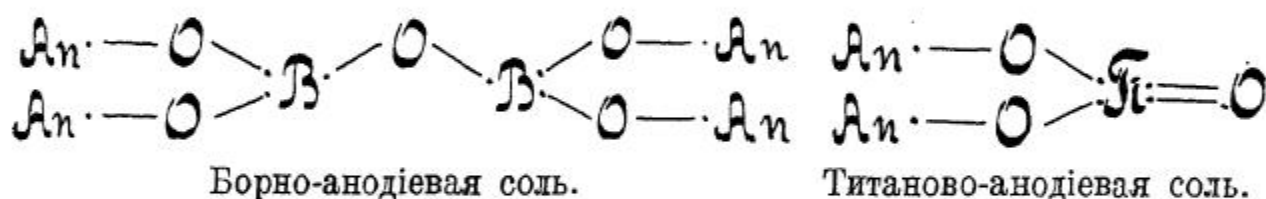
<sup>1)</sup> Считая  $An \cdot -Kt$  за молекулу междузвѣздной свѣтоносной среды, найдемъ по методу В. Томсона (лорда Кельвина), что минимальная плотность такой среды будетъ около  $7 \cdot 10^{-19}$  при плотности воды, принятой за единицу. А по отношенію къ плотности водорода—приблизительно  $7 \cdot 10^{-13}$ . Если бы правило Авогардо-Жерара было примѣнимо и здѣсь, то мы могли бы сказать, что атомный вѣсъ  $Kt$  и  $An = 0,00000000000007$  (при  $H=1$ ). Но если бы онъ былъ и въ 100 тысячъ разъ больше, мы все-таки не могли бы опредѣлить его взвѣшиваніемъ.

Значить, зачѣмъ же ломать голову надъ пріиска-  
ніемъ для объясненія этихъ молекулъ новыхъ необы-  
валыхъ способовъ группировки кислорода, въ родѣ



когда электролитическая теорія растворовъ прямо под-  
сказываетъ намъ, что это просто сѣрно-анодіевая и  
угле-анодіевая соли, аналогичныя всякимъ другимъ  
солямъ.

Таковы же, очевидно, и другіе надъ-ангидриды:  
надъ-борный, надъ-титановый, надъ-молибденовый,  
надъ-вольфрамовый и т. д.

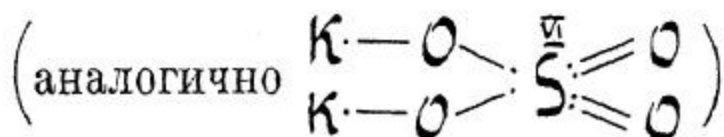
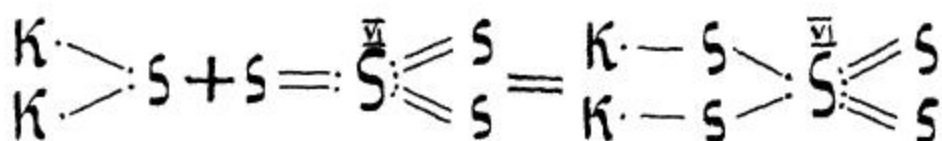


Они легко распадаются въ свободномъ видѣ, но хо-  
рошо извѣстны въ соединеніяхъ <sup>1)</sup>.

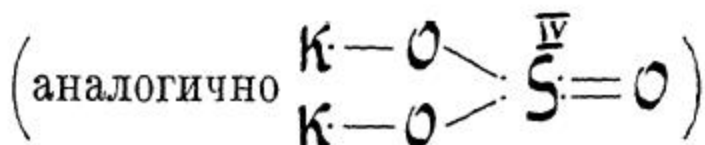
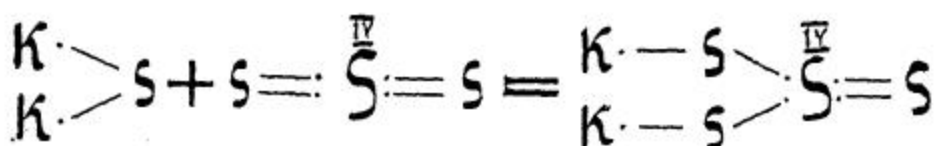
Только одинъ исключительно прочный надъ-урано-  
вый ангидридъ UO<sub>4</sub> (какъ мы уже старались показать  
ранѣе), повидимому, вовсе не относится къ надъ-окис-  
ламъ, а есть настоящій ангидридъ, типа OsO<sub>4</sub> и RuO<sub>4</sub>,  
но не летучій, подобно этимъ послѣднимъ, вслѣдствіе  
болѣе тяжелаго молекулярнаго вѣса. Точно такъ же и

<sup>1)</sup> П. Меликовъ и А. Писаржевскій. „Ж. Ф.-Х. О.“ 30. 103, 479, 695,  
693 и т. д.

полисульфиды, въ родѣ  $K_2S_5$  и  $K_2S_4$ , должны быть признаны, скорѣе всего, панъ-тіосолями сѣрнаго и сѣрнистаго ангидридовъ,

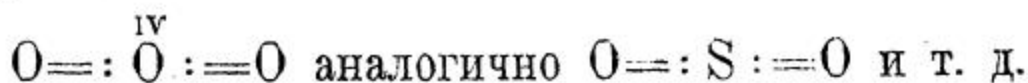


и

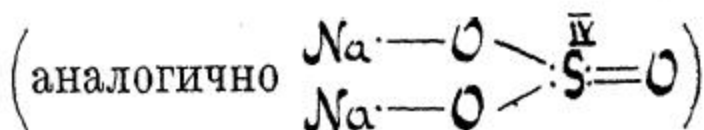
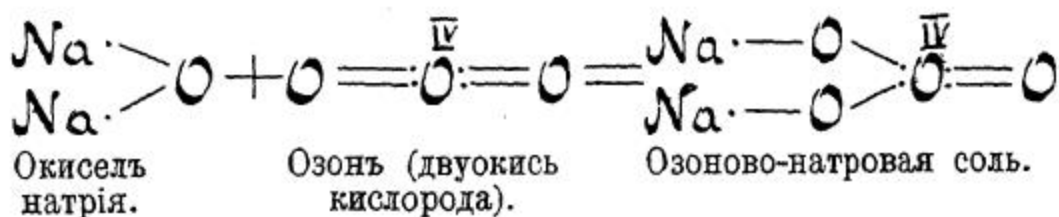


гдѣ весь связующій и ангидриднѣй кислородъ замѣщенъ его аналогомъ: двувалентной по водороду сѣрой.

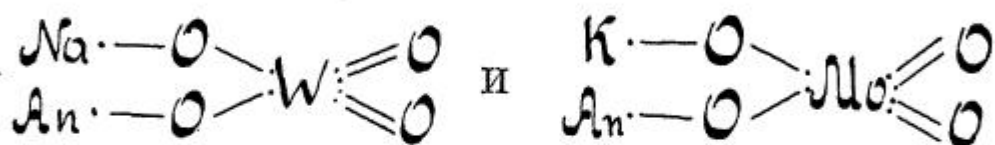
Поли-оксиды же, въ родѣ  $Na_2O_4$ , должны быть признаны за соли двуокиси кислорода (озонъ), аналогичной двуокиси сѣры, селена и теллѹра изъ того же типа.



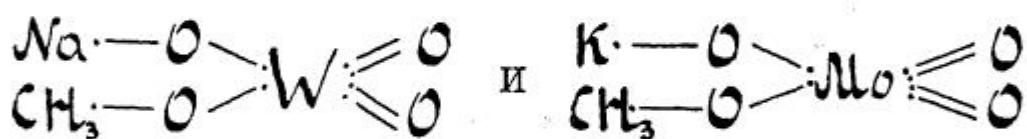
Откуда понятны и соли



Итакъ, всѣ неестественныя формы соединеній тотчасъ же исчезаютъ, какъ только мы объединимъ электролитическіе іоны и надъ-окислы въ одинъ и тотъ же отдѣлъ соединеній анодія или катодія. Становятся понятными и солеобразныя соединенія, въ родѣ гипермолибдената калия  $\text{KMoO}_4$  или гипервольфрамата натрія  $\text{NaWO}_4$ , открытыхъ Пешаромъ (С. Р. 112. 1060), представляющіе, съ новой точки зрѣнія, лишь полуіонизированныя молекулы:



аналогично



Соединенія же перекисей металловъ съ надъ-ангидридами, которыя особенно хорошо изслѣдованы П. Меликовымъ и А. Писаржевскимъ, отождествляются у насъ просто съ двойными и многократными солями, повсюду встрѣчающимися въ природѣ особенно въ огромномъ отдѣлѣ силикатовъ. Такъ  $\text{Na}_2\text{O}_2 \cdot \text{TiO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ <sup>1)</sup> (или, по нашему:  $2\text{An}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) мало чѣмъ отличается по характеру своего строенія, хотя бы отъ минерала анальцима  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , точно такъ же  $2\text{K}_2\text{O}_4 \cdot \text{TiO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ <sup>2)</sup>, съ нашей точки зрѣнія, является лишь молекулярнымъ соединеніемъ одного пая титаново-анодіевой соли съ двумя паями озонно-

1) „Ж. Ф.-Х. О.“ 30. 695.

2) Idem.

каліево́й:  $\text{An}_2\text{TiO}_3 \cdot 2 \text{K}_2\text{O}^{\text{IV}} \text{O}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , составленной по тому же самому способу кратныхъ соединеній.

Итакъ, наши «гипотетическіе» элементы — анодій и катодій—оказываются входящими въ многочисленный рядъ химическихъ соединеній и дающими такія же соли съ остальными элементами, какъ, на примѣръ, соли натрія и хлора.

Поэтому не будетъ ничего удивительнаго и въ томъ, если окажется, что они обладаютъ и всѣми остальными свойствами «элементарныхъ» тѣлъ.

Возьмемъ, на примѣръ, свѣтопреломленіе и свѣторазсѣяніе. Мы знаемъ, что углеродъ, водородъ, хлоръ и другіе минеральные элементы характеризуются своимъ собственнымъ атомнымъ преломленіемъ и своимъ собственнымъ атомнымъ свѣторазсѣяніемъ. Отсюда, очевидно, что и наши «элементы» An и Kt, скрывающіеся во всѣхъ двойныхъ связяхъ углеводовъ, должны обнаруживать свое присутствіе соотвѣтствующимъ образомъ. Пока мы считаемъ двойныя связи простыми способами скрѣпленія двухъ атомовъ между собою, сама уже эта идея должна была бы казаться чудовищно несообразной. Какимъ образомъ *невещественная* связь двухъ атомовъ можетъ имѣть свое *атомное* свѣтопреломленіе и свѣторазсѣяніе? А между тѣмъ всѣ факты показываютъ это самое: каждая двойная связь имѣетъ ихъ.

Вотъ, на примѣръ, табличка, которую мы беремъ изъ Нернста <sup>1)</sup>:

1) Nernst.: „Theoret. Chemie“, p. 261 (1893 г.). См. также И. Н. Канонниковъ: „О свѣтопреломляющей способности химическихъ соединеній“. М. И. Коноваловъ. „Ж. Ф.-Х. О.“ 27. 413.



Таблица 22.

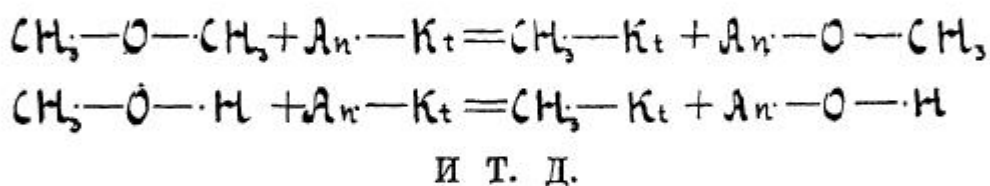
Название химического элемента.	Его атомное светопреломление.			Его атомное светоразсѣяние отъ красной H-линии до синей.
	Красная H-линия.	Желтая Na-линия.	Синяя H-линия.	
C—Углеродъ.	2,365	2,501?	2,404	0,039
H—Водородъ.	1,103	1,051?	1,139	0,036
Cl—Хлоръ.	6,014	5,998?	6,190	0,176
Br—Бромъ.	8,863	8,927?	9,211	0,348
I—Иодъ.	13,808	14,12	14,582	0,774
N—Азотъ въ $R-N \begin{matrix} < R_1 \\ < R_2 \end{matrix}$	2,76	?2,606 1)	2,95	0,19
O'—Кислородъ въ $R-O-H$	1,506	1,521	1,525	0,012
O''—Кислородъ въ $R-O'-R$	1,655	1,683?	1,667	0,012
$R=R$ —Двойная связь!!	1,836	1,707?	1,859	0,023
$R \equiv R$ —Тройная связь!!	2,22	?	2,41	0,19
$C::=O$ Карбониль- ная связь!	0,673	0,604?	0,747	0,074 2

Послѣднія три строки наглядно иллюстрируютъ наше утверждение, что во всѣхъ кратныхъ связяхъ дѣйствительно присутствуютъ атомы, которыхъ нельзя опредѣлить взвѣшиваніемъ по причинѣ ихъ чрезвычайно малаго атомнаго вѣса. Но почему же во всѣхъ трехъ случаяхъ обнаруживается значительное несоотвѣтствіе между цифровыми величинами? Оказывается, что это несоотвѣтствіе тоже очень поучительно. Прежде

1) По М. Коновалову изъ аминовъ. „Ж. Ф.-Х. О.“ 27. 413.

2) Послѣдняя карбонильная связь разсчитана мною по разностямъ атомнаго светопреломленія и светоразсѣянія у карбонильнаго и эфирнаго кислорода, по цифрамъ того же Nernst'a.

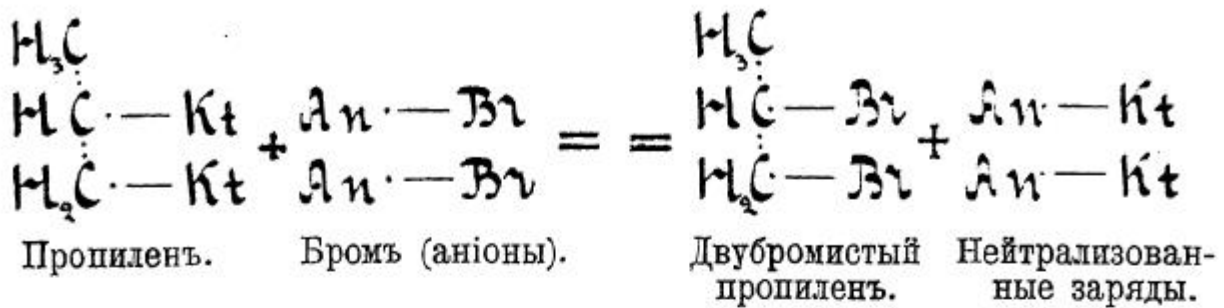
всего отмѣтимъ, что атомныя лучепреломленія достаточно хорошо изучены только въ предѣлахъ видимой части спектра, и цифры, относящіяся къ этому промежутку, давали бы вполне согласные результаты лишь въ томъ случаѣ, если бы атомныя свѣторазсѣянія были неизмѣнными для всѣхъ тѣлъ даже и въ невидимыхъ частяхъ спектра. А этого-то и нѣтъ въ природѣ. Кромѣ того, вполне возможно, что въ катодіевыхъ или анодіевыхъ соединеніяхъ мы имѣемъ дѣло съ молекулами еще не окрѣпшаго характера, часть которыхъ во всякій данный моментъ находится въ состояніи диссоціаціи. И наоборотъ: часть одиночныхъ связей въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ быть іонизирована, напр., у ээирнаго и гидроксильнаго кислорода:



Этимъ и можно объяснить нѣкоторое несоотвѣтствіе между величинами, напримѣръ, для  $O'$  и  $O''$  въ нашей таблицѣ.

Болѣе же значительное несоотвѣтствіе атомнаго свѣтопреломленія и свѣторазсѣянія при двойной и тройной связи <sup>1)</sup> можетъ быть объяснено только различіемъ ихъ химическаго характера. Дѣйствительно, двойная связь особенно легко привлекаетъ два атома галоидовъ, а такъ какъ химическія свойства галоидовъ соотвѣтствуютъ свойствамъ катодія, то мы должны заключить, что въ двойныхъ связяхъ *обыкновенно* присутствуютъ два атома этого послѣдняго, который и замѣщается аніонами брома или іода:

<sup>1)</sup> Тройная связь должна бы давать удвоенныя величины сравнительно съ двойной связью.

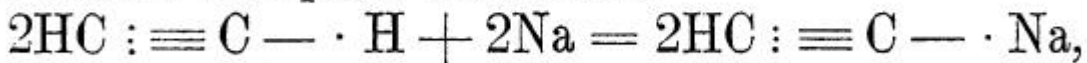


Значитъ, атомное свѣтопреломленіе и свѣторазсѣяніе катодія равняется половинѣ «атомнаго» свѣтопреломленія и свѣторазсѣянія двойной связи.

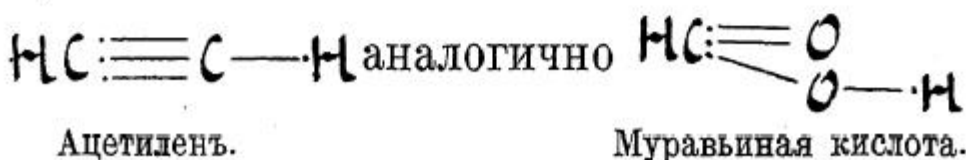
### Таблица 23.

Атомное свѣтопреломленіе катодія въ соединеніяхъ:	
Для красной Н-линіи . . . . .	0,918
Для синей Н-линіи . . . . .	0,929
Атомное свѣторазсѣяніе катодія:	
Отъ синяго до краснаго . . . . .	0,016

Тройныя же — ацетиленовыя — связи особенно характеризуются своею склонностью замѣщать одинъ пай своего водорода металломъ

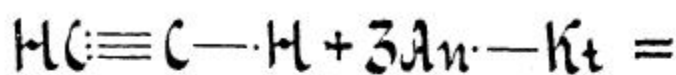


такъ что ацетиленъ при обычныхъ условіяхъ можно прямо считать не за элементарный карбогидридъ, а за муравьиную кислоту, гдѣ два пая кислорода замѣщены электроотрицательнымъ углеродомъ



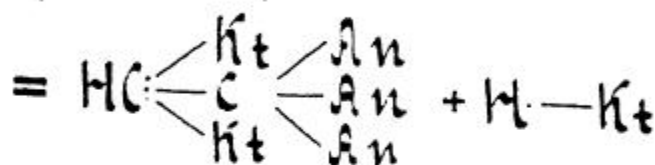
Съ этимъ согласны и недавнія изслѣдованія Jones'a и Allen'a («Amer. Chem. Journ.» 18. 375), которыя об-

наружили, что ацетиленъ значительно іонизированъ въ водныхъ растворахъ.



Ацетиленъ.

Нейтральный  
зарядъ.



Аніонъ ацетилена.

Катионъ во-  
дорода.

Значить, ацетиленовыя тройныя связи обыкновенно размыкаются двумя полными молекулами An.—Kt, молекулярное свѣтопреломленіе и свѣторазсѣяніе которыхъ и будетъ выражаться половиной величинъ, данныхъ для тройныхъ связей въ приведенной выше таблицѣ изъ Нернста. Именно:

**Т а б л и ц а 24.**

Молекулярное свѣтопреломленіе An.—Kt въ органическихъ соединеніяхъ:	
Для красной H-линіи . . . . .	1,11
Для синей H-линіи . . . . .	1,20
Молекулярное свѣторазсѣяніе:	
Отъ синяго до краснаго . . . . .	0,09

Изъ разности величинъ, данныхъ въ этой табличкѣ для молекулы AnKt, и соотвѣтствующихъ величинъ въ предыдущей таблицѣ опредѣляемъ слѣдующія величины для атомнаго свѣтопреломленія и свѣторазсѣянія анодія.

### Т а б л и ц а 25.

Атомное свѣтопреломленіе анодіа въ соединеніяхъ:	
Для красной Н-линіи (1,11—0,918) . . . . .	0,192
Для синей Н-линіи (1,20—0,929) . . . . .	0,271
Атомное свѣторазсѣяніе анодіа:	
Отъ синяго до краснаго . . . . .	0,079

Сравнивъ эту табличку съ табличкой 23, убѣждаемся, что атомныя свѣтопреломленія и свѣторазсѣянія катодіа и анодіа различны. Въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго даже въ томъ случаѣ, если бъ они оказались двумя электролитически различными состояніями одного и того же вещества. Теперь посмотримъ, насколько полученныя нами цифры оправдываются на другихъ случаяхъ.

Возьмемъ, на примѣръ, карбонильный кислородъ въ  $C=O$ . По нашимъ утвержденіямъ, его двойная связь разомкнута всегда молекулою  $AnKt$ , а въ гидроксильномъ кислородѣ нѣтъ этой молекулы, пока гидроксиль не іонизированъ. Значитъ, для того, чтобы опредѣлить атомное свѣтопреломленіе гидроксильнаго кислорода по карбонильному, нужно только вычесть изъ свѣтопреломленія послѣдняго свѣтопреломленіе молекулы  $AnKt$ . То же самое и относительно свѣторазсѣянія.

Атомное свѣтопреломленіе:	Красный Н-лучь.	Синій $H_1$ -лучь.	Свѣторазсѣяніе отъ Н до $H_1$ .
Карбонильнаго кислорода . . . . .	2,328	2,414	0,086
Молекулы $AnKt$ . . . . .	1,11	1,2 ?	0,09 ?
Теоретическое атомное свѣтопреломленіе гидроксильнаго кислорода . . . . .	1,218	1,214?	0,000?
Найденное опытомъ атомное свѣтопреломленіе гидроксильнаго кислорода . . . . .	1,506	1,525	0,019

Мы видимъ, что цифры, найденныя опытомъ, нѣсколько болѣе теоретическихъ, и если бы мы могли полагаться на ихъ точность и на точность тѣхъ, изъ которыхъ мы исходили въ своемъ вычисленіи, то должны бы были заключить, что гидроксильный кислородъ въ жидкихъ органическихъ соединеніяхъ всегда отчасти іонизированъ.

Другими словами, что вмѣсто предполагаемыхъ гидроксильныхъ соединеній  $R-O-H$ , мы на дѣлѣ имѣемъ смѣсь ихъ съ іонизированными по реакціи:

$$R-O-H + AnKt \rightleftharpoons R-O-Kt + H-An.$$

Понятно, что это присутствіе постороннихъ продуктовъ, хотя бы лишь въ нѣкоторомъ процентномъ количествѣ среди гидроксильныхъ молекулъ, должно повысить атомное свѣтопреломленіе, которое мы приписываемъ кислороду въ гидроксилахъ.

Однако всякій, кто изучалъ этотъ предметъ по источникамъ, знаетъ, что такого рода несогласія находятъ въ предѣлахъ разнорѣчій, встрѣчающихся у различныхъ экспериментаторовъ и даже у одного и того же лица, работавшаго надъ различными веществами <sup>1)</sup>. Поэтому изъ нихъ и нельзя пока сдѣлать никакихъ другихъ выводовъ кромѣ того, что и катодій, и анодій, и ихъ молекула въ органическихъ соединеніяхъ дѣйствительно обладаютъ своимъ собственнымъ свѣтопреломленіемъ и свѣторазсѣяніемъ, какъ и остальные элементарныя тѣла.

Въ заключеніе отмѣтимъ еще слѣдующее: если  $Kt$  и  $An$  дѣйствительно химическіе элементы, то ихъ

<sup>1)</sup> См., наприм., прекрасныя изслѣдованія проф. М. Коновалова о молекулярномъ свѣтопреломленіи аминовъ и нитросоединеній (Ж. Ф.-Х. О. 27.413). Атомныя свѣтопреломленія хотя бы азота въ алкиль-аминѣхъ определяются имъ: 1) Изъ пентиль-аминѣ—2,591; изъ октилъ-аминѣ—2,733; изъ бензиль-аминѣ—2,213. Мы видимъ, что разнорѣчіе опытныхъ данныхъ превышаетъ несогласіе нашихъ теоретическихъ выводовъ со средними величинами опытовъ.

соединеніе между собой въ молекулу нейтральнаго заряда  $An-Kt$  должно сопровождаться обычными калорическими явленіями. Это такъ и есть въ дѣйствительности. Свѣченіе на электродахъ происходитъ отъ сильнаго выдѣленія теплоты, а теплота здѣсь можетъ выдѣляться только отъ химическаго соединенія катодія съ анодіемъ:  $An+Kt=AnKt$ , совершенно такъ же, какъ это происходитъ при соединеніи водорода съ кислородомъ, когда они приведены по двумъ трубкамъ въ близкое соприкосновеніе при высокой температурѣ. Значитъ, и на катодѣ и на анодѣ должны встрѣчаться также и спектральныя линіи обоихъ элементовъ, но, благодаря самой неизмѣримо малой величинѣ ихъ массъ, они могутъ давать только системы чрезвычайно малыхъ волнъ далеко въ ультрафіолетовой части <sup>1)</sup>. Все это относится не только къ сплошной дугѣ, но и къ излученіямъ, раздѣленнымъ темными промежутками, хотя въ такомъ случаѣ химическая реакція  $An$  съ  $Kt$  происходитъ лишь на счетъ диссоцірованія «свободными атомами электричества *in statu nascendi*» молекулъ нейтральной среды, находящейся между анодомъ и катодомъ.

## ГЛАВА VII.

### Физическія свойства среды, состоящей изъ „нейтрализованныхъ элементарныхъ зарядовъ“ электрической энергіи.

Эфиръ, если это среда электромагнитныхъ явленій, по всей вѣроятности, молекулярень.

*C. Maxwell: Ether.*

Въ предыдущей главѣ мы пришли къ новому выводу: соединеніе катодія съ анодіемъ сопровождается сильнымъ выдѣленіемъ теплоты, какъ и соединеніе

<sup>1)</sup> См. приложение III въ концѣ книги.

водорода съ кислородомъ или щелочнаго металла съ галоидомъ. Даже и здѣсь обнаружилась полная химическая аналогія «атомовъ электрической энергіи» съ атомами остальныхъ «элементарныхъ» скопленій энергіи, которыя мы называемъ простыми физическими тѣлами. Теперь намъ остается только вывести и физическія свойства этого интереснаго химическаго реагента. Вотъ они:

Въ молекулахъ  $AnKt$ , несмотря на ихъ абсолютную нейтральность, оба конца должны такъ же различаться между собой, какъ два полюса магнитнаго стержня. Поэтому вездѣ, гдѣ нѣтъ постороннихъ вліяній, онѣ должны ориентироваться вполне определеннымъ образомъ въ окружающемъ пространствѣ и должны стремиться оставаться всегда въ тѣхъ же самыхъ относительныхъ положеніяхъ другъ къ другу. Очень можетъ быть, что онѣ составляютъ изъ себя даже правильныя сѣти въ пространствѣ трехъ измѣреній, и въ этомъ отношеніи ихъ агрегаты напоминаютъ строеніе твердыхъ тѣлъ. Всякое перемѣщеніе отдѣльной молекулы въ такой средѣ должно сопровождаться соотвѣтственными перемѣщеніями сосѣднихъ съ нею молекулъ, а потому здѣсь будетъ возможна передача какъ продольныхъ, такъ и поперечныхъ колебаній.

Однако связь между отдѣльными молекулами  $AnKt$  (даже въ томъ случаѣ, если онѣ слагаются въ правильныя «сѣти») можетъ быть лишь прерывистая, въ моменты ихъ столкновеній. Движенія  $AnKt$  должны отличаться отъ беспорядочныхъ движеній газовыхъ молекулъ только правильностью своихъ путей взадъ и впередъ, потому что и самые эти пути должны обусловливаться не одними центральными или боковыми ударами, а также и вліяніемъ всѣхъ окружающихъ



АпКт. Благодаря такой прерывистой раздѣльности молекулъ изучаемой нами среды, постороннія тѣла окажутся способными проходить въ ней, не разрушая никакихъ заранѣе установившихся связей (въ родѣ тѣхъ, какія существуютъ въ обычныхъ твердыхъ тѣлахъ), а потому ея сопротивленіе не будетъ болѣе того, какое оказалъ бы газъ при аналогичныхъ условіяхъ. Въ данномъ случаѣ сопротивленіе движенію можетъ быть даже почти *безконечно* малымъ, хотя бы плотность нашей среды, какъ это показалъ Вильямъ Томсонъ, и имѣла конечную величину.

Работа движущагося тѣла противъ силъ упругости передней гемисферы среды здѣсь неизбежно должна возвращаться ему въ видѣ работы тѣхъ же самыхъ силъ задней гемисферы, напорающей на каждый атомъ тѣла сзади, при замыканіи среды за нимъ, и побуждающей тѣло продолжать разъ начатое движеніе. Если *скользкость* такой среды (или нашихъ нейтральныхъ зарядовъ АпКт) абсолютна, то здѣсь должна быть вполне приложима *струйчатая теорія сопротивленія*, математически разработанная Эйлеромъ еще въ концѣ восемнадцатаго вѣка и съ тѣхъ поръ не опровергнутая никѣмъ, хотя большинство баллистовъ по рутинѣ и исходятъ до сихъ поръ въ своихъ вычисленіяхъ изъ старой, доэйлеровской, формулы Ньютона, приложимой лишь къ сопротивленію твердыхъ или сыпучихъ веществъ, не замыкающихся сзади тѣла <sup>1)</sup>. Поэтому имъ и приходится вводить въ свои формулы все новые и новые коэффициенты пропорціональности для каждой новой скорости того же самаго тѣла <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> См. объ этомъ мое изслѣдованіе: „Законы сопротивленія упругой среды движущимся въ ней тѣламъ“.

<sup>2)</sup> См., напр., литографированный курсъ „Внѣшней баллистики“ Н. А. Забудскаго. Курсъ Михайловской артиллерійской академіи 1891 г., ч. I, стр. 67 и 68. Впрочемъ, нѣкоторые гидродинамики уже давно стали на

Итакъ, мы пришли къ заключенію, что въ своемъ естественномъ состояніи молекулы нейтрализированныхъ зарядовъ  $AnKt$ , благодаря своей полярности, должны стремиться къ расположенію какъ бы въ шахматномъ порядкѣ по тремъ осямъ пространства вселенной или даже составлять сѣтчатыя комбинаціи, гдѣ движенія каждой молекулы правильно ориентированы взадъ и впередъ вліяніемъ сосѣднихъ молекулъ и ихъ соотвѣтствующихъ движеній. Но даже если мы признаемъ это допущеніе недостаточно обоснованнымъ и предпочтемъ вполнѣ приравнять разбираемую нами среду къ газовой съ ея беспорядочными молекулярными движеніями, то все-таки должны будемъ притти къ заключенію, что съ появленіемъ въ такой средѣ отдѣльныхъ

точку зрѣнія Эйлера и съ успѣхомъ выводятъ сопротивление исключительно изъ тренія. Вотъ, напр., взгляды Фроуда (W. Froude: South Kensington Museum Conferences 1876. „Physics and Mechanics“, p. 298), изъ котораго я цитирую нѣсколько строкъ по переводу Н. Азбелева (Менделѣевъ: „О сопротивленіи жидкостей“. Приложение 8-е, стр. 73): „Упомянутая (струйчатая) теорія доказала въ высшей степени убѣдительно, что не будь въ водѣ тренія, то даже плоскость, составляющая прямой уголъ съ направлениемъ движенія, не испытывала бы никакого сопротивления. Послѣднее являлось бы только при началѣ движенія, т.-е. при выходѣ тѣла изъ покоя. Причина этого заключается въ динамическихъ условіяхъ окружающихъ частей жидкости. Эти послѣднія вмѣстѣ съ частицами, непосредственно обтекающими тѣло, должны также притти въ движеніе, а для этого необходимо преодолѣть силу ихъ взаимной вялости (инертности). Эта-то сила и рождаетъ начальное сопротивление. Но какъ скоро движеніе установилось, сопротивление исчезаетъ. Сходящіяся струи позади плоскости или тѣла оказали бы на заднюю его поверхность такое же давленіе, какое испытывала бы его передняя поверхность, выводящая при своемъ движеніи изъ естественнаго положенія встрѣчныя частицы жидкости, которыя образовали бы расходящіяся струи“.

Въ дальнѣйшихъ своихъ сообщеніяхъ Фроудъ подтверждаетъ свои взгляды многочисленными опытами, сдѣланными въ англійскихъ докахъ (см. его доклады Британской Ассоціаціи 1872—1874 гг.).

Авторъ настоящаго изслѣдованія самостоятельно работалъ надъ вопросомъ о сопротивленіи среды и пришелъ къ тѣмъ же теоретическимъ выводамъ, какъ Эйлеръ, Фроудъ и Ранкинъ. Однако невозможность сдѣлать въ Шлиссельбургской крѣпости нѣсколько опытовъ, подсказываемыхъ теоріей, помѣшала ему обработать свои формулы для практическихъ примѣненій.

скопленій атомовъ Kt или An, въ ней произойдутъ слѣдующія измѣненія:

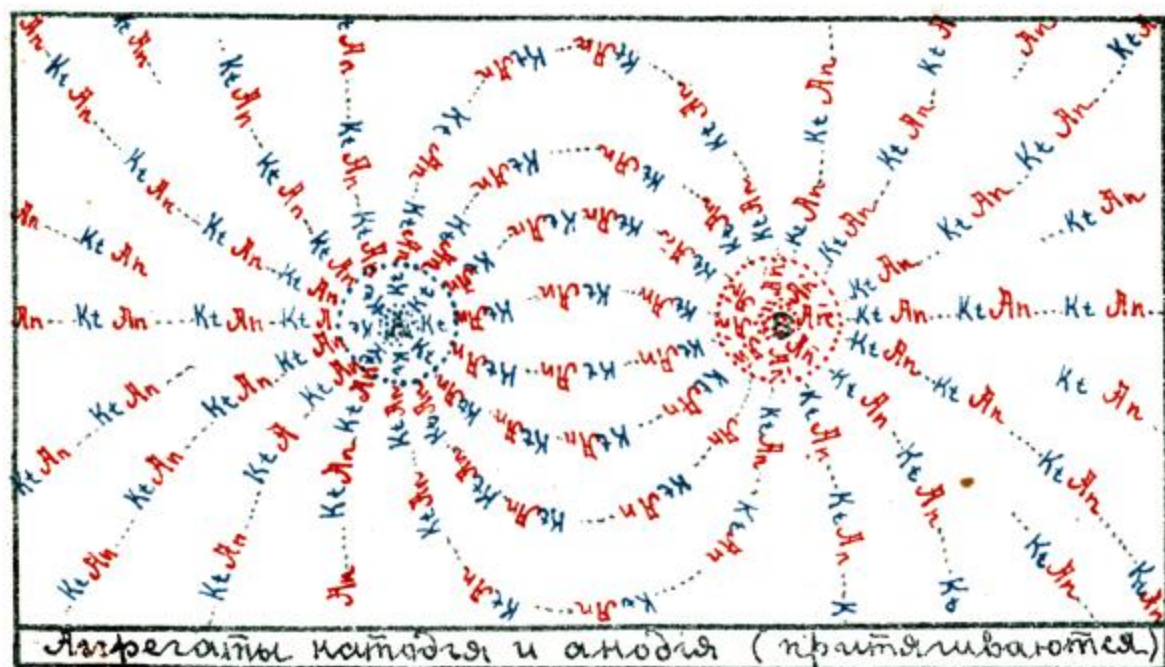
1) Каждое отдѣльное скопленіе катодія Kt будетъ поворачивать къ себѣ окружающія молекулы AnKt ихъ анодійными концами, а эти молекулы будутъ стремиться сдѣлать то же самое со слѣдующими, пока вокругъ скопленія не образуется поле лучисто ориентированныхъ молекулъ. Аналогичное поле, но только съ обратнымъ расположеніемъ молекулъ среды, образуется и вокругъ изолированного скопленія анодія. А такъ какъ лучистая ориентировка нарушаетъ естественную сѣтчатую (или случайную) ориентировку самоуравновѣшенной среды, то среда будетъ сопротивляться такой реконструкціи.

Пока скопленіе анодія (или катодія) не находится вблизи отъ другого, сопротивленіе будетъ одинаково со всѣхъ сторонъ, и центральный агрегатъ, вызвавшій вокругъ себя поле, останется въ покоѣ. Но допустимъ, что вблизи находится другое скопленіе An или Kt. Тогда получимъ слѣдующіе случаи:

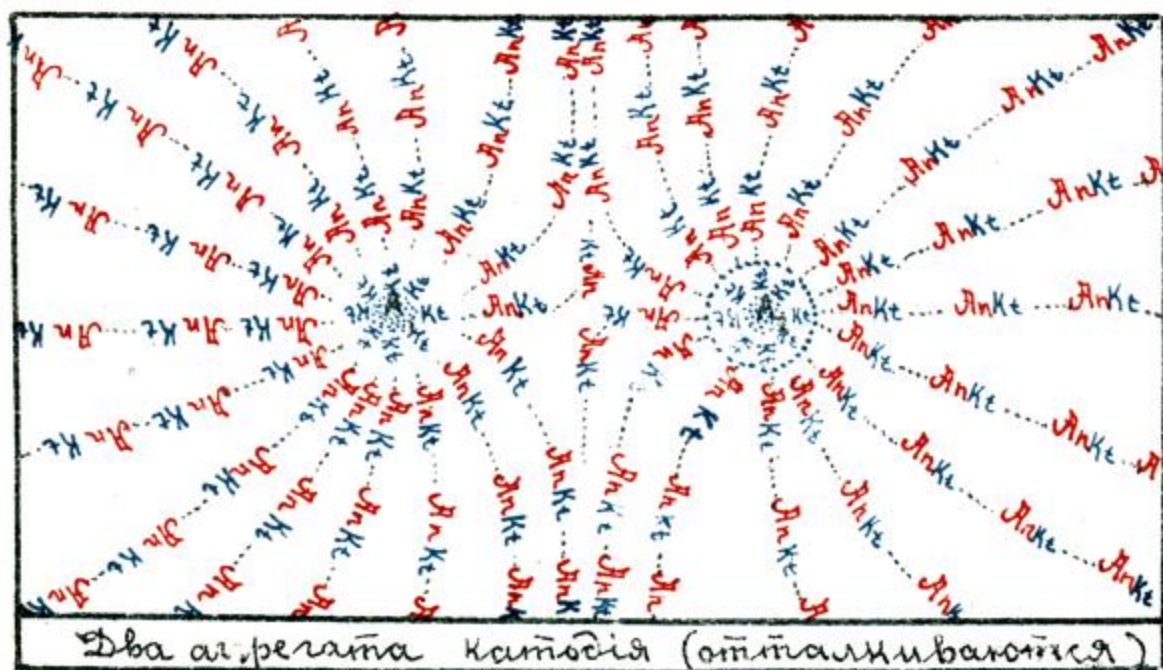
2) Если оба скопленія A и B разноименны (ф. 1 на таблицѣ 26), то въ промежуточномъ направленіи ихъ ориентирующее дѣйствіе будетъ согласное, сопротивленіе здѣсь по отношенію къ каждому отдѣльному агрегату A и B будетъ менѣе, чѣмъ въ противоположныхъ направленіяхъ, и потому оба агрегата двинутся другъ къ другу. Этимъ путемъ наглядно выводится законъ притяженія двухъ разноименныхъ зарядовъ катодійнаго и анодійнаго электричества, и мы даже видимъ по чертежу, что между обоими скопленіями дѣйствительно образуются тѣ самыя силовыя нити, которыя были указаны Фарадеемъ и аналитически обработаны Максвелемъ. Понятно становится и то отталкиваніе между этими однородно ориенти-

## Таблица 26.

Фиг. I. Ориентировка нейтральных элементарных зарядовъ (или молекулъ космической среды  $AnKt$ ) около двухъ разноименныхъ зарядовъ А и В.



Фиг. II. Ориентировка нейтральныхъ зарядовъ (или молекулъ космической среды) около двухъ одноименныхъ зарядовъ (катоды)  $A_1$  и  $A_2$ .



NB. Всѣ атомы  $An$  или  $Kt$  предполагаются въ ритмически прерывистомъ соединеніи между собою, а потому могутъ скользить одинъ по другому, разъединяться и огибать струйчатымъ способомъ тѣла, движущіяся въ ихъ средѣ.

рованными силовыми нитями, о которых говорилъ Фарадей.

3) При сосѣдствѣ двухъ одноименныхъ скопленій катодія или анодія ихъ дѣйствіе въ промежуточномъ направленіи будетъ не согласное, сопротивленіе лучистой оріентировкѣ здѣсь увеличится (ф. II, табл. 26), и оба скопленія двинутся въ разныя стороны <sup>1)</sup>.

Понятно также, что всякая химическая реакція одноименнаго скопленія катодія или анодія или простое ихъ передвиженіе отзовется на всемъ ихъ полѣ и пронесется волной по всѣмъ его силовымъ линіямъ. Особенно характерны должны быть явленія въ этомъ полѣ когда «потоки» (или даже волны) катодія или анодія «идутъ» по проводникамъ, какъ по каналамъ,

<sup>1)</sup> Изъ этого можно заключить, что и другія среды въ аналогичныхъ обстоятельствахъ способны произвести вокругъ матеріальныхъ скопленій такія же поля притяженія и отталкиванія. Напримѣръ: въ атмосферѣ сѣро-углеродныхъ паровъ (при температурахъ близкихъ къ ихъ диссоціаціи) два кусочка раскаленнаго угля (притягивая атомы сѣры въ окружающихъ молекулахъ  $CS_2$ ) могутъ вызвать вокругъ себя такія же отталкивающіяся поля съ лучистыми оріентировками молекулъ сѣро-углерода, какъ и на фиг. II (табл. 26). Наоборотъ, уголь  $C_n$  и сѣра  $S_n$  въ раскаленной атмосферѣ сѣро-углеродныхъ паровъ могутъ вызвать согласно-оріентированныя поля въ промежуткѣ, съ силовыми линіями.  $C_n \dots S_2C \dots S_2C \dots S_2C \dots S_n$

Они могутъ притягиваться подобно разноименнымъ зарядамъ электрической энергіи. Впрочемъ, здѣсь нужна оговорка: молекулы  $CS_2$  не должны быть симметричны, какъ  $SCS$ , потому что въ этомъ случаѣ у нихъ не можетъ быть полярности. Точно такъ же, напр., въ раскаленной атмосферѣ  $HCl$  или  $HJ$  (при температурахъ близкихъ къ ихъ диссоціаціи, а можетъ-быть, и ниже) водородный газъ едва ли будетъ диффундировать, а скорѣе отбросится къ периферіи, подобно тому, какъ электрическіе заряды отбрасываются на поверхность проводниковъ. Въ длинной стеклянной раскаленной трубкѣ содержащей смѣсь  $HCl$  или  $HJ$  и избытокъ  $H_2$ , водородъ легко можетъ оказаться отброшеннымъ къ концамъ, такъ что если одинъ изъ нихъ быстро оттянуть на паяльной трубкѣ, то въ немъ можетъ оказаться чистый или почти чистый водородъ. Однако и въ этомъ случаѣ соединеніе атомовъ  $H$  въ молекулы  $H_2$  можетъ парализовать вліяніе. Не имѣя никакой возможности сдѣлать эти интересные опыты (такъ же, какъ и множество другихъ, подсказываемыхъ излагаемой теоріей), я предоставляю ихъ каждому желающему.

поочередно, то взадъ, то впередъ, какъ это бываетъ въ прерывистыхъ и вибраціонныхъ токахъ. Каждое ихъ движеніе и каждая переменна должны пронестись волной по всему полю отъ центра къ периферіи, подобно волнамъ Герца, и если внутри проводника эти переменны сопровождаются періодическими соединеніями и разложеніями молекулъ  $Kt An$ , то такія же разложенія и соединенія должны сопровождать и каждую волну въ полѣ, ослабѣвая пропорціонально квадратамъ разстоянія и производя въ полѣ рядъ несущихся другъ за другомъ деформацій электромагнитнаго характера.

Теперь читатель видитъ, что, исходя изъ доказаннаго въ настоящее время іонизированія молекулъ въ растворахъ электролитовъ и передачи ими своихъ элементарныхъ зарядовъ электродамъ, мы не только пришли къ объясненію дугообразныхъ искривленій на діаграмматической линіи паевыхъ объемовъ у минеральныхъ элементовъ, а затѣмъ къ объясненію собственнаго паевого объема и собственнаго атомнаго свѣтопреломленія «двойныхъ связей» въ углеводородахъ, но пришли еще къ необходимости допустить существованіе среды, состоящей изъ молекулъ  $An Kt$  и обладающей тѣми самыми свойствами, которыми характеризуется «свѣтоносный эфиръ».

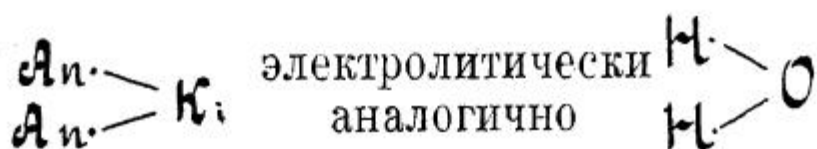
## ГЛАВА VIII.

### **Рядъ періодическихъ системъ среди разнообразныхъ химическихъ элементовъ мірозданія.**

Мы видимъ изъ предыдущаго изложенія, что первичные заряды анодія и катодія дѣйствительно реагируютъ, какъ самостоятельные химическіе индивидуумы.

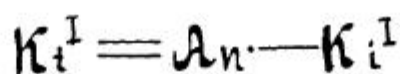
Однако можно ли ихъ на одномъ этомъ основаніи рѣшительно признать за «элементарныя» тѣла того же самаго порядка и соединить ихъ въ одной и той же системѣ первичныхъ химическихъ элементовъ? Мнѣ кажется, этотъ вопросъ слѣдуетъ оставить пока совершенно открытымъ.

Прежде всего и катодій и анодій могутъ быть однимъ и тѣмъ же элементомъ въ двухъ электролитически-различныхъ состояніяхъ, какъ мы уже и говорили это. Затѣмъ катодій  $K_t$  очень легко можетъ оказаться сложнымъ радикаломъ, содержащимъ въ себѣ соединеніе анодія съ какимъ-то двувалентнымъ элементомъ, который мы для удобства изложенія назовемъ катиономъ— $K_i$ . Нѣкоторые факты, съ которыми мнѣ пришлось встрѣтиться въ другихъ моихъ работахъ надъ строеніемъ вещества (и излагать которые здѣсь не мѣсто), прямо привели меня къ предположенію, что между-звѣздная среда конструирована аналогично водѣ  $H_2O$  изъ двухъ одновалентныхъ атомовъ анодія и одного двухвалентнаго, который мы только что условились называть  $K_i$ :



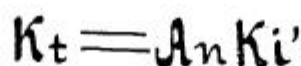
гдѣ  $A_n$  соотвѣтствуетъ водороду, а  $K_i$ —кислороду.

При электролизѣ одинъ атомъ  $A_n$  выдѣляется на анодѣ, а космическій остатокъ  $A_n \cdot - K_i \cdot$ , аналогичный гидроксилу  $H \cdot - O \cdot$ , и представляетъ изъ себя нашъ катодій:



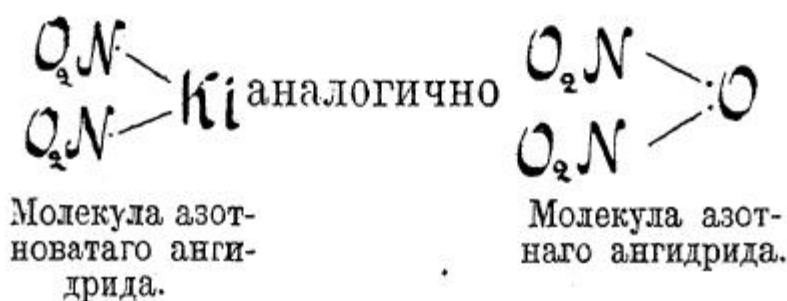
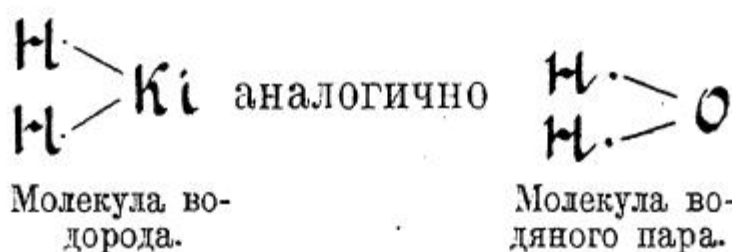
Понятно, что это ровно ничего не измѣняетъ въ справедливости нашихъ предыдущихъ формулъ, осо-

бенно удобныхъ по причинѣ своей краткости и со-  
отвѣтствія съ электролитическими синтезами и разло-  
женіями. Вся разница лишь въ томъ, что съ новой  
точки зрѣнія подъ именемъ катодія  $Kt^1$  мы будемъ  
должны предполагать всегда равновалентный съ нимъ  
радикаль  $AnKi$  или корпускулу



Но зато для насъ откроется возможность новыхъ  
молекулярныхъ комбинацій, которыя, повидимому, и  
имѣютъ иногда мѣсто въ природѣ:

1) У нечетновалентныхъ атомовъ или радикаловъ  
двухвалентный катіоній можетъ иногда замѣнять атомъ  
кислорода, напримѣръ:

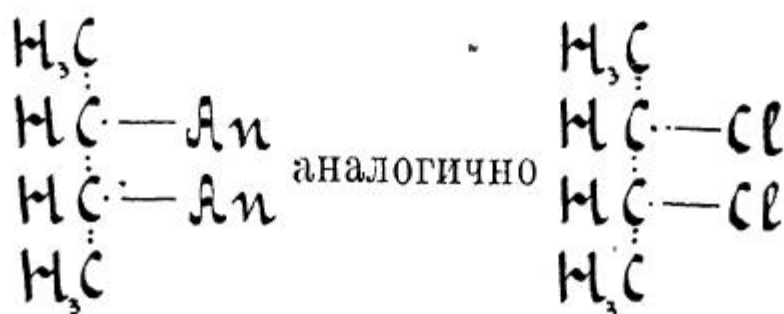


и т. д.

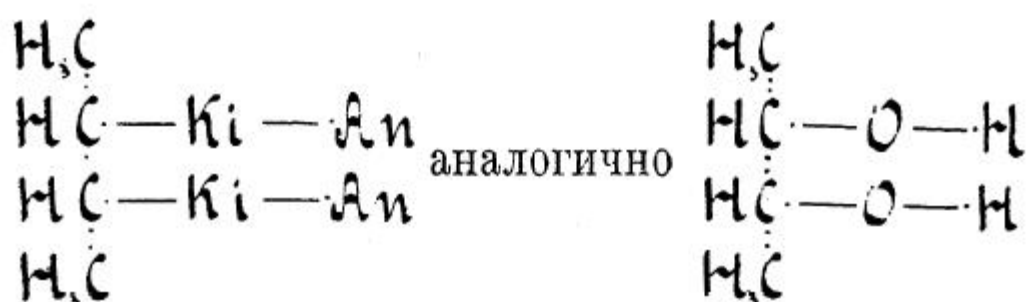
2) При размыканіи кратныхъ связей могутъ про-  
изойти четыре случая:

а) размыканіе двумя атомами анодія:





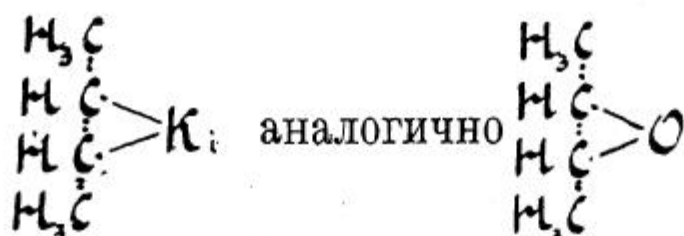
b) размыканіе двумя космическими остатками An Ki'



c) размыканіе молекулой нейтрализованного заряда KiAn<sub>2</sub>



d) размыканіе однимъ двухвалентнымъ атомомъ катионія:



Понятно, что этимъ разнообразіемъ способовъ размыканія могутъ быть легко объяснены и всѣ нера-

венства, замѣчаемыя въ приращеніи объемовъ органическихъ соединеній при появленіи въ нихъ кратныхъ связей.

Если эти предположенія когда-нибудь подтвердятся, то, допустивъ, что атомный вѣсъ «двухвалентнаго по водороду» катиона  $Ki <$  вдвое болѣе одновалентнаго по галоидамъ анодія  $An_2$ , получимъ два члена самой первичной изъ извѣстныхъ намъ періодическихъ системъ вселенной.

Паевые же объемы ихъ опредѣлятся изъ кратныхъ электролитическихъ связей (примѣч. на стр. 121) въ такомъ видѣ:  $W(An) = 1, 1$  и  $W(>Ki) = 2, 2$ , принимая  $W(C) = 11$ , какъ это обыкновенно дѣлаютъ въ учебникахъ. А принявъ объемъ анодія за единицу, увидимъ, что и остальные паевые объемы у наиболѣе изслѣдованныхъ въ этомъ отношеніи элементовъ выразятся кратными цифрами:

Паевые объемы.	При $W(An) = 1$	При $W(C) = 11$
$W(An)$ . . . . .	1 . . . . .	1,1
$W(Ki)$ . . . . .	2 . . . . .	2,2
$W(N)$ . . . . .	2? . . . . .	2,3?
$W(H)$ . . . . .	5 . . . . .	5,5
$W(O)$ . . . . .	7 . . . . .	7,7
$W(C)$ . . . . .	10 . . . . .	11,0

Назовемъ же систему, къ которой принадлежатъ  $An$  и  $Ki$ , системой космическихъ элементовъ.

Спектральный анализъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и обыкновенный химическій, указываютъ намъ на существованіе въ природѣ другой системы болѣе сложныхъ химическихъ единицъ, которую мы имѣемъ право назвать системой надзвѣздныхъ элементовъ, потому что ея представители накапливаются въ свобод-

номъ видѣ въ верхнихъ слояхъ надзвѣздныхъ оболочекъ. Къ ней будутъ принадлежать:

1) Короній, спектръ котораго—единственная зеленая линия съ длиной волны  $\approx 531, 6$ . Онъ характеризуетъ собою то серебристое сіяніе, что простирается на огромномъ протяженіи вокругъ солнечнаго диска и замѣтно лишь во время полныхъ солнечныхъ затмений. Въ послѣдніе годы Назини и Андерлини наблюдали эту линію въ спектрѣ газа, выдѣляемаго большою сольфатарой въ Поццуоли (въ Италіи), но не могли его изолировать. Его атомный вѣсъ долженъ быть меньше, чѣмъ у водорода (можетъ быть  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{4}$  при  $H=1$ ), потому что солнечная корона, состоящая, главнымъ образомъ, изъ коронія, лежитъ непосредственно на солнечной хромосферѣ, состоящей изъ водорода съ примѣсью гелія. Замѣчательно, что водородъ не диффундируетъ въ этой легкой оболочкѣ и, выброшенный въ нее въ видѣ протуберанса, обратно падаетъ фонтаномъ на солнечную поверхность или плаваетъ въ нижнихъ частяхъ короны въ видѣ краснаго облака. По всей вѣроятности, короній принадлежитъ уже къ числу газовъ, способныхъ при обычной температурѣ свободно проникать сквозь поры нашихъ сосудовъ, особенно металлическихъ, подобно тому какъ это имѣетъ мѣсто для водорода при высокихъ температурахъ.

2) Водородъ съ атомнымъ вѣсомъ  $\approx 1$ . Онъ облекаетъ солнце не очень толстымъ, но сплошнымъ слоемъ, называемымъ хромосферой, по причинѣ его краснаго цвѣта. Этотъ слой отдѣляетъ солнечную корону отъ ослѣпительно свѣтлой оболочки, состоящей изъ болѣе тяжелыхъ металлическихъ паровъ. На землѣ водородъ находится лишь въ химическомъ соединеніи съ другими веществами или въ окклюзированномъ

видѣ, и замѣчательнѣе болѣе всего тѣмъ, что вмѣстѣ съ углеродомъ является творцомъ новой періодической системы химическихъ элементовъ, которую мы уже излагали въ началѣ этого изслѣдованія подъ именемъ «системы карбогидридовъ».

3) Первичный гелій съ атомнымъ вѣсомъ  $\cdot X = 2$ , и крѣпкой молекулой  $\cdot X_2 = He = 4$ . Она и есть современный атомъ гелія на землѣ. На солнцѣ онъ находится вмѣстѣ съ водородомъ въ хромосферѣ и, вѣроятно, въ фотосферѣ. Повидимому, онъ слегка диффундируетъ даже и въ солнечную корону. Подобно водороду, онъ находится на нашей планетѣ лишь въ окклюзированномъ состояніи, въ урановыхъ минералахъ, и болѣе всего замѣчательнѣе тѣмъ, что вмѣстѣ съ какимъ-то неизвѣстнымъ, или, скорѣе, неизнаннымъ еще восьмивалентнымъ (а можетъ-быть, *теперь* уже и безвалентнымъ) по водороду, теллурическимъ элементомъ Z создалъ періодическую систему современныхъ минеральныхъ элементовъ — археогелидовъ, къ разбору которой мы приступаемъ въ слѣдующей главѣ.

Если короній дѣйствительно принадлежитъ къ той же системѣ надзвѣздныхъ элементовъ, какъ водородъ и гелій, то не будетъ ничего удивительнаго, если въ грядущія эры земной жизни и онъ окажется привлеченнымъ изъ солнечной короны (предѣлы которой трудно указать) на облебянѣлую поверхность будущей земли въ видѣ химическаго соединенія съ однимъ изъ распространенныхъ на ней веществъ и такимъ образомъ создастъ на земной поверхности новый океанъ, подобный современному водородистому. Не будетъ ничего удивительнаго и въ томъ, если такой океанъ (съ короніемъ, играющимъ въ немъ роль водорода современной воды) окажется уже существующимъ теперь на нашемъ небесномъ сосѣдѣ, Марсѣ. Кромѣ этихъ химическихъ

элементовъ «надзвѣздной системы», спектроскопъ открываетъ еще нѣсколько другихъ, о природѣ которыхъ очень трудно судить. Во всѣхъ газообразныхъ туманностяхъ неба обнаружена, напимѣръ, зелено-голубая линія съ длиной волны  $\lambda = 495,72 \mu$ , уже не находящаяся на сложившихся свѣтилахъ, а потому, очевидно, принадлежащая какому-то неизвѣстному первичному элементу. Это же можно сказать и о другой очень яркой линіи туманностей съ длиной волны  $\lambda = 500,43 \mu$ , которую совершенно невозможно отождествлять съ одной изъ линій азота  $\lambda = 500,3$ , наблюдаемой при разрывномъ электрическомъ разрядѣ въ атмосферѣ.

Неизвѣстный, или неузнанный еще, химическій элементъ Z, играющій роль углерода въ періодической системѣ современныхъ минеральныхъ элементовъ, вѣроятно, является представителемъ совершенно особой системы архаическихъ элементовъ, глубоко погребенныхъ въ нѣдрахъ современной земли. Онъ долженъ, по видимому, быть однимъ изъ элементарныхъ тѣлъ, находящихся въ настоящее время уже въ твердомъ состояніи, потому что въ ту отдаленную эпоху земной жизни, когда онъ вступалъ еще въ химическія соединенія съ первичнымъ геліемъ, онъ присутствовалъ на землѣ — если не въ твердомъ же состояніи, подобно современному углероду, то, во всякомъ случаѣ, въ видѣ газа, достаточно тяжелаго, чтобъ оставаться въ земной атмосферѣ, несмотря на ея высокую температуру, не разсѣиваясь въ окружающемъ міровомъ пространствѣ отъ слишкомъ большихъ скоростей поступательнаго движенія своихъ молекулъ.

Его первичный атомный вѣсъ, какимъ онъ является въ структурѣ минеральныхъ атомовъ, былъ равенъ 4 вѣс. единицамъ (при  $H = 1$ ), но (если этотъ архаи-

ческий элемент не весь потрагился на конструированіе минеральныхъ атомовъ и еще находится въ чистомъ видѣ въ нѣдрахъ земли или ея атмосферѣ) его *современный* атомъ будетъ уже его прочной молекулой, какъ это мы видимъ у гелія. Современный атомъ гелія, какъ мы достаточно показали это ранѣе, состоитъ изъ двухъ первичныхъ атомовъ, которые мы условились обозначать чрезъ  $\cdot X \cdot$



Аналогично этому и атомъ нашего архаическаго элемента будетъ  $Z_n$ , гдѣ  $n$  есть цѣлое число и, вѣроятно, болѣе 2, потому что, подобно углероду,  $Z$  долженъ быть очень склоненъ къ полимеризаціи. Значитъ (если въ его молекулѣ нѣтъ никакихъ кристаллизационныхъ прибавокъ), имѣемъ выборъ:

$Z_2 = 8$ ;  $Z_3 = 12$  (углеродъ);  $Z_4 = 16$  (кислородъ);  $Z_5 = 20$  (неонъ),  $Z_6 = 24$ ;  $Z_7 = 28$  (силицій);  $Z_8 = 32$ ;  $Z_9 = 36$ ;  $Z_{10} = 40$  (аргонъ, метаргонъ);  $Z_{11} = 44$ ;  $Z_{12} = 48$  (титанъ);  $Z_{13} = 52$  (хромъ);  $Z_{14} = 56$  (жельзо);  $Z_{15} = 60$  (криптонъ по Ладенбургу и Крюгелю <sup>1)</sup>).

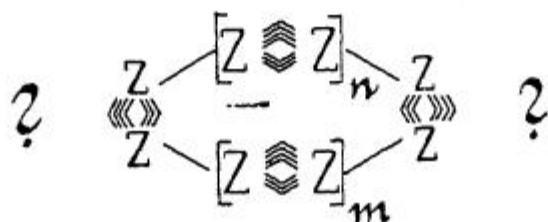


Схема атома архонія.

Его нормальная валентность по кислороду должна быть равна нулю, какъ у гомологовъ аргона, но съ водородомъ онъ, повидимому, долженъ соединяться.

<sup>1)</sup> „Chem. News“. 81.205; 82.209. A. Ladenburg и С. Crügel утверждаютъ, что атомный вѣсъ криптона = 59, а не 80, какъ его опредѣлили Рамсай.

Впрочемъ, съ теченіемъ времени, въ этомъ загадочномъ элементѣ могли произойти внутреннія измѣненія, обусловившія добавочную кислородную валентность. Вполнѣ возможно также, что онъ весь безъ остатка успѣлъ соединиться съ геліемъ въ минеральныхъ элементахъ, такъ какъ гелій, повидимому, находился въ избыткѣ сравнительно съ этимъ загадочнымъ веществомъ. Всего вѣроятнѣе найти его признаки на солнцѣ и другихъ звѣздахъ того же II типа Секки, потому что на этихъ свѣтилахъ часть архаическаго Z можетъ быть еще сохранилась въ свободномъ состояніи и притомъ не въ глубинѣ, а на поверхности свѣтила. Дѣйствительно, на солнцѣ спектроскопъ обнаруживаетъ цѣлыя сотни, если не тысячи, мелкихъ линій, значеніе которыхъ еще не могли опредѣлить. Если дальнѣйшія изысканія не обнаружатъ ихъ принадлежности знакомымъ для насъ металламъ, то придется заключить, что солнечная поверхность содержитъ цѣлую серію архаическихъ элементовъ, вѣроятно, принадлежащихъ къ одной періодической системѣ съ родоначальникомъ Z нашихъ минеральныхъ компонентовъ.

Изъ остальныхъ извѣстныхъ намъ системъ химическихъ единицъ, находимыхъ во вселенной, мы уже разобрали систему карбогидридовъ и теперь достаточно подготовлены для того, чтобы приступить къ детальному разбору и той системы современныхъ минеральныхъ элементовъ, которую мы назовемъ системой археогелидовъ.

## Г Л А В А IX.

### **Строеніе атомовъ у археогелидовъ.**

Все, что я говорилъ до сихъ поръ, давно уже подготовило читателя къ мысли, что я собираюсь скоро перейти къ вопросу о построеніи атомовъ изъ

болѣ простыхъ химическихъ индивидуумовъ, сложившихся между собой, аналогично тому, какъ углеродъ и водородъ въ синъ-атомахъ органическихъ соединеній. И всякій, размышлявшій надъ частыми неправильностями въ возрастаніи атомныхъ вѣсовъ у современныхъ минеральныхъ элементовъ, вѣроятно, давно задаетъ себѣ вопросъ: какимъ образомъ думаетъ справиться авторъ съ этими разнообразными уклоненіями?

Сейчасъ мы покажемъ читателю, что это совсѣмъ не такая трудная задача, какой она кажется съ перваго взгляда, если приступить къ ея рѣшенію путемъ послѣдовательныхъ приближеній.

На одной изъ нашихъ діаграммъ (діагр. V на таблицѣ 15, стр. 75) мы уже показывали, что наблюдаемые атомные вѣса у минеральныхъ элементовъ ложатся довольно правильно около сѣти прямыхъ линій, начерченныхъ по какому-то общему правилу. Однако они лишь по временамъ ложатся на эту сѣть, а большею частью нѣсколько уклоняются отъ ея линій вверхъ или внизъ.

Предположимъ прежде всего, что эти уклоненія произведены нѣкоторой посторонней причиной, и что эта причина вдругъ исчезла. Тогда всѣ атомные вѣса окажутся въ точности на линіяхъ нашей сѣти, и мы опредѣлимъ для нихъ нивелированные величины, которыя назовемъ *идеальными* атомными вѣсами.

Постараемся вывести эти вѣса чисто теоретическимъ путемъ.

Убѣдившись изъ всего предыдущаго изложенія въ глубокой аналогіи строенія атомовъ минеральныхъ элементовъ со строеніемъ синъ-атомовъ карбогидридовъ, воспользуемся этой аналогіей для опредѣленія строенія интраатомныхъ цѣпей. Въ первой части нашего изслѣдованія мы уже видѣли, что, взявъ моле-



кулу водорода Н—Н, какъ «ключъ» системы карбогидридовъ, и послѣдовательно вставляя въ средину этого ключа, одно за другимъ, двухвалентныя звенья —НСН—, мы получаемъ всѣхъ нециклическихъ представителей нулевого типа этой системы

	Названіе.	Структ.-формула.	Паевой вѣсъ.
Отдѣлъ I. Безъ внутреннихъ звеньевъ.	Ключъ-водородъ . . . . .	Н—Н . . . . .	2
	Метанъ . . . . .	Н—НСН—Н. . . . .	16
	Этанъ . . . . .	Н—НСН—НСН—Н. . . . .	30
Отдѣлъ II. Съ внутренними звеньями.	Пропанъ . . . . .	Н—НСН—[НСН] <sub>1</sub> —НСН—Н. . . . .	44
	Бутанъ . . . . .	Н—НСН—[НСН] <sub>2</sub> —НСН—Н. . . . .	58
	Пентанъ . . . . .	Н—НСН—[НСН] <sub>3</sub> —НСН—Н. . . . .	72

Разница между послѣдовательными паевыми вѣсами d=14.

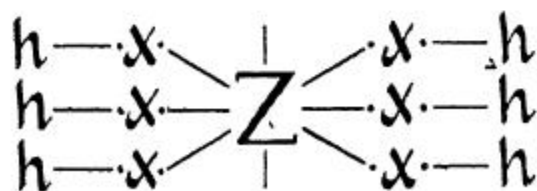
и такъ далѣе.

Отсюда ясно, что, взявъ молекулу гелія He=4, какъ «ключъ» системы археогелидовъ и вставляя между двумя ея половинами, которыя назовемъ атомами первичнаго гелія—X·—, двухвалентныя звенья —X<sub>3</sub>ZX<sub>3</sub>—(гдѣ Z есть восьмивалентный интра-атомный компонентъ съ паевымъ вѣсомъ =4 ед.), мы получимъ такимъ же образомъ всѣхъ представителей безвалентнаго предѣльнаго нулевого типа системы археогелидовъ.

	Названіе.	Формула.	Паевой вѣсъ.
Отдѣлъ I. Безъ внутреннихъ звеньевъ.	Ключъ-гелій . . . . .	X::X . . . . .	4 (вѣрно).
	Неонъ . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	20 (вѣрно).
	Аргонъ . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	36 (на дѣлѣ 36+4)
Отдѣлъ II. Съ внутренними звеньями.	Никкель? . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —[X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> ] <sub>1</sub> —X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	52 (на дѣлѣ 52+6).
	Криптонъ? . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —[X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> ] <sub>2</sub> —X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	68 (на дѣлѣ 68+12?)
	Палладій . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —[X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> ] <sub>3</sub> —X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	84 (на дѣлѣ 84+0)
	Ксенонъ . . . . .	·X·—X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —[X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> ] <sub>4</sub> —X <sub>3</sub> ZX <sub>3</sub> —·X· . . . . .	100 (на дѣлѣ 100+24)

и такъ далѣе.

Однако мы видимъ, что въ такой колонкѣ только атомные вѣса гелія да неона опредѣлились вполне удовлетворительно. Далѣе же, съ тѣхъ поръ, какъ въ интра-атомныя цѣпи стали входить внутреннія звенья, истинные паевые вѣса оказались все болѣе и болѣе удаляющимися отъ опредѣляемыхъ этими схемами. Отъ чего это могло бы зависѣть? — Обратимъ вниманіе прежде всего на то обстоятельство, что первичный атомъ гелія  $\cdot X \cdot$  отличается отъ современнаго водорода карбогидридовъ своей двухвалентностью по галоидамъ. Мы уже знаемъ, что благодаря этому восемь пунктовъ атомнаго сцѣпленія у предѣльныхъ представителей минеральныхъ элементовъ носятъ на себѣ элементарные заряды  $K_1$ , и что эти заряды насыщаютъ избыточные (вторые) пункты сцѣпленія интра-атомныхъ компонентовъ  $\cdot X \cdot$ , находящихся на крайнихъ звеньяхъ интра-атомныхъ цѣпей. Но чѣмъ же насыщены остаточные пункты сцѣпленія  $\cdot X \cdot$  у внутреннихъ звеньевъ?— Объ этомъ не трудно догадаться. Еще на схемѣ первой строки періодической системы (табл. 16, стр. 81) мы видимъ, что кромѣ  $X$  и  $Z$  въ структуру атомовъ входитъ еще третій компонентъ  $h$  съ паевымъ вѣсомъ  $=1$ , а по своимъ свойствамъ ничѣмъ не отличающійся отъ водорода. Допустивъ, что именно онъ и замѣщаетъ катодійные заряды на среднихъ звеньяхъ, мы должны будемъ признать за ними новое строеніе:



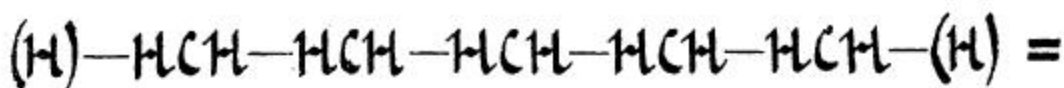
и тогда получимъ такія схемы для всего предѣльнаго нулевого типа системы археогелидовъ:

	Названіе.	Строеніе.	Пасв. вѣсъ.
Отдѣлъ I. Безъ внутр. звеньевъ.	Ключь-гелій. . . . .	$X: :X$ . . . . .	4 (вѣрно).
	Неонъ . . . . .	$X-X_3ZX_3-X$ . . . . .	20 (вѣрно)
	Аргонъ . . . . .	$X-X_3ZX_3-X_3ZX_3-X$ . . . . .	36 (а на дѣлѣ 36+4).
Отдѣлъ II. Съ внутрен- ними звень- ями.	Кобальтъ? . . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_1-X_3ZX_3-X$ . . . . .	58 (вѣрно).
	Криптонъ?. . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_2-X_3ZX_3-X$ . . . . .	80 (на дѣлѣ 80+4?).
	Палладій. . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_3-X_3ZX_3-X$ . . . . .	102 (на дѣлѣ 102+4).
	Ксенонъ . . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_4-X_3ZX_3-X$ . . . . .	124 (на дѣлѣ 124+4?).
	Самарій??. . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_5-X_3ZX_3-X$ . . . . .	146 (на дѣлѣ 146+4?).
	Ека'-Ксенонъ. . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_6-X_3ZX_3-X$ . . . . .	168 (на дѣлѣ 168+4?).
	Платина . . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_7-X_3ZX_3-X$ . . . . .	190 (на дѣлѣ 190+4?).
	Ека''-Ксенонъ. . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_8-X_3ZX_3-X$ . . . . .	212 (на дѣлѣ 212+4?).
	Уранъ? . . . . .	$X-X_3ZX_3-[h_3X_3ZX_3h_3]_9-X_3ZX_3-X$ . . . . .	234 (на дѣлѣ 234+4?).

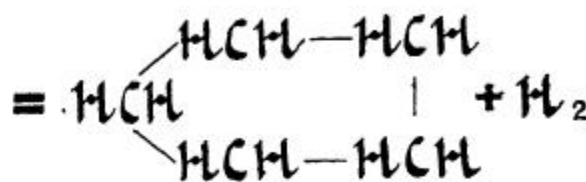
Мы видимъ, что въ этомъ гомологическомъ ряду паевые вѣса, найденные опытомъ, отличаются отъ нашихъ теоретическихъ только нѣсколькими характерными прибавками, равными четыремъ вѣсовымъ единицамъ, которыми мы и займемся въ одной изъ слѣдующихъ главъ.

Пусть же эта колонка и послужитъ первымъ базисомъ для нашихъ теоретическихъ построений. Мы видимъ, что помимо введенія во внутреннія звенья интра-атомныхъ цѣпей третьяго (и, вѣроятно, позднѣйшаго) компонента  $h$ , принципъ построения здѣсь тотъ же самый, что и у предѣльнаго нулевого типа системы карбогидридовъ. Будемъ же и дальше руководиться этими аналогіями.

Прежде всего припомнимъ, что отъ безвалентныхъ нециклическихъ карбогидридовъ, мы переходимъ къ такимъ же безвалентнымъ-циклическимъ, путемъ удаленія двухъ атомовъ водорода для замыканія концовъ цѣпи:



Пентанъ.



Циклопентанъ.

значить, такимъ же путемъ — исключивъ два атома X — мы можемъ получить для каждаго многозвеннаго представителя предыдущаго ряда соответствующаго ему циклическаго представителя, который окажется соответственно легче предыдущихъ на четыре вѣсовыя единицы. Однако, зная уже, что къ циклизированію у минеральныхъ элементовъ склонны только нечетнозвенные атомы, мы опредѣлимъ циклическихъ представителей только для нихъ однихъ.

	Названіе.	Строеніе.	Молекулярной вѣсъ.
Отдѣлъ I. Безъ внутреннихъ звеньевъ.	Гелій . . . . .	X: :X . . . . .	4 (вѣрно).
	Неонъ . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_3 - X$ . . . . .	20 (вѣрно).
	Аргонъ . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_3 - X_3 Z X_3 - X$ . . . . .	36 (на дѣлѣ 36+4).
Отдѣлъ I. Со внутренними звеньями.	Цикло-кобальтъ? (никкель)	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l}   \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_1 \end{array}$	54 (на дѣлѣ 54+4).
	Кобальтъ . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l}   \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_1 - X_3 Z X_3 - X \end{array}$	58 (вѣрно).
	Криптонъ? . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_3 - \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_2 - X_3 Z X_3 - X$ . . . . .	80 (на дѣлѣ 80+4?).
	Цикло-палладій (рутеній).	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l} < \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_3 \end{array}$	98 (на дѣлѣ 98+4).
	Палладій . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l} < \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_3 - X_3 Z X_3 - X \end{array}$	102 (на дѣлѣ 102+4).
	Ксенонъ . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_3 - \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_4 - X_3 Z X_3 - X$ . . . . .	124 (на дѣлѣ 124+4?).
	Цикло-самарій?	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l} < \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_5 \end{array}$	142 (на дѣлѣ 142+4?)
	Самарій? . . . . .	$\cdot X - X_3 Z X_2 \begin{array}{l} < \\ \text{[h}_3 X_3 Z X_3 h_3\text{]}_5 - X_3 Z X_3 - X \end{array}$	146 (на дѣлѣ 146+4?).

Отдѣлъ II. Съ внутр. звеньями.	{	Ека-Ксенонъ . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_3 - [h_3 X_3 Z X_3 h_3]_6 - X_3 Z X_3 - \cdot X \cdot$ . . . . . 168 (на дѣлѣ 168+4?).
		Цикло-платина . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_2$ (осмій). <span style="margin-left: 100px;">&lt;</span> $[h_3 X_3 Z X_3 h_3]_7$ . . . 186 (на дѣлѣ 186+4?).
		Платина . . . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_2$ <span style="margin-left: 100px;">&gt;</span> $[h_3 X_3 Z X_3 h_3]_7 - X_3 Z X_3 - \cdot X \cdot$ . . . . . 190 (на дѣлѣ 190+4?).
		Ека-Ксенонъ . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_3 - [h_3 X_3 Z X_3 h_3]_8 - X_3 Z X_3 - \cdot X \cdot$ . . . . . 112 (на дѣлѣ 212+4?).
		Цикло-Уранъ . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_2$ (торій?). <span style="margin-left: 100px;">&lt;</span> $[h_3 X_3 Z X_3 h_3]_9$ . . . 230 (на дѣлѣ 230+4?).
		Уранъ . . . . . $\cdot X \cdot - X_3 Z X_2$ <span style="margin-left: 100px;">&gt;</span> $[h_3 X_3 Z X_3 h_3]_9 - X_3 Z X_3 - \cdot X \cdot$ . . . . . 234 (на дѣлѣ 234+4?).

Теперь мы имѣемъ теоретическія цифры (въ первомъ приближеніи!) для всѣхъ представителей типа нулевого, минеральной системы. Чтобы перейти отъ нихъ къ остальнымъ типамъ, снова поступимъ по указаніямъ системы карбогидридовъ.

Тамъ мы получали типы 1, 2, и т. д. (стр. 18) путемъ послѣдовательнаго удаленія изъ цѣпей каждаго представителя предѣльнаго типа по 1, 2, 3 и т. д. атомовъ водорода. Значитъ, здѣсь мы должны послѣдовательно удалять изъ каждаго представителя приведенной колонки по 1, 2, 3 и т. д. атома первичнаго гелія  $\cdot X \cdot$ . Но такъ какъ паевой вѣсъ  $\cdot X \cdot = 2$  ед., а всѣ вѣса нашей таблицы выражаются четными цифрами, то этотъ процессъ послѣдовательнаго удаленія  $\cdot X \cdot$  изъ конечныхъ звеньевъ интра-атомныхъ цѣпей даетъ намъ для атомныхъ вѣсовъ каждаго періода рядъ прогрессивно убывающихъ четныхъ цифръ, такъ что вся цифровая сѣть системы окажется состоящей изъ восьмичленныхъ прогрессій четныхъ чиселъ, какъ это и показано на таблицѣ 27.

### Таблица 27.

Идеальные атомные вѣса у археогелидовъ.

11 периодовъ и ключъ минеральной системы.									ключь:=(4)	
	1) Нормальные.	6—	8—	10—	12—	14—	16—	18—	20	d=16
	2) Нормальные.	22—	24—	26—	28—	30—	32—	34—	36	d=16
	3) Циклическ.	40—	42—	44—	46—	48—	50—	52—	54	d <sub>2</sub> =18 <
	Нормальные.	44—	46—	48—	50—	52—	54—	56—	58	d <sub>1</sub> =22
	4) Нормальные.	66—	68—	70—	72—	74—	76—	78—	80	d <sub>3</sub> =26 <
	5) Циклическ.	84—	86—	88—	90—	92—	94—	96—	98	d <sub>1</sub> =22
	Нормальные.	88—	90—	92—	94—	96—	98—	100—	102	d <sub>1</sub> =22
	6) Нормальные.	110—	112—	114—	116—	118—	120—	122—	124	d <sub>1</sub> =22
	7) Циклическ.	128—	130—	132—	134—	136—	138—	140—	142	d <sub>1</sub> =22
	Нормальные.	132—	134—	136—	138—	140—	142—	144—	146	d <sub>1</sub> =22
8) Нормальные.	154—	156—	158—	160—	162—	164—	166—	168	d <sub>1</sub> =22	
9) Циклическ.	172—	174—	176—	178—	180—	182—	184—	186	d <sub>1</sub> =22	
Нормальные.	176—	178—	180—	182—	184—	186—	188—	190	d <sub>1</sub> =22	
10) Нормальные.	198—	200—	202—	204—	206—	208—	210—	212	d <sub>1</sub> =22	
11) Циклическ.	216—	218—	220—	222—	224—	226—	228—	230	d <sub>1</sub> =22	
Нормальные.	220—	222—	224—	226—	228—	230—	232—	234		
Типы:		7	6	5	4	3	2	1	0	

Таковы цифровыя величины всѣхъ точекъ нашихъ теоретическихъ сѣтей (диагр. V, таб. 15, стр. 75) или идеальные атомные вѣса. Разницы между ними и величинами, находимыми опытнымъ путемъ (показанныя далѣе на таб. 30, стр. 169), назовемъ отступленіями отъ идеальныхъ величинъ и отложимъ ихъ разборъ до тѣхъ поръ, пока не выяснимъ себѣ происхожденія нашихъ правильныхъ восьмичленныхъ прогрессій на только что представленной табличкѣ.

### Таблица 28.

Структурныя схемы первых двух периодов (и начала третьяго) для системы археогелидных индивидуумов (атомов). Представлены въ плоской развѣткѣ, въ восьми типахъ.  
 $\equiv Z \equiv = 4$  вѣсовымъ един.,  $\cdot x \cdot = 2$  вѣс. ед.,  $\cdot h = 1$  вѣс. ед.  
 $An$  и  $Kt = 8 \cdot 10^{-20}$  кулона.

			На начало циклизированія неопознанных атомов и присоединенія h кь среднему звену и кь ветвяхъ цѣпей				
Минус 7 $An(M) = 7$	Минус 6 $An(M) = 6$	Минус 5 $An(M) = 5$	Минус 4 $An(M) = 4$	Минус 3 $An(M) = 3$	Минус 2 $An(M) = 2$	Минус 1 $An(M) = 1$	Минус 0 $An(M) = 0$

$x \cdot x$   
 Гелий = 4  
 (Ключь системы)

Число символовъ  $An$  въ этихъ схемахъ показы-  
 ваетъ количество катодныхъ (—) элементарныхъ  
 зарядовъ, принимаемыхъ даннымъ атомомъ при иони-  
 зированіи а слѣдовательно и количество атомовъ  
 щелочнаго металла (или его замѣстителей) съ  
 которыми онъ способенъ соединяться. Число  
 символовъ  $An$  показываетъ количество анодныхъ атома  
 (+) зарядовъ, а слѣдовательно и валентность атома  
 по галодамъ и ихъ замѣстителямъ. Атомъ  $h$ , при-  
 соединенный прямо къ  $Z$ , соответствуетъ анодному у  
 заряду (или металлу, замѣстившему этотъ зарядъ), а  
 присоединенный къ  $x$ , соответствуетъ галоду и  
 замѣщаетъ  $Kt$ . Повидимому,  $h$  есть водородъ въ двухъ  
 электролитически различныхъ состояніяхъ:  $+h$  и  $-h$ .

### Таблица 29.

Структурныя схемы первыхъ трехъ периодовъ для системы карбогидридныхъ индивидуовъ (син-атомовъ). Представлены въ плоской развѣткѣ первыхъ пяти типовъ и вычерченны здѣсь исключительно для поясненія верхнихъ археогелидныхъ структуръ.

Минус 4 $R(Kt) = 4$	Минус 3 $R(Kt) = 3$	Минус 2 $R(Kt) = 2$	Минус 1 $R(Kt) = 1$	Минус 0 $R(Kt) = 0$

$H \cdot H$   
 Водород = 2 ( $H_2$ )  
 Ключь системы

Число буквъ  $R$  въ этихъ схемахъ пока-  
 зываетъ валентность данного син-атома по  
 галодамъ (и ихъ замѣстителямъ) и количество  
 катодныхъ (—) элементарныхъ зарядовъ,  
 которые онъ можетъ привлечь въ случаѣ  
 ионизированія. Число буквъ  $H$  на дугообраз-  
 ныхъ концевыхъ вѣтвяхъ син-атомовъ пока-  
 зывало бы количество анодныхъ (+) эле-  
 ментарныхъ зарядовъ, еслибы водородъ въ  
 карбогидридахъ слѣдался способнымъ прини-  
 мать ихъ, а слѣдовательно, замѣщая ихъ ме-  
 таллами, получилъ бы и соответствующую  
 валентность по металламъ, какъ это сущест-  
 вуетъ у археогелидовъ-металлоидовъ.

Поясненіе къ верхнимъ схемамъ.

Заряды  $An$  и  $Kt$ , а также и первичный гелий  $x$ , находяшіеся на крайнихъ концахъ многозвенныхъ интра-атомныхъ цѣпей (причемъ, дѣйствіе ихъ направлено наружу, на внѣшніе предметы), представлены на дугообразныхъ кривыхъ не потому, чтобы имъ приписывалось стремленіе образовывать въ полѣ дѣйствія атома силовыя линіи, вродѣ магнитныхъ (хотя въ этомъ не было бы ничего удивительнаго), а исключительно для того, чтобы съ перваго взгляда отличить эти 8 пунктовъ, реагирующихъ у каждаго атома на внѣшніе предметы, отъ среднихъ  $x$ , дѣйствіе которыхъ замкнуто врутре цѣпи.

*Полныя структуры* всѣхъ представителей для первыхъ двухъ строкъ, а также и части третьей, мы получаемъ безъ труда (на табл. 28) изъ нашихъ карбогидридо-образныхъ комбинацій двувалентнаго по водороду первичнаго гелія  $\cdot X \cdot$  съ атомнымъ вѣсомъ, равнымъ 2 единицамъ, первичнаго архонія  $\equiv Z \equiv$  восьмивалентнаго по водороду, съ атомнымъ вѣсомъ, равнымъ 4 единицамъ, іонныхъ зарядовъ Kt и An и самаго водорода, принадлежащаго къ той же назвѣздной системѣ, какъ и гелій, и обладающаго одной катионизирующей и одной анионизирующей единицами сѣщленія. Однако, не имѣя возможности доказать, что это третье вещество именно водородъ, мы будемъ обозначать его черезъ h (съ атомнымъ вѣсомъ=1).

На приложенной таблицѣ (табл. 28) мы видимъ, что, замѣстивъ въ нечетновалентныхъ типахъ (1, 3, 5, 7) одинъ изъ зарядовъ Kt или An этимъ амфибійнымъ (т.-е. способнымъ реагировать то какъ металлъ, то какъ металлоидъ) атомомъ h, мы сразу находимъ рядъ атомныхъ вѣсовъ, дающій не только восьмичленные прогрессіи четныхъ чиселъ на нашихъ идеальныхъ сѣтяхъ, но даже и уклоненія отъ нихъ, обнаруженныя у всѣхъ представителей нечетновалентныхъ типовъ (1, 3, 5, 7), кромѣ азота N=14, да скандія Sc=44, который, впрочемъ, относится уже къ циклическимъ представителямъ третьяго періода и будетъ рассмотрѣнъ вмѣстѣ съ ними. Почему этотъ амфибійный элементъ h особенно склоненъ присоединяться именно къ нечетновалентнымъ типамъ, мы пояснимъ далѣе, а теперь пока присмотримся внимательнѣе къ нашей таблицѣ 28-й <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Такъ какъ наши схемы представляютъ изъ себя только плоскія развертки стереометрическихъ фигуръ атомовъ, то всѣ заряды An и Kt мы отогнули дугообразно въ углы кѣтокъ, чтобы сразу можно было видѣть валентность каждой схемы.



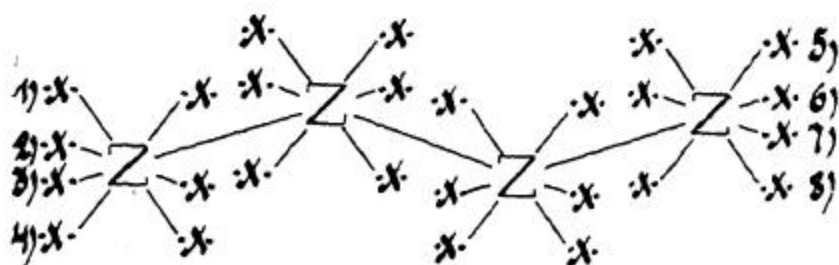
Мы видимъ, что въ основныхъ своихъ принципахъ она построена совершенно аналогично таблицѣ карбогидридовъ, приложенной для сравненія на той же страницѣ пониже (табл. 29). Вся разница лишь въ томъ, что, вслѣдствіе четырехвалентности углерода по водороду, у карбогидридныхъ цѣпей оказалось меньше концевыхъ и внутреннихъ отвѣтвленій. Затѣмъ, благодаря одновалентности водорода по углероду, онъ (при современныхъ космическихъ условіяхъ) не носитъ на себѣ зарядовъ (An) на конечныхъ отвѣтвленіяхъ цѣпей, а потому не можетъ реагировать на внѣшніе предметы и вызывать этимъ у карбогидридовъ тотъ родъ валентности, который возрастаетъ *въ каждомъ періодѣ* системы архегелидовъ вмѣстѣ съ возрастаніемъ атомныхъ вѣсовъ у членовъ даннаго періода.

Мы видимъ затѣмъ (обратившись снова къ верхней таблицѣ 28), какимъ образомъ постепенная убыль атомовъ  $\cdot X \cdot$  первичнаго гелія въ каждой строкѣ неизбежно сопровождается приращеніемъ металлической валентности атома, потому что вмѣсто каждаго убывшаго  $\cdot X \cdot$  присоединяется атомъ (или зарядъ) анодія An, который способенъ замѣщаться металломъ, и, какъ увидимъ далѣе, еще амфибійнымъ водородомъ и кристаллизационной водой. Мы только что сказали, что аналогичное явленіе случилось бы и у карбогидридовъ, съ той, прибавимъ, разницей, что водородъ долженъ бы былъ іонизироваться у нихъ атомами катодія, а не анодія, потому что анодійные заряды у карбогидридовъ уже принадлежать центральному элементу структурныхъ цѣпей—углероду. Такимъ образомъ обѣ системы по отношенію къ распредѣленію зарядовъ являются антиномичными, и, вслѣдствіе этого, на діаграммахъ, вычерченныхъ *по возрастанію той же самой* (напр., галоидной) валентности, одна изъ нихъ должна пред-

ставляться какъ бы зеркальнымъ отраженіемъ другой, какъ мы уже показывали въ первой части этого изслѣдованія (стр. 17, таб. 7).

Нѣсколько труднѣе рѣшить вопросъ о томъ, почему во второй и третьей строкахъ (табл. 28) валентность по галондамъ и кислороду не увеличивается сравнительно съ первой строкой, если эти вещества привлекаются каждой остаточной единицей сродства первичнаго гелія  $\cdot X \cdot$ , которая въ свободномъ состояніи способна катионизироваться. Въдѣ общее количество  $\cdot X \cdot$  при цѣпи прибываетъ съ каждымъ новымъ періодомъ на шесть атомовъ. Однако и это обстоятельство можно объяснить (какъ мы тоже указывали уже на стр. 14) стереохимическими соображеніями. Мы знаемъ, что не всякая единица сродства непременно проявляетъ свою дѣятельность внѣшнимъ образомъ, а только тѣ, для которыхъ это возможно по ихъ стереометрическому положенію, да и то не всегда, какъ это ясно видно изъ неспособности гомологовъ аргона обмѣнивать свои катионные заряды на другіе элементы.

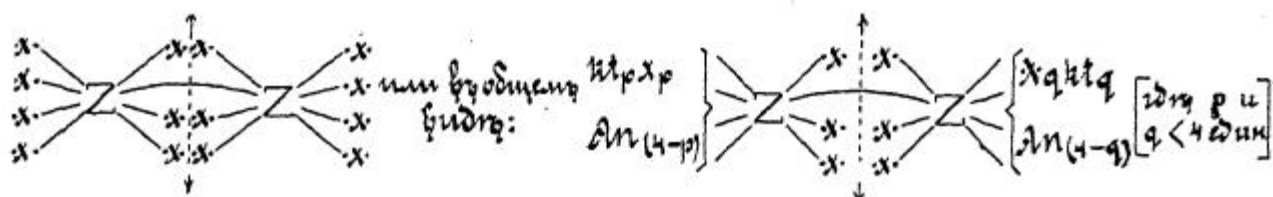
Допустимъ что лишь тѣ пункты сдѣвленія у  $\cdot X \cdot$  обладаютъ въ многозвенныхъ цѣпяхъ способностью катионизироваться, которые, находясь на крайнихъ звеньяхъ цѣпи, обращены не къ внутреннимъ атомамъ Z, а наружу, какъ это показано цифрами 1—8 на приложенной схемѣ:



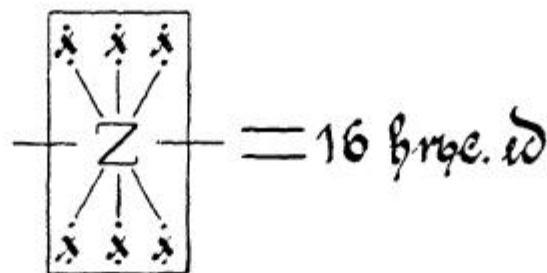
Тогда все сразу и станетъ въ соотвѣтствіе съ наблюдаемыми фактами. Если у атома  $\equiv Z \equiv$  восемь единицъ

геліофильнаго сродства лежать на восьми площадкахъ описаннаго октаэдра <sup>1)</sup>, то обращенными наружу отъ оси атома во всякой интра-атомной цѣпи, независимо отъ числа ея звеньевъ, окажутся только восемь площадокъ (1—8 на предыдущей схемѣ), по четыре на каждомъ концѣ цѣпи. Слѣдовательно, всякій атомъ въ системѣ археогелидовъ будетъ суммарно восьмивалентенъ.

Въ началѣ этой главы мы уже видѣли, что если бы между двумя конечными звеньями двузвенной цѣпи



мы начали вставлять промежуточные двувалентныя звенья,

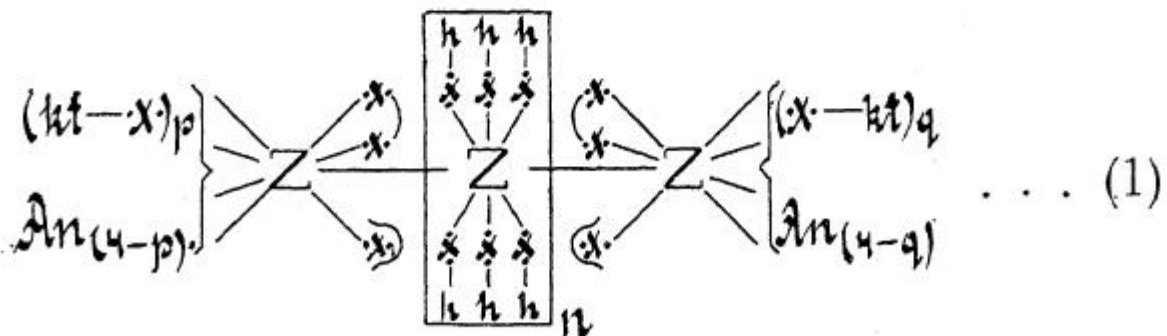


то получили бы систему строкъ, всегда отстоящихъ другъ отъ друга ровно на 16 вѣсовыхъ единицъ (стр. 157). Но это оказалось вѣрнымъ въ системѣ археогелидовъ только относительно начала третьей строки, гдѣ находятся калий и кальцій (см. табл. 28). Далѣе

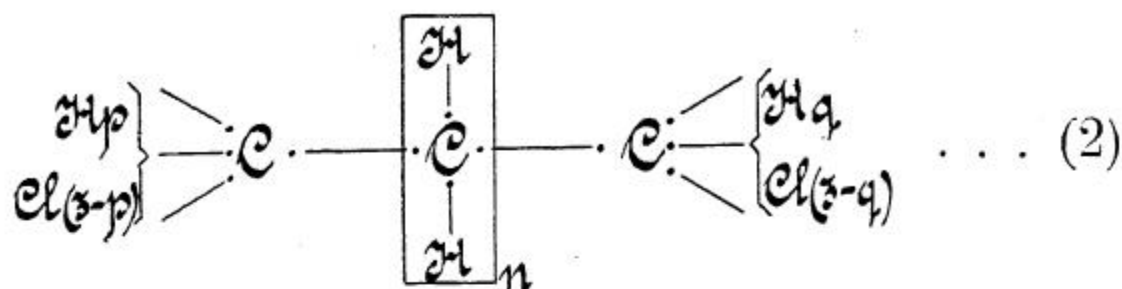
<sup>1)</sup> Какъ и у углерода его восемь единицъ сродства, изъ которыхъ четыре анионизирующіяся лежать, какъ это можно доказать стереохимически, на 4 площадкахъ (а не углахъ) описаннаго отрицательнаго тетраэдра, а четыре анионизирующіяся—на четырехъ площадкахъ описаннаго положительнаго тетраэдра. Кристаллографическая же комбинація обоихъ этихъ тетраэдровъ и есть октаэдръ.

же, у минеральных элементов, какъ это видно на нашихъ діаграммахъ (діаг. 15, В на стр. 75) и на соответствующихъ имъ цифровыхъ прогрессіяхъ (стр. 162) среднія разстоянія по вертикалу между двумя сосѣдними нециклическими строками сразу возрастаютъ до 22 ед., т.-е. на 6 единицъ болѣе первоначальныхъ.

Мы уже говорили выше, отчего зависитъ это приращеніе, а теперь прибавимъ только, что причина его сама бросается въ глаза. Въ самомъ дѣлѣ: если бы въ первыхъ двухъ строкахъ мы уже не видѣли, что, кромѣ  $\equiv Z \equiv$  и  $\cdot X \cdot$  и зарядовъ  $Kt$  и  $An$ , въ структуру атомовъ входитъ еще водородъ (или какое-то, одинаковое съ нимъ по атомному вѣсу и съ амфибійнымъ химическими свойствами вещество  $h$ ), то этотъ сдвигъ дальнѣйшихъ строкъ было бы трудно объяснить. Но какъ только мы признаемъ присутствіе  $h$  въ структурѣ интраатомныхъ цѣпей (какъ одновалентной по галоидамъ и по  $\equiv Z \equiv$  единицы) и допустимъ, что во всѣхъ внутреннихъ звеньяхъ цѣпей она замѣняетъ катодійные заряды у первичнаго гелія  $\cdot X \cdot$ , такъ и получимъ общую формулу для всѣхъ типовъ и періодовъ системы:

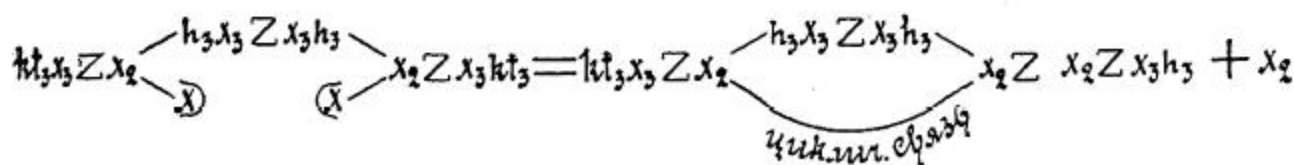


Она вполне аналогична, напримѣръ, формулѣ, выражающей хотя бы строеніе карбогидридныхъ хлоридовъ:



Въ обѣихъ формулахъ  $n$  (при срединномъ членѣ) обозначаетъ число вставныхъ внутреннихъ звеньевъ, а  $p$  и  $q$  ни что иное, какъ индексы валентности каждаго конца цѣпи. Изъ самаго смысла формулъ видно, что  $p$  и  $q$ , это—двѣ, величины возрастающія отъ 0 до 4 у археогелидовъ и отъ 0 до 3 у приведеннаго нами примѣрнаго образчика хлорированной системы карбогидридовъ.

Придавая  $n$ ,  $p$  и  $q$  (въ формулѣ первой) свойственныя имъ цѣлыя числовыя значенія, мы сейчасъ же и получимъ тотъ рядъ восьмичленныхъ прогрессій изъ четныхъ чиселъ (табл. 27, стр. 162 и діагр. 15, В на стр. 75), въ которомъ первыя двѣ строки отстоятъ другъ отъ друга на 16 вѣсовыхъ единицъ, а всѣ послѣдующія нормальныя строки—на 22 вѣсов. единицы. Это и окажутся идеальныя атомныя вѣса всѣхъ нециклизованныхъ археогелидовъ. Отбросивъ же отъ ихъ чиселъ по 4 вѣсов. единицы (соотвѣтствующія двумъ податомамъ  $\cdot X \cdot$  первичнаго гелія  $x_2$ , которые нужно выбросить изъ цѣпи для ея циклизированія безъ измѣненія валентности),



мы получимъ и тѣ раздвоенія нечетныхъ строкъ (табл. 27, стр. 162), которыя необходимы для помѣ-

Таблица 30.

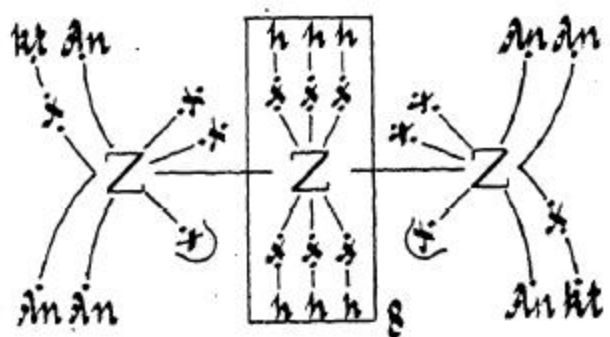
Періодическая система археогелидовъ.

Строение одинич- ныхъ атомовъ.									Ионизация одинич- ныхъ атомовъ.
1	6 = Li = 7,03 (+1,03)	8 = Be = 9,1 (+1,1)	10 = B = 10,95 (+0,95)	12 = C = 12,001 (+0,001)	14 = N = 14,045 (+0,045)	16 = O = 16 (Алмаз)	18 = F = 19,05 (+1,05)	20 = Ne = 20 (+?)	n = -1
2	22 = Na = 23,05 (+1,05)	24 = Mg = 24,36 (+0,36)	26 = Al = 27,1 (+1,1)	28 = Si = 28,4 (+0,4)	30 = P = 31,0 (+1,0)	32 = S = 32,065 (+0,065)	34 = Cl = 35,455 (+1,455)	36 = Ar = 39,9 (+4)	n = 0
3	Cycl: 40 = K? = 39,14 (-0,86)	Cycl: 42 = Ca? = 40,1 (-1,9)	Cycl: 44 = Sc = 44 (+0)	Cycl: 46 = Ti = 48,17 (+2,17)	Cycl: 48 = V = 51,4 (+3,4)	Cycl: 50 = Cr = 52,14 (+2,14)	Cycl: 52 = Mn = 55,02 (+3,02)	Cycl: 54 = Ni = 58,7 (+4,7)	n = 1
	44 = K? = 39,14 (-4,86)	46 = Ca? = 40,1 (-5,9)	48 = Неизвѣстна	50 = Ti? = 48,17 (-1,83)	52 = V? = 51,4 (-0,6)	54 = Cr? = 56,0 (+2,0)	56 = Co = 59,0 (+3,0)	58 = K? = 58,3 (Ladenburg)	
4	66 = Cu = 63,6 (-2,4)	68 = Zn = 65,4 (-2,6)	70 = Ga = 7,0 (0,)	72 = Ge = 72,5 (+0,5)	74 = As = 75,0 (+1)	76 = Se = 79,2 (+3,2)	78 = Br = 79,955 (+1,955)	80 = Kr = 80 (Ramsay)	n = 2
5	Cycl: 84 = Rb? = 85,44 (+1,44)	Cycl: 86 = Sr? = 87,62 (+1,62)	Cycl: 88 = Y = 89,0 (+1,0)	Cycl: 90 = Zr = 90,5 (+0,5)	Cycl: 92 = Nb = 94 (+2)	Cycl: 94 = Mo = 96,0 (+2)	Cycl: 96 =	Cycl: 98 = Ru = 101,7 (+3,1)	n = 3
	88 = Rb = 85,44 (-2,56)	90 = Sr = 87,62 (-2,32)	92	94	96	98	100 = Rh = 103,0 (+3,0)	102 = Pd = 106,5 (+4,5)	
6	110 = Ag = 107,93 (-2,07)	112 = Cd = 112, (+0,3)	114 = In = 114 (+0)	116 = Sn = 119,0 (+3,0)	118 = Sb = 120,0 (+2,0)	120 = Te = 127,5 (+7,5)	122 = I = 126,85 (+4,85)	124 = Xe?	n = 4
7	Cycl: 128	Cycl: 130	Cycl: 132	Cycl: 134	Cycl: 136 = Pr = 140,5 (+4,5)	Cycl: 138	Cycl: 140	Cycl: 142	n = 5
	132 = Cs = 132,9 (+0,9)	134 = Ba = 137,43 (+3,43)	136 = La = 138,5 (+2,5)	138 = Ce = 140,25 (+2)	140 = Nd = 143,6 (+3,6)	142	144 = Sa? = 150 (+6?)	146 = Sa? = 150,0 (+4)	
8	154 = Ek Ag =	156 =	158 = Ga? = 156	160	162	164 = Ek Cr =	166 = Ek S =	168 = Ek Ca	n = 6
9	Cycl: 172	Cycl: 174	Cycl: 176 = Pb? = 173? (-3)	Cycl: 178 =	Cycl: 180 = Ta = 183 (+3)	Cycl: 182 = W = 184,4 (+2,4)	Cycl: 184 =	Cycl: 186 = Os = 190,8 (+4,8)	n = 7
	176 = Ek Cs	178 = Ek Ba	180	182	184	186	188 = Ir = 193,0 (+5)	190 = Pt = 195,2 (+5,2)	
10	198 = Au = 197,3 (-0,7)	200 = Hg = 200,0 (+0,)	202 = Tl = 204,15 (+2,15)	204 = Pb = 206,92 (+2,92)	206 = Bi = 208,0 (+2,0)	208 = Ek Ir =	210 = Ek S =	212 = Ek Xe	n = 8
11	Cycl: 216	Cycl: 218	Cycl: 220	Cycl: 222	Cycl: 224	Cycl: 226	Cycl: 228	Cycl: 230	n = 9
	220	222 = Rn = 222/225	224	226	228	230 = Th? = 233 (+3)	232	234 = U? = 240 (+6)	
Типы строения мно- гоатомныхъ ми- неральныхъ атомовъ.									Катионизация и ани- онизация многа- тыхъ атомовъ.
Минераль- ность	Минер 7 <sup>h</sup> ... An <sub>7</sub> Семейство 1 <sup>e</sup> ... Kt <sub>1</sub>	Минер 6 <sup>h</sup> ... An <sub>6</sub> Семейство 2 <sup>e</sup> ... Kt <sub>2</sub>	Минер 5 <sup>h</sup> ... An <sub>5</sub> Семейство 3 <sup>e</sup> ... Kt <sub>3</sub>	Минер 4 <sup>h</sup> ... An <sub>4</sub> Семейство 4 <sup>e</sup> ... Kt <sub>4</sub>	Минер 3 <sup>h</sup> ... An <sub>3</sub> Семейство 5 <sup>e</sup> ... Kt <sub>5</sub>	Минер 2 <sup>h</sup> ... An <sub>2</sub> Семейство 6 <sup>e</sup> ... Kt <sub>6</sub>	Минер 1 <sup>h</sup> ... An <sub>1</sub> Семейство 7 <sup>e</sup> ... Kt <sub>7</sub>	Минер 0 <sup>h</sup> ... An <sub>0</sub> Семейство 8 <sup>e</sup> ... Kt <sub>8</sub>	Эквивалентность

Число и вставныхъ (срединныхъ) звеньевъ:  $n = 22$  въсов. ед.

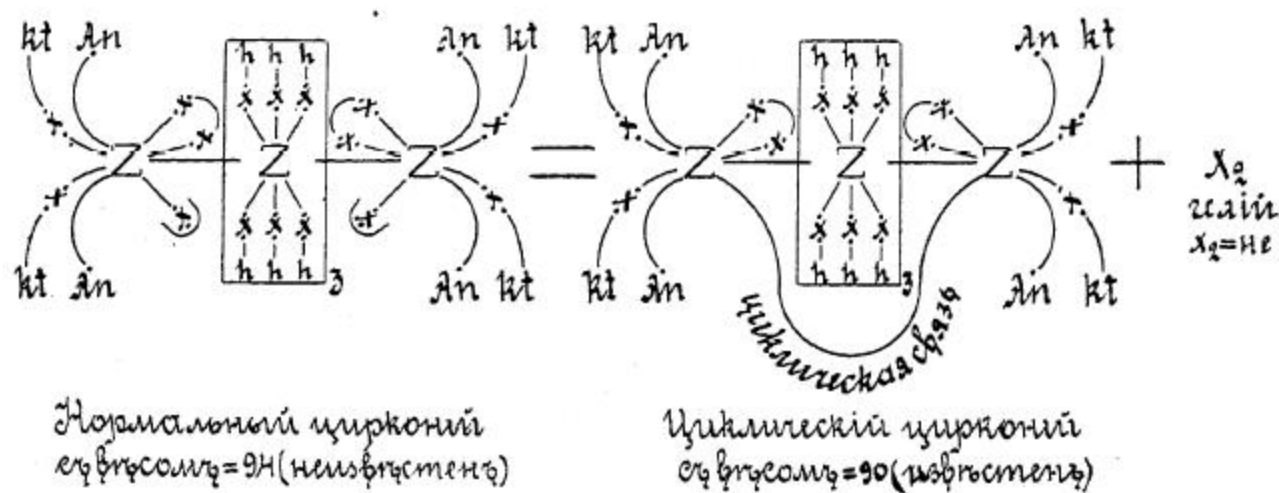
щенія циклизировавшихся атомовъ. Вотъ и вся теоретическая сѣть идеальныхъ атомныхъ вѣсовъ для минеральныхъ элементовъ, которую мы уже нашли эмпирическимъ путемъ на нашей диаграммѣ V, табл. 15, стр. 75: Въ полномъ видѣ эта сѣть представлена на приложенной таблицѣ 30-й, гдѣ впереди каждого элемента поставленъ его идеальный атомный вѣсъ, а сзади (по правую сторону)—его вѣсъ, найденный эмпирическимъ путемъ. Затѣмъ (въ скобкахъ) показана разница между обоими. На верхней части таблицы представлена идеальная структура однозвенныхъ атомовъ (безъ ихъ добавочныхъ второстепенныхъ придатковъ  $h$ ), а внизу—такія же структуры многозвенныхъ интра-атомныхъ цѣпей.

Для того, чтобъ получить по этимъ 8 схемамъ строенія идеальную структуру даннаго нормального (не циклическаго) атома, нужно только повторить среднее звено этихъ схемъ—  $h_3 X_3 \equiv Z \equiv X_3 h_3$  —соотвѣтствующее число разъ. Число же это  $n$  показано для каждаго періода на правой сторонѣ таблицы. Такъ, на примѣръ, для нормального атома ртути, находящейся въ типѣ 6-мъ десятаго періода, нужно взять срединное звено структурной схемы этого типа 8 разъ, потому что съ правой стороны десятой строки стоитъ:  $n=8$ . Тогда, сложивъ вѣса всѣхъ  $Z$ ,  $x$  и  $y$  полученной структурной цѣпи ртутнаго атома,



найдемъ, что идеальный вѣсъ его долженъ быть 200 вѣсовыхъ единицъ. Таковъ онъ и есть на самомъ дѣлѣ (при атомѣ кислорода  $O=16$ ).

Для циклическаго атома, на примѣръ, цирконія, въ четвертомъ типѣ пятого періода, гдѣ  $n=3$ , мы должны взять средній членъ общей схемы этого типа три раза (получимъ структурную цѣпь въ 94 вѣсовыя единицы) и, кромѣ того, должны выбросить изъ одной схемы два атома  $\cdot X \cdot$  (которые обведены полукруглыми ободками на нижнихъ чертежахъ таблицы 30) для циклизированія этой цѣпи безъ измѣненія ея валентности.



Мы видимъ, что исключеніе  $x_2$  уменьшило атомный вѣсъ «нормальнаго» цирконія на четыре единицы, и низвело его путемъ циклизированія до 90 вѣсовыхъ единицъ. Опытъ же по Ричардсу даетъ:  $Zr = 90,5$  вѣс. едн. (при  $O = 16$ ).

Этихъ двухъ примѣровъ совершенно достаточно, чтобъ читатель понялъ смыслъ нашей таблицы и могъ убѣдиться въ возможности получить изъ структурныхъ схемъ, помѣщенныхъ на ней внизу подъ каждымъ типомъ, идеальные атомные вѣса всѣхъ минеральныхъ элементовъ.

Мы видимъ изъ таблицы 30, что восьмичленные прогрессіи четныхъ чиселъ 6, 8, 10, 12, 14 и т. д.,



выражающія идеальные атомные вѣса у первыхъ двухъ періодовъ (случайно или по какимъ-либо особымъ правиламъ структурнаго равновѣсія между Z и X) сливаются въ одну общую арифметическую прогрессию, восходящую отъ 6 до 36 вѣсов. единицъ. Между остальными же восьмичленными прогрессіями наблюдаются правильные перерывы на 8 вѣсов. единицъ<sup>1)</sup>, такъ что промежутки по вертикалу между *нормальными*, не циклическими представителями сразу возрастаютъ съ 16 до 22 вѣс. единицъ. Но циклизированіе нѣкоторыхъ нормальныхъ представителей нечетныхъ строкъ уменьшило разстоянія при переходѣ отъ четныхъ періодовъ къ нечетнымъ на четыре вѣсовыя единицы ( $d_2=18$ ) и этимъ самымъ настолько же увеличило разстоянія отъ нечетныхъ періодовъ къ четнымъ ( $d_3=26$ ), какъ это яснѣе всего видно на цифровыхъ схемахъ стр. 162 и на діаграммѣ V таблицы 15 (стр. 75).

Затѣмъ мы видимъ по величинѣ отступленій на таблицѣ 30, что циклизированію подверглись, повидимому, не всѣ нечетныя строки, а только 3, 5 и 9, какъ это и должно быть по стереохимическимъ соображеніямъ, которыя мы приведемъ немного далѣе, да и въ этихъ трехъ строкахъ типы 7-ой и 6-ой (щелочные и щелочноземельные металлы), кажется, остались не циклическими, потому что вѣса цезія и рубидія, стронція и барія, лучше подходятъ къ нормальнымъ, а калий и кальцій проще всего представляются съ тѣми нормальными структурами (безъ введенія  $h_c$  въ ихъ срединныя звенья), которыя даны для нихъ на предыдущей таблицѣ 28 (стр. 163).

<sup>1)</sup> Или сдвиги на 6 единицъ, такъ какъ обычные промежутки = 2 единицамъ.

Кромѣ того, послѣдняя таблица (30) обнаруживаетъ передъ нами очень интересное обстоятельство, замѣчаемое и въ системѣ карбогидридовъ. Извѣстно, что циклизированные карбогидриды (кромѣ бензоловыхъ производныхъ) по своимъ химическимъ свойствамъ до того напоминаютъ не циклическіе <sup>1)</sup>, что только въ недавнее время ихъ научились различать одни отъ другихъ, да и то не по химическимъ свойствамъ, а по разницѣ въ плотностяхъ и температурахъ кипѣнія. Не менѣе трудно различить по химическимъ особенностямъ и циклическіе атомы отъ не циклическихъ на нашей таблицѣ. Возьмемъ хотя типы 0-ой и 1-ый гдѣ нельзя не обратить вниманія на значительное сходство нециклизованныхъ остатковъ 3, 5 и 9 строкъ (Rh, Ir, Pd, Pt) съ циклизированными (Ru, Os). Однако ничтожность вліянія циклизированія съ избыткомъ вознаграждается стереохимическими отличіями четныхъ и нечетныхъ періодовъ, и это вполне понятно изъ тѣхъ же самыхъ аналогій съ карбогидридами.

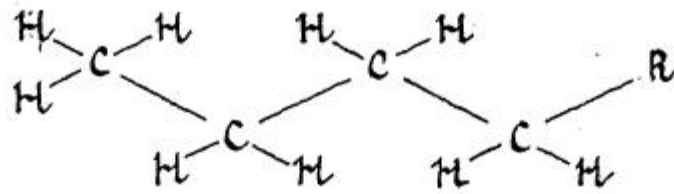
Если катионизирующіеся пункты атомнаго сцѣпленія углерода расположены на 4-хъ *октаэдрическихъ* <sup>2)</sup> площадкахъ, усѣкающихъ углы описаннаго вокругъ него тетраэдра, то карбогидридная цѣпь въ дѣйствительности не будетъ тѣмъ прямолинейнымъ нацѣпленіемъ звеньевъ  $\text{CH}_2$ , какой ее обыкновенно изображаютъ на схемахъ:



Было бы болѣе правильно чертить ее въ видѣ зигзагообразныхъ нацѣпленій

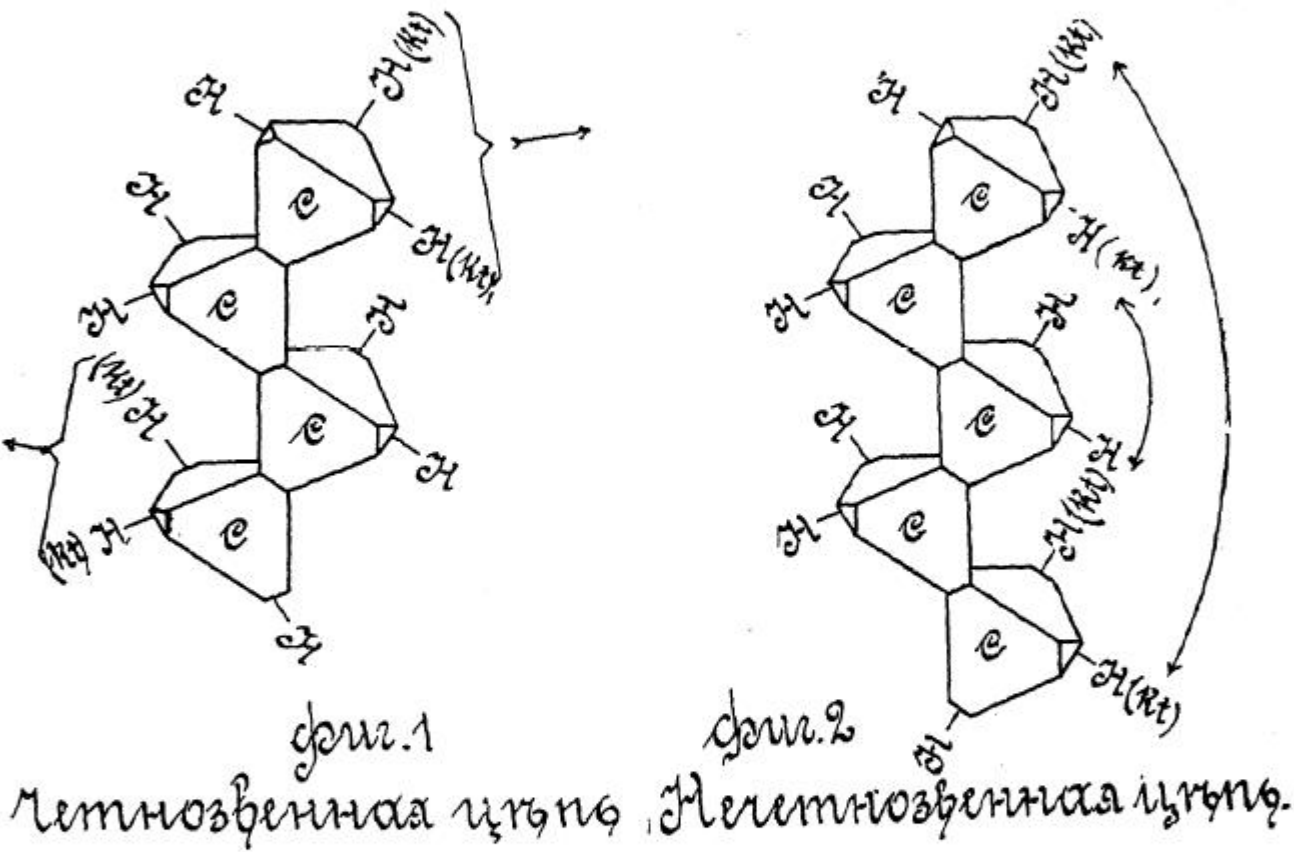
<sup>1)</sup> В. В. Марковниковъ. „Ж. Ф.-Х. Об.“ 30. 188 и на слѣдующихъ страницахъ.

<sup>2)</sup> Употребляемъ это выраженіе для ясности, такъ какъ при усѣченіи угловъ положительнаго тетраэдра отрицательнымъ—получается именно октаэдръ. Однако рисунки (1 и 2) выходятъ отчетливѣе, когда уменьшаемъ эти усѣкающія площадки до минимума, какъ мы и сдѣлали.



какъ это хорошо наблюдается на стереохимическихъ моделяхъ (таб. 31).

Таблица 31.

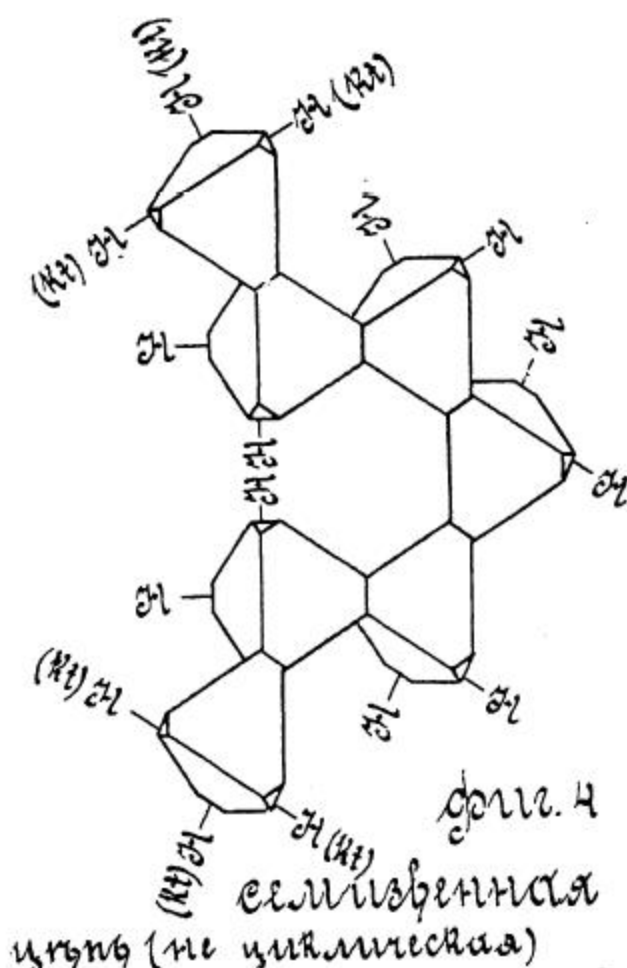
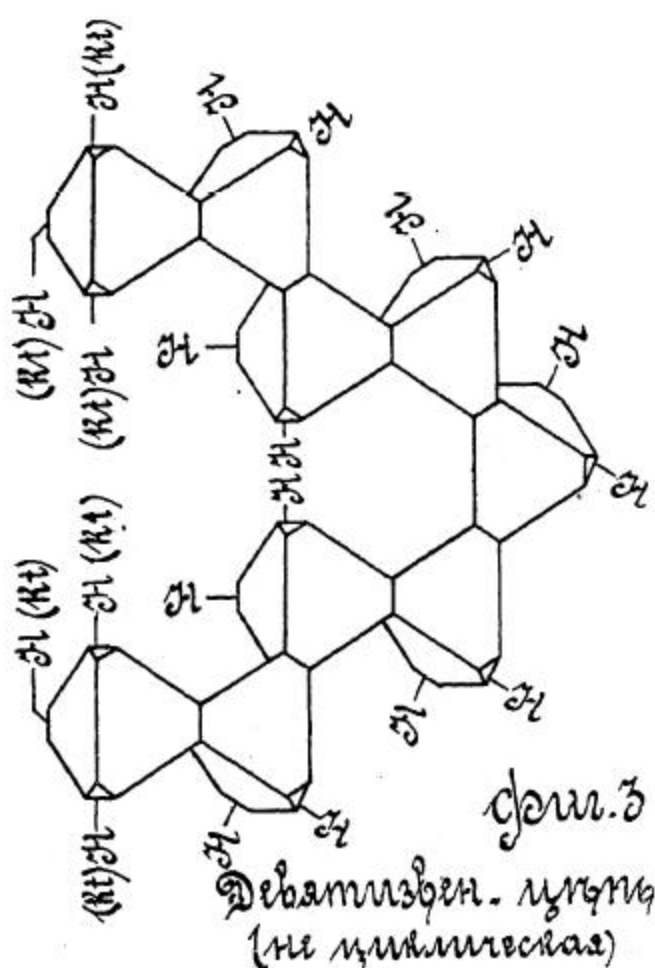


Значить, если бы атомы Н крайнихъ звеньевъ такой цѣпи получили по одноименному заряду (напр., по Кt, какъ это мы допустили на рисункахъ), то четнозвенная цѣпь осталась бы безъ переменъ, такъ какъ преобладающее здѣсь взаимное отталкиваніе двухъ паръ зарядовъ на противоположныхъ концахъ цѣпи, удерживало бы цѣпь въ этомъ самомъ положеніи равновѣсія.

Совсѣмъ другое въ нечетнозвенной цѣпи. Здѣсь преобладающее отталкиваніе двухъ паръ зарядовъ на противоположныхъ концахъ стремилось бы повернуть одну

половину цѣпи въ антиподное положеніе по отношенію къ другой. Но и это не можетъ имѣть мѣста, потому что поворотъ звеньевъ у атомныхъ цѣпей можетъ совершаться безъ ихъ разрыва только путемъ скольженія октаэдрическихъ площадокъ (срѣзывающихъ углы нашихъ воображаемыхъ тетраэдровъ) одной на другой, а это должно сопровождаться перегибами всей цѣпи (фиг. 3 и 4 на табл. 32).

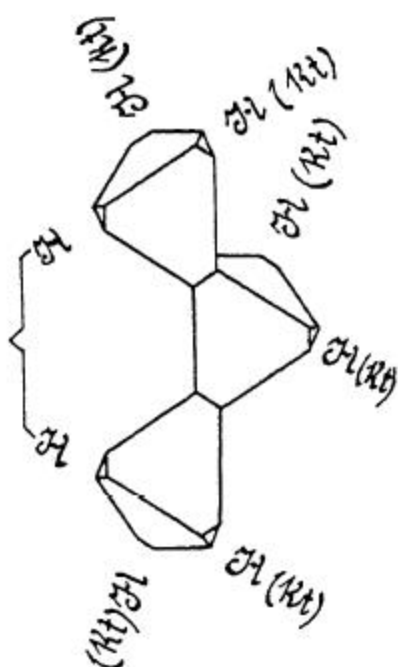
Таблица 32.



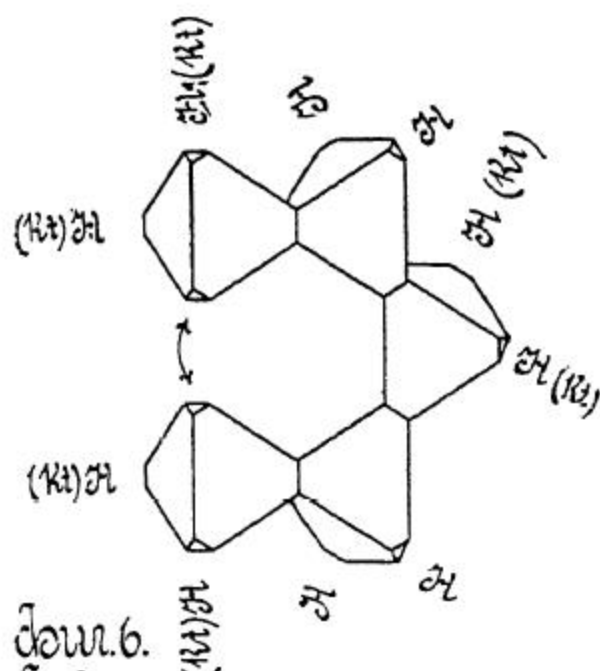
при чемъ отталкивающіеся одноименные заряды должны будутъ сблизиться между собою. Такимъ образомъ энергія вращенія нечетнозвенной цѣпи будетъ въ противорѣчьи съ энергіей отталкиванія ея зарядовъ, и такая цѣпь не будетъ находиться въ уравновѣшенномъ состояніи, хотя въ ней и обнаружится стремле-

ніе къ циклизированію. Единственно возможнымъ переходомъ къ равновѣсію будетъ въ этомъ случаѣ перенесеніе части зарядовъ на среднее нечетное звено цѣпи (фиг. 5 и 6 на таб. 33).

Таблица 33.



Фиг. 5  
Трехзвенная цѣпь\*)  
склонная къ циклизированію



Фиг. 6.  
Пятизвенная цѣпь\*)  
циклическая

Тогда взаимное отталкиваніе остаточныхъ зарядовъ на концахъ цѣпи уравновѣсилось бы до нѣкоторой степени ихъ отталкиваніемъ отъ срединныхъ зарядовъ, цѣпь потеряла бы стремленіе повернуть свои звенья въ обратномъ направленіи и пришла бы въ равновѣсіе. Если на концахъ нормальной структурной цѣпи не всѣ заряды будутъ одноименны, они, конечно, будутъ болѣе или менѣе нейтрализовать другъ друга, и могутъ быть такіе случаи, когда нечетнозвенная цѣпь придетъ въ полное равновѣсіе. Но это будетъ

\*) У трехзвенной цѣпи таб. 33 два крайніе атома  $\left\{ \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} \right.$ , оказались далѣе другъ отъ друга, чѣмъ на дѣлѣ, потому что для ясности рисунка мы лишь слегка срезали углы тетраэдровъ, не превращая ихъ въ октаэдры.

лишь до тѣхъ поръ, пока данный атомъ не вошелъ въ химическое соединеніе, потому что, какъ только одинъ родъ зарядовъ будетъ замѣщенъ у него какимъ-либо радикалами, такъ сейчасъ же остаточные однородные заряды обнаружатъ свое вращательное и циклизирующее дѣйствіе, и результаты окажутся тѣ же самые, т.-е. произойдетъ циклизированіе.

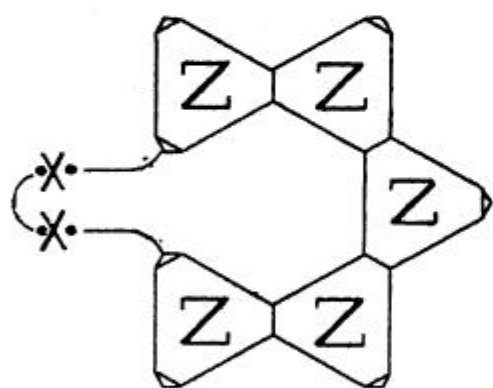
Таковы стереохимическія различія между четнозвенными и нечетнозвенными цѣпями. Они неизбежно обнаружились бы у карбогидридовъ, если бы водородъ на крайнихъ звеньяхъ этихъ цѣпей получилъ заряды Kt или An. Что же удивительнаго, если такая разница и существуетъ у современныхъ минеральныхъ элементовъ, атомы которыхъ носятъ всѣ эти заряды въ свободномъ состояніи, а остаточные заряды даже и въ соединеніяхъ?

Въ этомъ случаѣ нужно только допустить, что атомы углерода и нашего архаического элемента Z, играющаго роль углерода у археогелидовъ, стереометрически подобны, то-есть имѣютъ ту же самую тѣлесную форму, около которой можно описать октаэдръ, какъ комбинацію двухъ тетраэдровъ. Вся разница между обоими элементами должна заключаться лишь въ величинѣ да въ томъ, что у углерода изъ восьми октаэдрическихъ площадокъ четыре склонны носить на себѣ лишь заряды катодія, а четыре, промежуточные, лишь заряды анодія <sup>1)</sup>, тогда какъ у нашего теоретическаго элемента Z всѣ восемь площадокъ способны носить лишь заряды анодія, катодиёмъ же у археогелидовъ заряжаются лишь площадки первичнаго гелія X, играющаго въ ихъ интра-атомныхъ цѣпяхъ роль водорода карбогидридовъ.

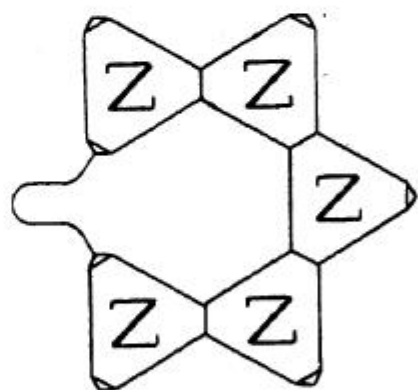
<sup>1)</sup> Интересно, что подобное поочередное распредѣленіе зарядовъ на площадкахъ кристалловъ замѣчено уже давно.

Послѣ всего сказаннаго становится понятнымъ, почему и остаточные элементы 3-го, 5-го и 9-го периодовъ, не способные циклизироваться за недостаткомъ свободныхъ связей, т.-е. Pd, Pt, Rh, Ir и друг., мало чѣмъ отличаются отъ замкнувшихся въ кольцо Ru и Os.

Дѣло въ томъ, что и они должны быть такъ же дугообразно согнуты, и у нихъ, вѣроятно, реагируютъ съ кислородомъ и галоидами то же катионизированная площадки срединнаго нечетнаго звена интра-атомныхъ цѣпей. Все ихъ различіе отъ дѣйствительно замкнувшихся членовъ заключается въ присутствіи у нихъ одного или двухъ атомовъ первичнаго гелія  $\cdot X$ ; мѣшающихъ площадкамъ атомыкуловъ  $Z$  на ихъ конечныхъ звеньяхъ дойти до полного соприкосновенія между собою (фиг. 7 и 8).



Фиг. 7 Схема палладія  
нециклическій пентанъ  
архаоглидофъ



Фиг. 8 Схема рутенія  
циклопентанъ  
архаоглидофъ

На обѣихъ схемахъ октаэдрическіе атомыкулы  $Z$  представлены (для ясности рисунка) тетраэдрами, углы которыхъ усѣчены лишь небольшими октаэдрическими площадками. Точно такъ же для ясности не показано здѣсь и атомыкуловъ первичнаго гелія  $\cdot X$ , покрывающихъ каждую изъ этихъ 8 площадокъ, кромѣ двухъ послѣднихъ у атома палладія.

Изъ такихъ же стереохимическихъ соображеній относительно архаического атомыкула  $Z$  можно вывести,

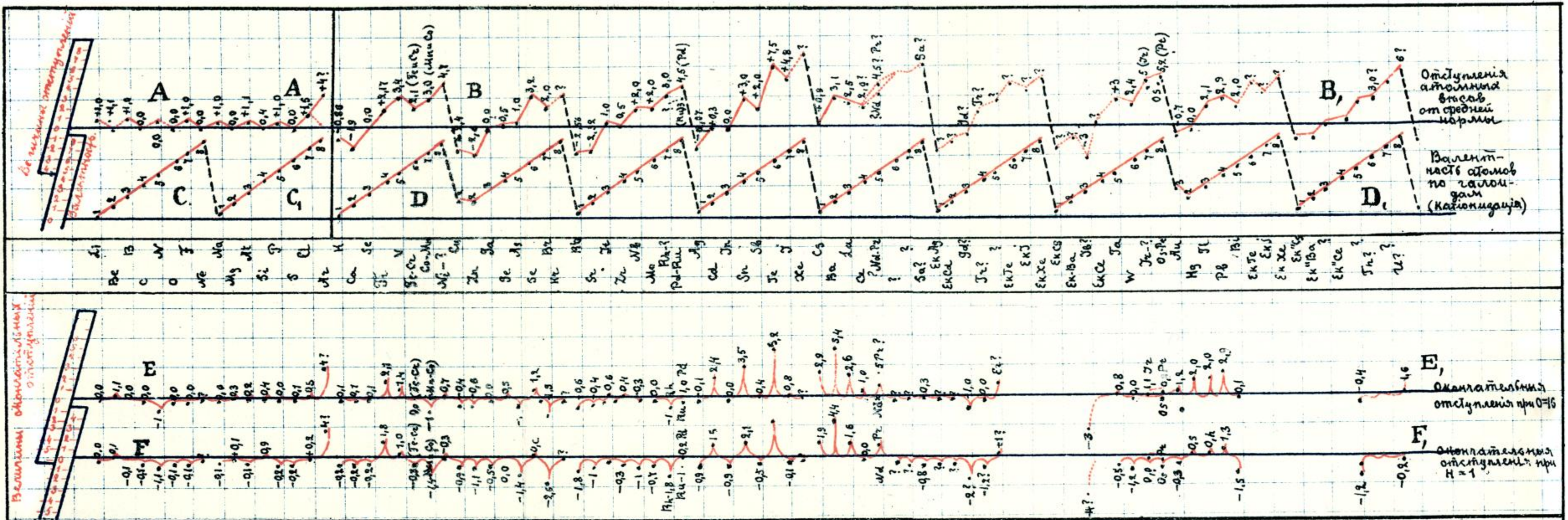
что въ періодической системѣ археогелидовъ особенно склонными къ циклизированію должны быть только 3, 5 и 9 строки, а никакъ не 7 или 11, которыя, повидимому, и дѣйствительно не циклизировались.

Чтобъ убѣдиться въ этомъ, обратимъ вниманіе на стереохимическіе рисунки, представленные на стран. 174—175 (фиг. 3, 4, 5 и 6). Мы видимъ, что для циклизированія трехзвеннаго, пятизвеннаго и девятизвеннаго атомовъ нужно только сблизить ихъ концы путемъ простого вращенія. Совсѣмъ не то относительно семизвеннаго (фиг. 4) и аналогичнаго ему одиннадцатизвеннаго: у такихъ атомовъ конечныя звенья направлены наружу и ихъ полному сближенію воспрепятствуютъ предпоследнія звенья цѣпи, которыя столкнутся ранѣе соединенія ея концовъ. Для циклизированія этихъ цѣпей нужны еще вторичные повороты, которымъ воспрепятствуетъ отталкивательное дѣйствіе находящихся на концахъ цѣпи остаточныхъ одноименныхъ зарядовъ даже въ томъ случаѣ, если часть этихъ зарядовъ и отброшена на срединное звено.

Отсюда понятно, почему археогелиды 7 и 11 строкъ обнаруживаютъ всѣ свойства *псевдоциклическихъ* элементовъ, т.-е. такихъ, которые обладаютъ и физическими и химическими свойствами циклидовъ, но не выбросили изъ своихъ интра-атомныхъ цѣпей (путемъ ихъ замыканія безъ измѣненія валентности) двухъ атомуловъ  $\cdot X \cdot$ , а потому имѣютъ атомные вѣса на 4 единицы болѣе, чѣмъ настоящіе циклиды, какъ это мы и видимъ въ дѣйствительности въ періодахъ, къ которымъ принадлежатъ цезій и торій.

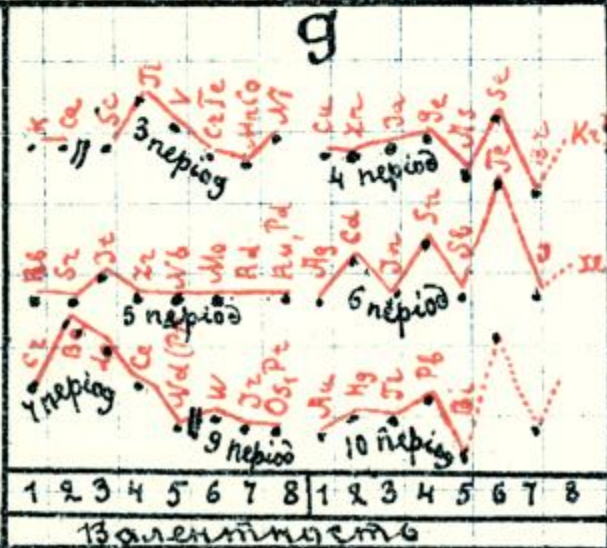


**Таблица 35.**  
Отступления атомных вѣсовъ отъ первоначальной нормы.



1) Линія AA<sub>1</sub>BB<sub>1</sub> показываетъ отступления эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ отъ идеальныхъ, данныхъ на таблицѣ 30. Цифры атомныхъ вѣсовъ взяты по Ричардсу при O = 16 вѣс. единицъ.

2) Линія EE<sub>1</sub> показываетъ отступления эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ отъ теоретическихъ, данныхъ на табл. 36, т. е. отъ тѣхъ же идеальныхъ, послѣ того какъ принято вліяніе на нихъ галогенической антиноміи крайнихъ элементовъ каждаго періода и вліяніе нечетновалентности. Цифры взяты по Clarke'у при O = 16 вѣс. ед.



3) Линія FF<sub>1</sub> показываетъ тѣже самыя отступления, но въ томъ случаѣ, если за эталонъ при опредѣленіи эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ будетъ принята водородная единица (H = 1). Цифры Clarke'а (на табл. 36).

4) Диаграмма Г показываетъ нѣкоторую законѣрность въ отступленіяхъ атомныхъ вѣсовъ отъ теоретическихъ величинъ, данныхъ на табл. 36, если всѣ аналогичные періоды расположены одинъ подъ другимъ.

## ГЛАВА X.

### Два вида первостепенныхъ уклоненій эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ у археогелидовъ отъ идеальныхъ величинъ.

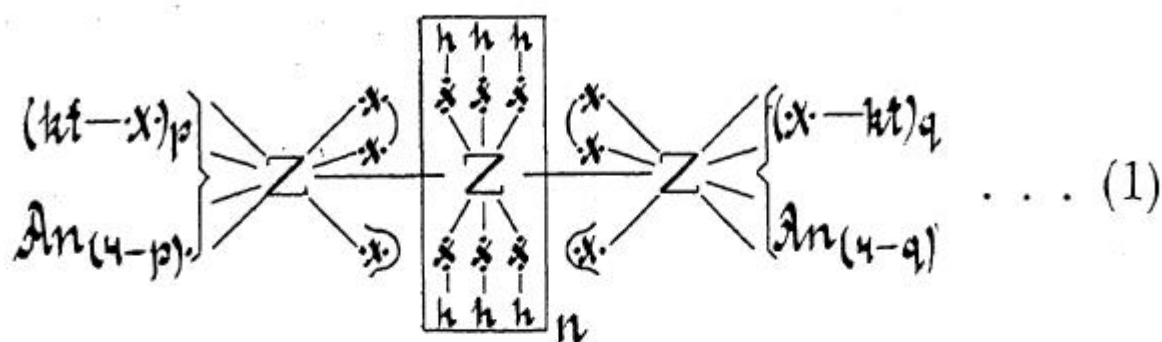
Въ предыдущей главѣ мы вывели правильные ряды восьмичленныхъ арифметическихъ прогрессій изъ четныхъ чиселъ для теоретической сѣти идеальныхъ атомныхъ вѣсовъ у археогелидовъ; но тамъ же мы могли убѣдиться, что въ каждомъ періодѣ, кромѣ двухъ первыхъ, такимъ идеальнымъ вѣсомъ обладаетъ не болѣе одного или двухъ изъ срединныхъ элементовъ, а остальные, особенно на концахъ періодовъ, значительно уклоняются отъ идеала. Очевидно, что наша теорія не будетъ закончена до тѣхъ поръ, пока мы не найдемъ закономерностей и въ этихъ отступленіяхъ и не объяснимъ ихъ происхожденія. Къ этому мы и приступаемъ въ настоящее время.

Для того, чтобы длинные ряды цифръ не рябили у насъ въ глазахъ, воспользуемся для ихъ классификаціи тѣмъ же методомъ, который уже оказалъ намъ такія большія услуги въ предыдущемъ изложеніи. Перенесемъ всѣ уклоненія эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ отъ идеальныхъ, обозначенныхъ на таблицѣ 30 (стр. 169) на діаграмму (см. діагр. 35, линія  $AA_1BB_1$ ).

Мы сразу видимъ здѣсь, что первостепенныя уклоненія, начинающіяся съ третьяго періода, подчинены тому же правилу періодичности, какъ и всѣ остальные свойства минеральныхъ элементовъ.

Въ началѣ этихъ періодовъ эмпирическіе вѣса оказываются обыкновенно ниже идеальныхъ, около середины совпадаютъ съ ними, а въ концѣ поднима-

ются значительно выше. Чему приписать такія періодическія уклоненія, и почему они начинаются лишь съ третьяго періода, какъ только въ интра-атомныхъ цѣпяхъ появляются внутреннія звенья  $n$ ,



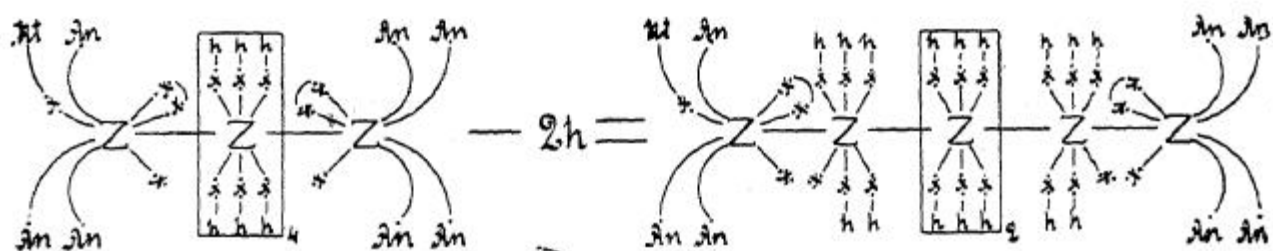
у которыхъ заряды  $An$  и  $Kt$  замѣщены предполагаемыми водородообразными атомикулами  $h$ ?

Прежде всего обратимъ вниманіе на галогеническую антиномію элементовъ на противоположныхъ концахъ cadaго періода минеральной системы. Съ правой стороны находятся сильно катионизированные металлоиды, съ лѣвой — сильно анионизированные щелочные металлы. Сообразно съ повышеніемъ кислородной валентности и кислотныхъ свойствъ атома происходитъ и добавочное повышение его вѣса; сообразно съ повышеніемъ щелочныхъ свойствъ и увеличеніемъ анионизированія атома падаетъ и его вѣсъ ниже идеальнаго. И все это обнаруживается такъ отчетливо, что линія кислородной валентности  $DD_1$ , приложенная для сравненія подъ линіей отступленій атомныхъ вѣсовъ  $BB_1$  на той же самой діаграммѣ 35-й, въ буквальный смыслъ повторяетъ всѣ зигзаги верхней кривой.

Такое совпаденіе сразу даетъ намъ объясненіе не только самихъ этихъ первостепенныхъ отступленій, но и того, почему они появляются именно съ третьяго періода, когда въ структуру атомовъ начинаютъ

входить срединныя звенья, съ присутствіемъ на каждомъ шести атомиколовъ  $h$  вмѣсто катодійныхъ зарядовъ.

Если этотъ гипотетическій амфибійный элементъ  $h$  есть дѣйствительно водородъ <sup>1)</sup> или, подобно водороду, болѣе похожъ на анодіо-замѣщающій металлъ, чѣмъ на металлоидъ, обладающій электролитическими особенностями катодія, то эти уклоненія атомныхъ вѣсовъ въ зависимости отъ валентности археогелидовъ становятся совершенно понятными. Каждый лишній анодіный зарядъ стремится выбросить вонъ изъ цѣпи ближайшіе къ нему атомы  $h$  (съ ихъ остаточными зарядами анодія). Такъ какъ у типовъ 7 и 6, т.-е. у щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ, особенно много анодіныхъ зарядовъ или пунктовъ сщѣпленія, склонныхъ къ аніонизированію, то имъ дѣйствительно и удалось отбросить отъ внутреннихъ звеньевъ по два  $h$ , ближайшіе къ концамъ цѣпи. Это мы видимъ, напримѣръ, у шестизвеннаго атома серебра (сравните со схемами на табл. 30):



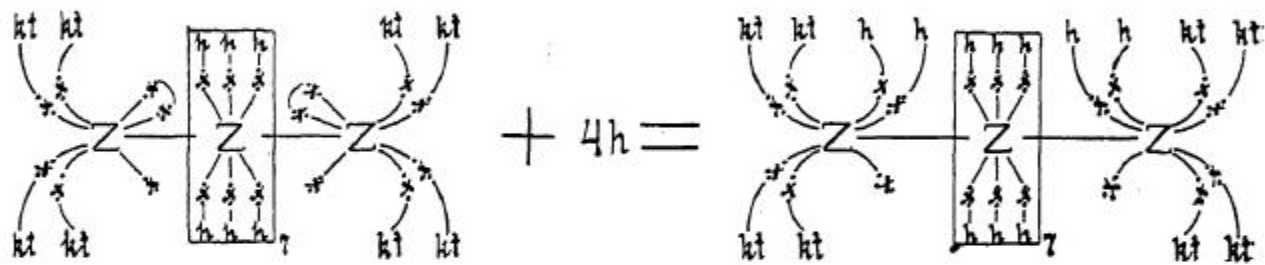
Идеальный атомъ  $Ag=110$  вѣс. ед. (именно:  $[h_3 x_3 Z x_3 h_3]_4=88; 2Z=8; 7x=14$ ).

Реальный атомъ серебра  $Ag=108$  вѣс. ед. ( $=107,92$  при  $0=16$ ).

Совсѣмъ наоборотъ стоитъ дѣло у типовъ 0 или 1, т.-е. у галоидовъ и гомологовъ аргона и платины. Здѣсь избытокъ катодійныхъ зарядовъ долженъ при-

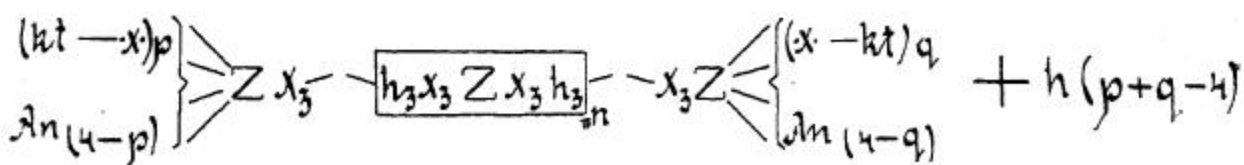
<sup>1)</sup> Мы уже упоминали, что водородъ носить два заряда—анодійный и катодійный:  $An.-H.-Kt$ , изъ которыхъ  $An$  замѣщается металлами, а  $Kt$ —металлоидами, вотъ почему мы и называемъ его амфибійнымъ элементомъ, реагирующимъ то какъ металлъ ( $Ag$ ), то какъ галоидъ ( $Cl$ ). На схемахъ мы для простоты не обозначаемъ его остаточнаго заряда.

влечъ нѣсколько новыхъ  $h$  даже и къ крайнимъ звеньямъ цѣпей, потому что эти  $h$  носятъ на себѣ въ архегелидныхъ цѣпяхъ остаточные заряды анодія или вообще болѣе сходны съ нимъ, чѣмъ съ катодіемъ. Этимъ и объясняется постоянный избытокъ эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ сравнительно съ идеальными въ правыхъ концахъ всѣхъ періодовъ. Величина этого избытка въ среднемъ достигаетъ 4 вѣсовыхъ единицъ, напр., у платины:



Идеальная платина  $Pt=190$  в. ед. Реальная платина  $Pt=194$  в. ед.  
 (именно:  $[h_3 x_3 Z x_3 h_3]_7=154; Z_2=8; 14x=28$ ). (193,4 при  $H=1$  и 194,9 при  $O=16$ ).

Очевидно, что равновѣсіе въ притяженіи избыточныхъ атомикуловъ  $h$  и въ отталкиваніи тѣхъ  $h$ , которые уже находятся въ срединныхъ звеньяхъ, должно имѣть мѣсто въ типѣ 4, гдѣ число  $Kt$  и  $An$  одинаково. Только для этого типа будетъ приложима наша идеальная формула. Для приспособленія же ея ко всѣмъ типамъ вообще, въ нее необходимо ввести поправочный членъ отъ валентности элемента, равный  $h(p + q - 4)$ . Получимъ:



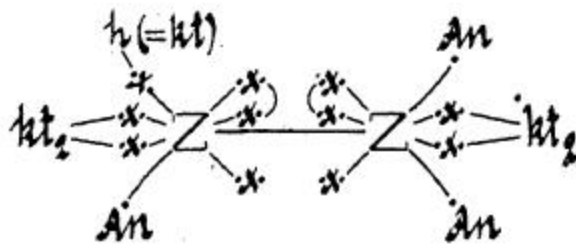
Здѣсь  $p$  означаетъ катионизированіе и галоидную валентность лѣваго конца цѣпи,  $q$  — то же самое для

праваго конца;  $(4-p)$  и  $(4-q)$  выражают анионизированіе обоихъ концовъ и ихъ потенциальную валентность по металламъ, а прибавочный членъ  $h(p+q-4)$ —число дополнительныхъ атомовъ  $h$ , зависящихъ отъ валентности даннаго археогелида (сравните эту формулу съ идеальной на стр. 167). Очевидно, что  $p$  и  $q$  здѣсь могутъ имѣть лишь значенія цѣлыхъ чиселъ между 0 и 4, и что въ типѣ 4, гдѣ сумма  $p+q$  равняется 4, прибавочный членъ обращается въ нуль. Назовемъ этотъ прибавочный членъ *указателемъ вліянія галогенической антиноміи* (кислотности и щелочности) *минеральныхъ элементовъ*.

Принявъ во вниманіе эти уклоненія и исключивъ ихъ вліяніе изъ эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ, мы сейчасъ же обнаружимъ рядъ меньшихъ пильчатыхъ отступленій; которыя, впрочемъ, и прямо замѣтны на участкѣ  $AA_1$  діаграммы 35-й и на вершинахъ большихъ зигзаговъ ея участка  $BB_1$ . Правильность этихъ отступленій не менѣе очевидна: почти всѣ нечетновалентные элементы, кромѣ азота и немногихъ другихъ, т.-е. всѣ нечетные типы 1, 3, 5 и 7 обнаруживаютъ у своихъ атомовъ вѣса на единицу болѣе теоретическихъ.

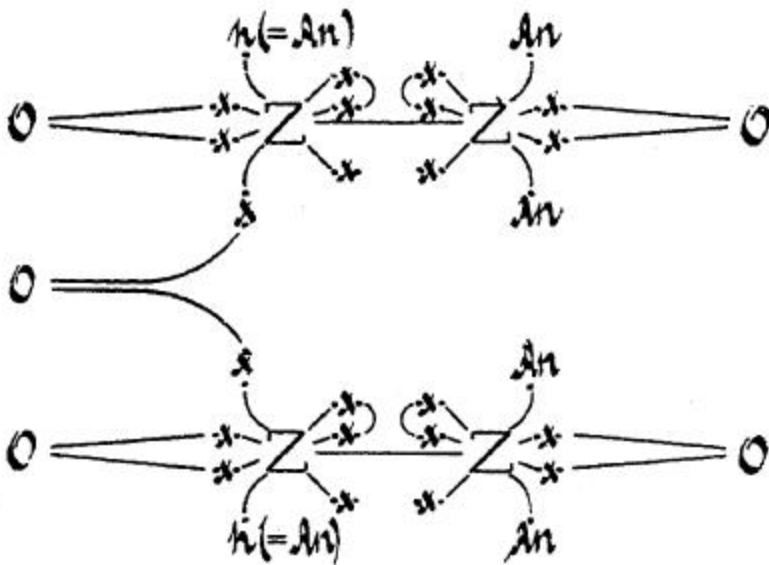
Причина этого можетъ заключаться, по нашему мнѣнію, лишь въ томъ, что катодійные заряды, если считать ихъ, какъ это дѣлаютъ  $=8 \cdot 10^{-20}$  кулона, склонны присоединяться къ атомамъ только попарно <sup>1)</sup>, а потому, когда атомъ нечетно-валентенъ, нечетная связь насыщается амфибійнымъ компонентомъ  $h$ , который, и прибавляетъ къ атому лишнюю единицу вѣса, напр. у фосфора:

<sup>1)</sup> Вотъ почему мы и думаемъ, что по крайней мѣрѣ катодій (замѣщаемый черезъ  $h$  въ атомахъ археогелидовъ) двувалентенъ, и что истинный атомъ его „катіоній“  $Ki=2 Kt=16 \cdot 10^{-20}$  кулона, и что молекула нейтральнаго заряда подобно  $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} > O$  имѣетъ структуру  $\begin{matrix} An \\ An \end{matrix} > Ki$  (см. стр. 147).



Фосфоръ P=31  
 (именно:  $2Z=8$ ;  $11x=22$ ;  $h=1$ ).  
 $h(=Kt)$  означаетъ  $h$  аналогичный Kt;

При этомъ приходится только допустить, что, когда атомъ реагируетъ всѣми своими оксифильными пунктами сдѣленія (напр., фосфоръ въ фосфорномъ ангидридѣ  $P_2O_5$ ),



(Схема  $P_2O_5$ ;  $h(=An)$  означаетъ  $h$  аналогичный An).

то амфибійный компонентъ  $h$  не выдѣляется вонъ, подобно зарядамъ Kt или An, а просто соскальзываетъ на сосѣдній изъ анионизированныхъ пунктовъ, мѣняя свое электролитическое состояніе и дѣлаясь электролитически аналогичнымъ анодію. Какъ мы уже указывали выше, такое соскальзываніе не можетъ уменьшать прочность прикрѣпленія  $h$  къ интра-атомной цѣпи, какъ скольженіе кусочка желѣза по полюсу магнита не ослабляетъ его приставанія къ послѣднему.

Однако, если бы наше объяснение и оказалось неправильнымъ,—фактъ остается фактомъ. Присоедине-  
 ніе лишняго атома  $h$  къ нечетновалентнымъ структур-  
 нымъ цѣлямъ археогелидовъ настолько очевидно (какъ  
 общее правило, подверженное лишь немногимъ исклю-  
 ченіямъ), что должно быть принято въ расчетъ при  
 выводѣ общихъ законовъ ихъ внутренняго строенія.

Значитъ, въ предыдущую формулу (1 на стр. 182)  
 мы должны ввести еще третій членъ ( $h'$ ), обозначаю-  
 щій прибавку единицы вѣса, имѣющую мѣсто только  
 при нечетновалентныхъ элементахъ. Въ общемъ видѣ  
 получаемъ для нормальныхъ археогелидовъ такое вы-  
 раженіе:

$$P_A = \left. \begin{matrix} (kt-x)p \\ \lambda n(4-p) \end{matrix} \right\} Z \lambda_3 \left[ h_3 \lambda_3 Z \lambda_3 h_3 \right]_n \lambda_3 Z \left. \begin{matrix} (x-kt)q \\ \lambda n(4-q) \end{matrix} \right\} + h(p+q-4) + h' \quad (2)$$

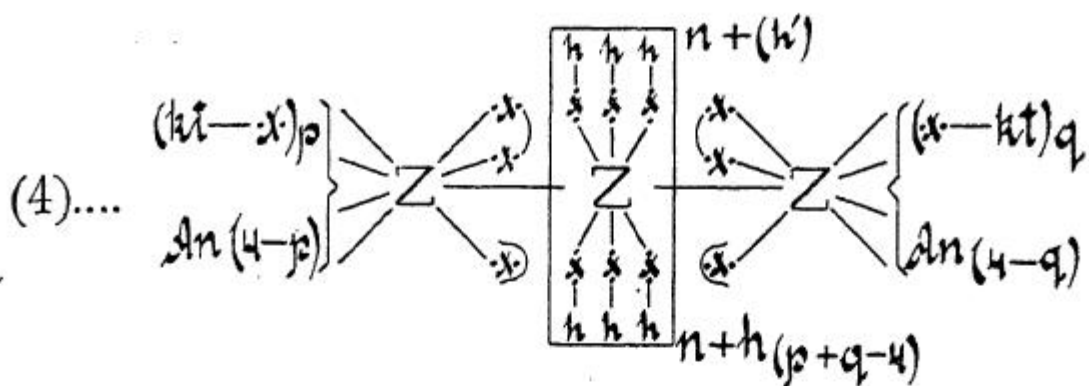
А для циклическихъ:

$$P_C = \left. \begin{matrix} (kt-x)p \\ \lambda n(4-p) \end{matrix} \right\} Z \lambda_2 \left[ h_3 \lambda_3 Z \lambda_3 h_3 \right]_n \lambda_2 Z \left. \begin{matrix} (x-kt)q \\ \lambda n(4-q) \end{matrix} \right\} + h(p+q-4) + h \quad (3)$$

*циклическая сфера*

гдѣ  $P_A$  есть атомный вѣсъ нормального археогелида,  
 $P_C$ —циклизованнаго,  $p$ —оксифильная валентность  
 лѣваго конца интра-атомной цѣпи,  $q$ —праваго конца,  
 $h(p+q-4)$ —число дополнительныхъ атомовъ  $h$ , зави-  
 сящее отъ галогенической антиноміи крайнихъ эле-  
 ментовъ каждаго періода и  $h'$  дополненіе для нечетно-  
 валентныхъ типовъ. Чтобъ избѣжать предыдущихъ  
 полуалгебраическихъ, полухимическихъ формулъ, оба  
 выраженія можно объединить въ такомъ символиче-  
 скомъ видѣ:





Символь  $n+(h')$  вверху срединнаго четырехугольника означаетъ, что, повторивъ срединный членъ  $n$  разъ, нужно вслѣдъ за тѣмъ прибавить къ *одному изъ крайнихъ звеньевъ интра-атомной цѣпи* (а не къ одному изъ срединныхъ звеньевъ) лишній атомъ  $h$ , если данная цѣпь окажется нечетновалентной. Аналогично этому символъ  $n+h_{(p+q-4)}$  внизу срединной рамки означаетъ, что повторивъ средній членъ  $n$  разъ, нужно вслѣдъ затѣмъ еще прибавить къ *интра-атомной цѣпи*  $p+q-4$  атомы  $h$ , гдѣ  $p+q$  есть максимальная валентность цѣпи по кислороду или галоидамъ. Кромѣ того: полукруглыя ободочки, которыми обведены два  $x$  въ крайнихъ звеньяхъ цѣпи, означаютъ, что эти два атомы первичнаго гелія предполагаются выпавшими изъ цѣпи въ случаѣ ея циклизированія безъ измѣненія валентности. Зная, что вѣсь  $Z=4$ ; вѣсь  $x=2$ ; вѣсь  $h=1$ , а вѣсь  $Kt$  и  $An$  близки къ нулю, мы получимъ отсюда теоретическую сѣть цифровыхъ величинъ для атомныхъ вѣсовъ всѣхъ археогелидовъ, которая и представлена на таблицѣ 36-й цѣлыми числами, находящимися передъ каждымъ даннымъ атомомъ. По другую сторону атома обозначень его эмпирической вѣсь по Слагке'у <sup>1)</sup> двойными цифрами: верхнія цифры (въ родѣ числителей дроби) показываютъ эмпирическіе вѣса всѣхъ элементовъ археогелидной системы, когда

<sup>1)</sup> „Ch. News.“ 81. 161 (1900 г.).

Таблица 36.

Периодическая система археогелидовъ.

(Вѣса атомныхъ компонентовъ:  $Z=4$  вѣс. ед.;  $x=2$  в. ед.  $h$  и  $h'=1$  вѣсовой ед.;  $Kt$  и  $An$  близки къ нулю).

Катионизация и анионизация многоатомныхъ атомовъ.	Катионизация и анионизация одноатомныхъ атомовъ.								Строение одноатомныхъ атомовъ.	
Названія (номера) периодовъ системы и полное число звеньевъ въ интраатомныхъ дѣлахъ.	1	$7=Li=6,97/7,03$	$8=He=8,99/9,1 (+1)$	$11=B=10,9/11,0$	$12=C=11,9/12,0$	$15=N=13,74/14,04 (-1)$	$16=O=15,88/16,0$	$19=F=18,9/19,05$	$20=Ne=20$	$n=1$
	2	$23=Na=22,88/23,05$	$24=Mg=24,1/24,3$	$27=Al=26,9/27,2$	$28=Si=28,2/28,4$	$31=P=30,75/31,0$	$32=S=31,83/32,07$	$35=Cl=35,18/35,455 (+0,5)$	$36=Ar=39,8/40 (+4)$	$n=0$
	3	$39=K=38,82/39,11$	$40=Ca=39,8/40,1$	$44=Cycl. Sc=43,8/44,1$	$46=Cycl. Ti=47,8/48,1 (+2)$	$50=Cycl. V=51,0/51,4 (+1)$	$52=Cycl. Cr=51,7/52,1$	$56=Cycl. Mn=54,6/55,0 (-1)$	$58=Cycl. Ni=58,28/58,7$	$n=1$
	3	$42=K+3h$ (не извѣстны)	$44=Ca+4h$ (не извѣстны)	$48=$	$50=$	$54=$	$56=Fe=55,6/56,0$	$60=Co=58,55/59,0(-1)$	$62=Ni=63,7/63,9$	$n=1$
	4	$64=Cu=63,1/63,6$	$66=Zn=64,9/65,4$	$70=Ga=69,3/70,0$	$72=Ge=71,9/72,5$	$76=As=74,4/75,0 (-1)$	$78=Se=78,6/79,2 (+1)$	$82=Br=79,34/79,95(-2)$	$84=Kz=83,5/84,1(0)$	$n=2$
	5	$86=Pb=84,75/85,4$	$88=Sr=86,95/87,6$	$92=$	$94=$	$98=$	$100=Ck=100,0/100,0$	$104=Rh=102,2/103,0$	$106=Pd=106,2/107,0$	$n=3$
	6	$108=Ag=107,4/107,92$	$110=Cd=111,55/112,4 (+2)$	$114=In=113,1/114,0$	$116=Sn=118,1/119,5 (+2)$	$120=Sb=119,5/120,4$	$122=Te=126,5/127,2(+4?)$	$126=I=125,89/126,85$	$128=Xe=131,2(+2)$	$n=4$
	7	$130=Cs=131,9/132,9 (+2?)$	$132=Ba=136,4/137,4(+4?)$	$136=La=137,6/138,6$	$138=Ce=138,0/139,0$	$142=Nd=142,7/143,6$	$144=$	$148=Sa=149,2/150,3$	$150=Sa=149,2/150,3$	$n=5$
	8	$152=KAg=151,9/152$	$154=KCa=154,5/155?$	$158=Ga=156/157?$	$166=Ge=158,8/160,0$	$164=Er=165/165$	$166=Kk=169/170? (+4?)$	$170=Kk=169,5/170,5?$	$172=Kk=174? (+2?)$	$n=6$
	9	$174=KCs=173/174$	$176=KCaBa=175/176?$	$180=KLa=180/180$	$182=$	$186=$	$188=$	$192=Kt=191,7/193,3$	$194=Kt=193,4/194,9$	$n=7$
	10	$196=Au=155,7/197,2$	$198=Hg=198,5/200,0$	$202=Te=202,6/204 (+1)$	$204=Pl=205,56/206,92(+2)$	$208=Bi=206,5/208,1$	$210=Kk=212/214? (+4?)$	$214=Kk=213,5/214,5?$	$216=Kk=218 (+2?)$	$n=8$
11	$218=KkCs=217/219?$	$220=KkBa=219/221?$	$224=$	$226=Kk=226/226?$	$230=$	$232=Kk=230,8/231,6$	$236=$	$238=Kk=237,8/239,6$	$n=9$	
Катионизация и анионизация многоатомныхъ атомовъ.										Типы строения многоатомныхъ минеральныхъ атомовъ.
	Минеръ 7 <sup>h</sup> ... An <sub>7</sub> Семейство 7 <sup>e</sup> ... Kt <sub>1</sub>	Минеръ 6 <sup>h</sup> ... An <sub>6</sub> Семейство 6 <sup>e</sup> ... Kt <sub>2</sub>	Минеръ 5 <sup>h</sup> ... An <sub>5</sub> Семейство 5 <sup>e</sup> ... Kt <sub>3</sub>	Минеръ 4 <sup>h</sup> ... An <sub>4</sub> Семейство 4 <sup>e</sup> ... Kt <sub>4</sub>	Минеръ 3 <sup>h</sup> ... An <sub>3</sub> Семейство 3 <sup>e</sup> ... Kt <sub>5</sub>	Минеръ 2 <sup>h</sup> ... An <sub>2</sub> Семейство 2 <sup>e</sup> ... Kt <sub>6</sub>	Минеръ 1 <sup>h</sup> ... An <sub>1</sub> Семейство 1 <sup>e</sup> ... Kt <sub>7</sub>	Минеръ 0... An <sub>0</sub> Семейство 0 <sup>e</sup> ... Kt <sub>8</sub>		

Число вставныхъ (срединныхъ) звеньевъ:  $n=22$  вѣс. ед. въ нижн. формулахъ.

за эталонъ примемъ эмпирической вѣсъ атома водорода ( $H=1$ ). Нижнія цифры выражаютъ то же самое, когда за единицу для измѣренія примемъ  $\frac{1}{16}$  долю эмпирическаго вѣса кислорода. Если же читатель спросить, какой изъ двухъ эталоновъ предпочтительнѣе для теоретическаго изслѣдованія строенія атомовъ, то авторъ долженъ отвѣтить, что, къ сожалѣнiю, ни тотъ ни другой. Мы не знаемъ, обладаетъ ли кислородъ эмпирическимъ атомнымъ вѣсомъ, составляющимъ математически кратное число вѣса компонентовъ  $Z$ ,  $x$  и  $h$ , изъ которыхъ слагаются атомы. Мы не знаемъ точно такъ же, составляетъ ли вѣсъ самихъ  $Z$  и  $x$  въ точности кратныя числа вѣса водорода, не знаемъ даже и того, дѣйствительно ли вѣса  $Z$ ,  $x$  и  $h$  абсолютно кратны между собою. Мы уже говорили, что атомы нельзя разсматривать какъ простыя, безжизненныя массы. Это не массы  $m$ , а тѣлесныя скопленія энергiи  $\frac{mv^2}{2}$  и ихъ вѣсъ на земной поверхности, хотя въ принципѣ и пропорціоналенъ массамъ, однако можетъ въ нѣкоторой степени зависѣть и отъ второго множителя въ выраженiи энергiи т.-е. отъ  $v^2$ , особенно же отъ зарядовъ  $Kt$  и  $An$  <sup>1)</sup>.

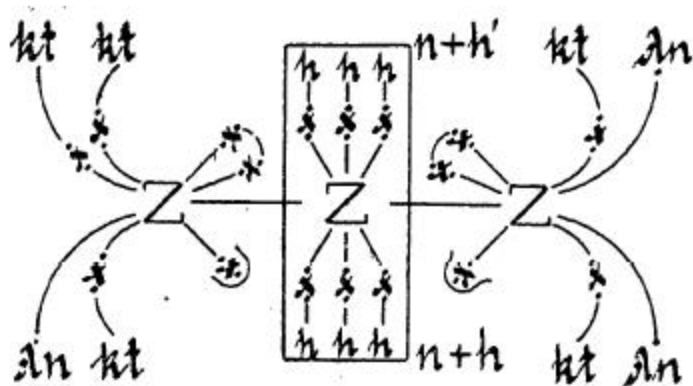
Поэтому, признавая въ принципѣ строгую кратность всѣхъ структурныхъ массъ у различныхъ ато-

1) Въ 1898—1899 гг. я специально работалъ надъ вопросомъ о механическихъ причинахъ тяготѣнiя и работалъ притомъ съ помощью совершенно оригинальнаго математическаго метода, который изложенъ въ рукописномъ сочиненiи „Основы качественного физико-математическаго анализа и новые физическiе факторы, влiянiе которыхъ онъ обнаруживаетъ въ силѣ тяготѣнiя, электрическомъ токѣ и другихъ явленiяхъ природы“. Въ результатѣ обнаружилось, что въ механизмѣ тяготѣнiя второй множитель энергiи  $v^2$  играетъ наиболѣе выдающуюся роль, но что вѣсъ обычныхъ предметовъ на земной поверхности можетъ измѣняться отъ абсолютной величины  $v^2$  лишь въ чрезвычайно слабой степени, однако это не относится къ влiянiю зарядовъ, которое можетъ оказаться вполне ощутимымъ.

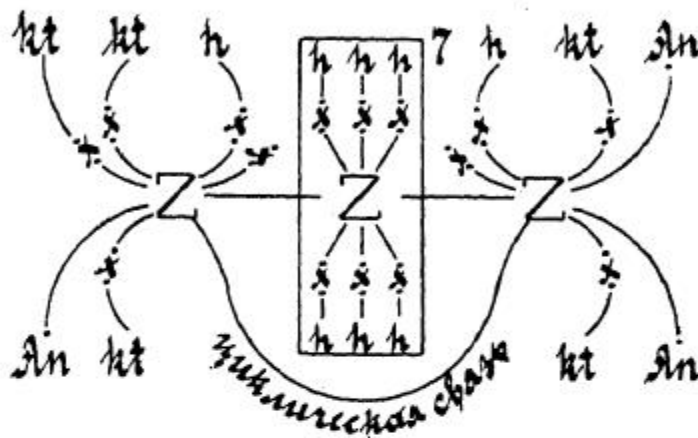
мовъ по отношенію къ первоначальной единицѣ массы, мы этимъ самымъ еще не ручаемся за строгую кратность и силъ тяготѣнія различныхъ атомовъ къ центру земли. Если же атомные вѣса  $Z$ ,  $x$  и  $h$  не математически кратны между собою, то это должно вызвать рядъ мелкихъ уклоненій, которыя проявятся независимо отъ того, какую единицу, кислородную или водородную, мы примемъ за структурный эталонъ.

Внизу таблицы 36 вычерчены детальныя структурныя формулы (вѣрнѣе, схемы) для каждаго типа, съ помощью которыхъ можно безъ труда получить атомные вѣса и структуры всѣхъ находящихся въ данномъ типѣ представителей. Эти схемы являются лишь восемью отдѣльными случаями, которые заключаются въ общей структурной формулѣ 4-й на стр. 186. Давая въ ней  $p$  и  $q$  присущія имъ цѣлыя числовыя значенія отъ 0 до 4, мы сразу и получимъ всѣ восемь типическихъ формулъ, вычерченныхъ внизу таблицы 36-й. Однако, чтобы читатель не затруднялся въ ихъ употребленіи, покажемъ это на отдѣльномъ примѣрѣ. Пусть намъ нужно опредѣлить структуру и атомный вѣсъ, напримѣръ, тантала, принадлежащаго къ типу 3 въ девятомъ періодѣ.

Структурная формула типа 3, показанная внизу этой колонки, имѣетъ видъ:

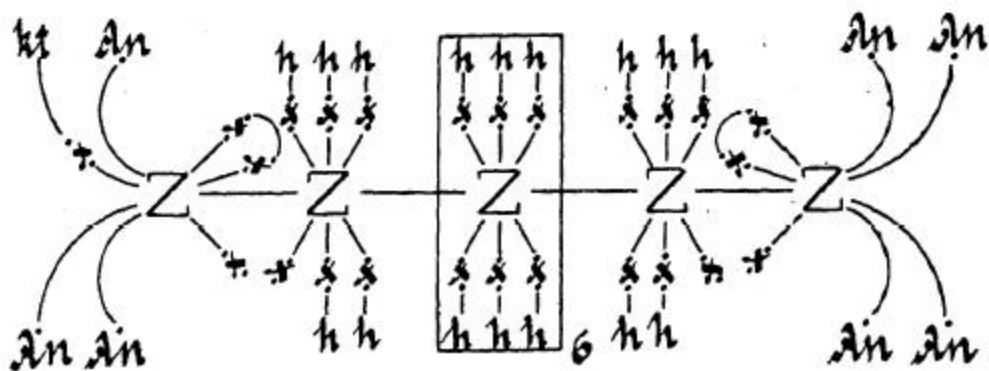


гдѣ число срединныхъ звеньевъ  $n=7$ , модификація галогенической антиноміи  $h=1$ , и прибавка нечетно-валентности  $h'=1$ . Кромѣ того, атомъ тантала циклическій, и для замыканія этой формулы нужно выбросить изъ нея  $2x$ , обведенные полуободками. Значитъ, въ общемъ получаемъ такое *примѣрное* строеніе



Сосчитавъ здѣсь вѣса всѣхъ компонентовъ, найдемъ теоретическую величину для атомнаго вѣса тантала, равную 182 вѣсов. един. Эмпирически же (по Clarke'у) она равняется 181,5 (если за эталонъ примемъ  $H=1$ ), и 182,8 (если единицей мѣры примемъ  $\frac{1}{16}$  долю вѣса кислорода).

Возьмемъ еще золото въ типѣ 7 десятого періода. Здѣсь типическая формула внизу табл. 36 показываетъ модификацію галогенической антиноміи  $= 3h$  и прибавку нечетно-валентности  $h'=1$ . Число среднихъ звеньевъ въ 10-й строкѣ  $n=8$ , и атомъ золота не циклизированъ. Значитъ, имѣемъ такое *примѣрное* строеніе:



Сосчитавъ здѣсь число всѣхъ компонентовъ, найдемъ, что атомъ золота долженъ имѣть вѣсъ = 196 вѣс. един. А по Clarke'у его эмпирическій вѣсъ = 195,7 вѣс. един., если за эталонъ примемъ  $H = 1$ , и 197,2, если за эталонъ будемъ считать  $\frac{1}{16}$  долю вѣса кислороднаго атома.

Этихъ двухъ примѣровъ совершенно достаточно для того, чтобы читатель понялъ употребленіе нашихъ структурныхъ формулъ и, кромѣ того, убѣдился, что нѣкоторая разница между нашими теоретическими атомными вѣсами и соотвѣтствующими величинами, найденными опытнымъ путемъ, можетъ зависѣть просто отъ выбора эталона. Поэтому, оставивъ для будущихъ изслѣдователей всѣ мелкія уклоненія, заключающіяся въ предѣлахъ между цифрами, взятыми по водородному и по кислородному эталонамъ, мы обратимъ теперь вниманіе только на тѣ немногія уклоненія, которыя выходятъ изъ этихъ предѣловъ.

## ГЛАВА XI.

### **Индивидуальныя уклоненія атомнаго вѣса у нѣкоторыхъ археогелидовъ отъ теоретическихъ величинъ и возможные средства для уничтоженія этихъ уклоненій.**

Въ предыдущей главѣ мы убѣдились, что главные неправильности въ возрастаніи эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ у археогелидовъ обусловливаются двумя спеціальными факторами, вліяющими на количество водородообразнаго компонента  $h$  въ интра-атомныхъ цѣпяхъ: галогенической антиноміей крайнихъ членовъ въ данной строкѣ и вліяніемъ нечетновалентности у



половины элементовъ. Однако этимъ дѣло не заканчивается.

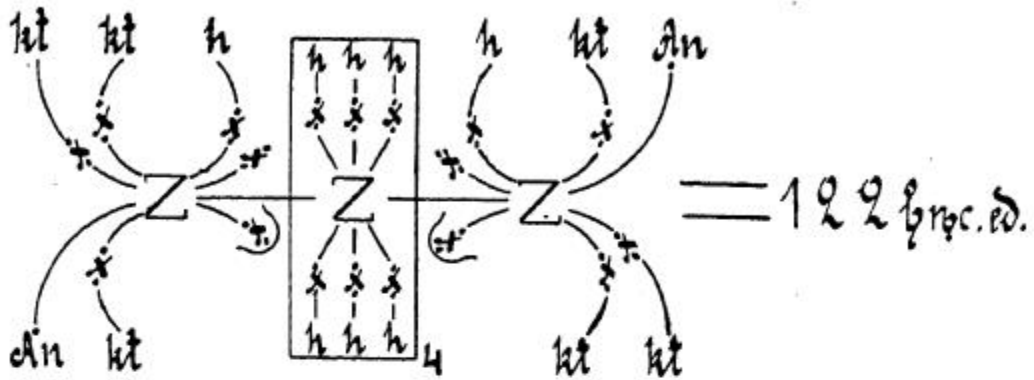
Изобразивъ графически весь рядъ теоретическихъ атомныхъ вѣсовъ, данный на таблицѣ 36 (стр. 187), и отмѣтивъ на полученной сѣти всѣ ихъ эмпирическія величины (напримѣръ, по водородному эталону ( $H=1$ ) Clarke'a), указанные въ видѣ числителей на той же таблицѣ 36-й, мы получимъ діаграмму 37, гдѣ ясно видно, что кромѣ мелкихъ волнообразныхъ уклоненій эмпирическихъ атомныхъ вѣсовъ отъ теоретическихъ остаются еще нѣсколько довольно значительныхъ уклоненій, напримѣръ, у Ag, Te и Ba.

Что эти уклоненія не могутъ быть приписаны неудачному подбору единицы атомнаго вѣса, объ этомъ едва ли можетъ даже возникнуть вопросъ. Притомъ же они изображены нами еще ранѣе по двумъ эталонамъ на діаграммѣ 35 (стр. 179), гдѣ линія  $FF_1$  изображаетъ эти остаточныя уклоненія при  $H=1$ , а линія  $EE_1$  при  $O=16$ , по тѣмъ же даннымъ Кларка. Обѣ линіи согласно показываютъ, что по всему ряду послѣдовательныхъ археогелидовъ идутъ двѣ одинокія волны повышенія, вліяющія, главнымъ образомъ, на атомные вѣса четновалентныхъ представителей. Вершина первой волны проходитъ черезъ теллуръ и барій, т.-е. черезъ тотъ промежутокъ, гдѣ атомные вѣса достигаютъ величины около 122—132 вѣсовыхъ единицъ. Вершина второй волны, повидимому, начинается около таллія, когда атомные вѣса переходятъ за 200 вѣсовыхъ единицъ.

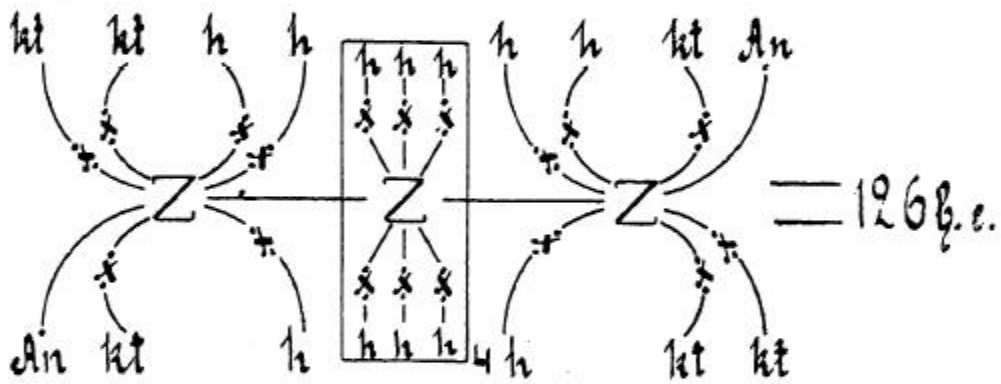
Не трудно видѣть, что и эти исключительные избытки въ вѣсѣ легко представить на нашихъ структурныхъ схемахъ, указывающихъ даже и самые пункты въ интра-атомныхъ цѣпяхъ, куда нужно вставить для этого дополнительныя единицы  $h$ .



Такъ, для теллура наша таблица 36 (стр. 187) дала такую теоретическую структуру:

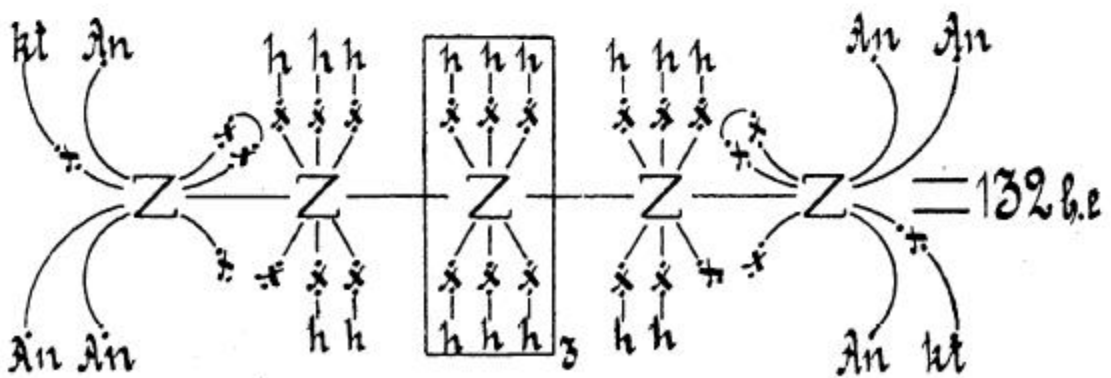


А насытивъ здѣсь и остальные четыре безрядные  $\cdot X \cdot$  тѣмъ же самымъ компонентомъ  $h$ , получимъ:

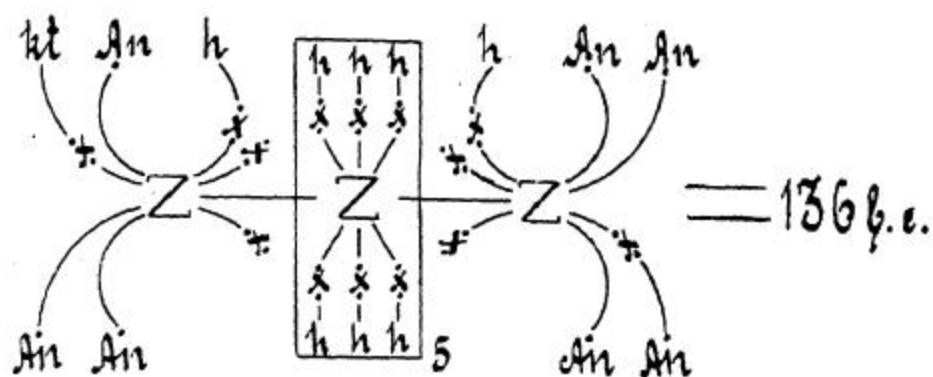


тогда какъ по Clarke'у эмпирическій вѣсъ теллура = 126,5 при  $H=1$ .

Точно такъ же для барія наша таблица 36 (стр. 187) даетъ нормальную структуру



а вставивъ въ нее  $4h$ , получимъ:

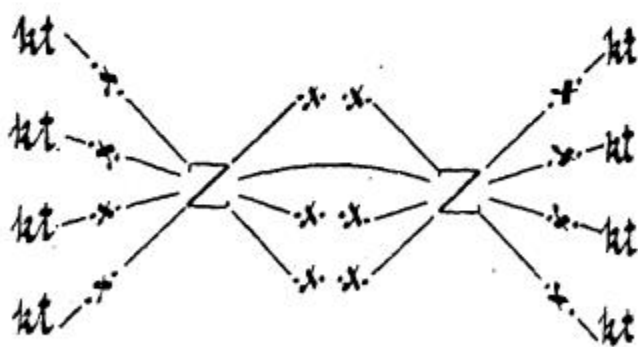


тогда какъ по Clarke'у эмпирической вѣсъ барія = 136,4 при  $H=1$ .

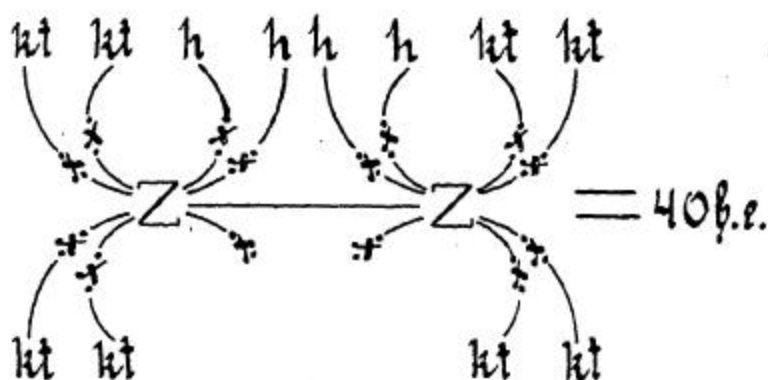
Однако, если насъ спросятъ, почему же эта жадность нѣкоторыхъ интра-атомныхъ цѣпей къ ихъ компоненту  $h$  достигаетъ максимума именно у теллура и барія въ тотъ моментъ, когда абсолютныя величины атомныхъ вѣсовъ у археогелидовъ дѣлаются близкими къ 122—132 единицамъ, и почему эта жадность особенно проявляется именно у нѣсколькихъ изъ четновалентныхъ элементовъ, то авторъ ничего не въ состояніи дать въ отвѣтъ, кромѣ того, что аналогичная одинокая волна существуетъ у археогелидовъ и по отношенію къ магнетизму. Мы знаемъ, что въ этой періодической системѣ элементы изъ четныхъ періодовъ нѣсколько діаманитны, а изъ нечетныхъ — нѣсколько магнитны. Однако сильный приливъ магнитности проявляется лишь у желѣза и его сосѣдей: хрома, марганца, никкеля и кобальта, когда атомные вѣса дѣлаются близки къ 56 вѣсов. единицамъ. И эта одинокая волна магнитности настолько превосходитъ всѣ остальные періодическія колебанія при переходѣ отъ четныхъ рядовъ къ нечетнымъ, что они кажутся совершенно незамѣтными сравнительно съ нею. Такимъ же вліяніемъ абсолютной величины массы, вѣроятно, будетъ объяснено и присоединеніе нѣсколькихъ дополнительныхъ  $h$  къ интра-атомнымъ цѣпямъ нѣкоторыхъ элементовъ.

Желая нѣсколько классифицировать такія индивидуальныя уклоненія, я представилъ ихъ въ сжато-увеличенномъ видѣ на діаграммѣ G (табл. 35, стр. 179), гдѣ *изотипныя* элементы представлены одни надъ другими. Читатель видитъ, что зигзаги въ концѣ каждой изъ трехъ паръ строкъ нѣсколько напоминаютъ другъ друга, обнаруживая какое-то новое общее вліяніе.

Вообще говоря, во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ, не трудно указать, въ чемъ состоитъ структурное измѣненіе цѣпи, вызвавшее данное уклоненіе атомнаго вѣса, если оно болѣе дробной доли единицы. Бериллій, напримѣръ, принадлежа къ четновалентнымъ элементамъ, почему-то принялъ прибавку нечетновалентности, а азотъ, наоборотъ, будучи нечетно-валентнымъ, отбросилъ свою специфическую прибавку и, вѣроятно, вслѣдствіе этого, сталъ склоненъ реагировать, какъ четновалентный элементъ, возстановляя свой окисель  $N_2O_5$  въ  $NO_2$  и  $N_2O_3$  въ  $N_2O_2$ . Аргонъ, нормальная формула котораго даетъ атомный вѣсъ = 36 един.



принялъ модификаціонное *дополненіе* (*4h*) галогенической *антиноміи*, свойственное его нижнимъ гомологамъ, но не свойственное второму періоду, въ которомъ онъ находится, и, вслѣдствіе этого, сталъ по вѣсу болѣе слѣдующаго за нимъ калия, нарушивъ этимъ основное правило періодичности:



Реальный аргонъ.

Совершенно такъ же структурно-объяснимы и всѣ остальные отступленія, представленныя въ цѣлыхъ числахъ. Дробныя же отступленія могутъ зависѣть (когда исключимъ изъ нихъ неизбѣжныя погрѣшности, происходящія отъ неполной чистоты препаратовъ и др. причинъ) только отъ какихъ-нибудь совершенно своеобразныхъ вліяній. Если ихъ нельзя приписать присутствію въ интра-атомныхъ цѣпяхъ коронія съ атомнымъ вѣсомъ  $= 1/2$  или  $1/4$  вѣс. ед., то остается только сдѣлать спеціальныя изслѣдованія для рѣшенія невольно возникающаго вопроса: дѣйствительно ли притяженіе землею различныхъ элементарныхъ тѣлъ, при тѣхъ же самыхъ массахъ, абсолютно одинаково? Этотъ вопросъ далеко не такъ страненъ, какъ онъ кажется съ перваго взгляда. Есть много указаній на то, что, напримѣръ, кометные хвосты матеріальны, а однако они не только не притягиваются, но даже отталкиваются центральными свѣтилами кометныхъ орбитъ. Не такъ давно Бредихинъ пытался объяснить это явленіе присутствіемъ при ихъ молекулахъ элементарныхъ электрическихъ зарядовъ и въ этомъ отношеніи раздѣлилъ всѣ кометные хвосты на три типа. Въ первомъ типѣ отталкивательная сила превышаетъ силу тяготѣнія въ 11 разъ, во второмъ—въ 1,3 и въ третьемъ—въ 0,2 раза. Принимая, что каждая молекула комет-

наго хвоста содержать тотъ же самый элементарный зарядъ, Бредихинъ опредѣляетъ, что эти самыя соотношенія между притяженіемъ и отталкиваніемъ получаются, если хвосты перваго типа состоятъ изъ водорода  $H_2$ , втораго—изъ метана  $CH_4$ , а третьяго—изъ отдѣльныхъ молекулъ желѣза  $Fe_2$  <sup>1)</sup>.

Если присутствіе элементарныхъ зарядовъ, по мнѣнію одного изъ самыхъ видныхъ современныхъ астрономовъ, можетъ заставить молекулы водорода, метана и желѣза не только потерять свой вѣсъ въ полѣ притяженія солнца, но даже переменить его знакъ на обратный въ міровомъ пространствѣ, то что же страннаго и въ моемъ вопросѣ о томъ, не вліяетъ ли *слегка и едва замѣтно* присутствіе элементарныхъ зарядовъ (или какого-нибудь аналогичнаго рода скопленій физической энергіи) на тѣ же самыя атомныя вѣса и въ полѣ земнаго тяготѣнія, вблизи земной поверхности?

Правда, что этотъ вопросъ уже давно считается рѣшеннымъ экспериментально въ отрицательномъ смыслѣ на томъ основаніи, что маятники одинаковой длины, но изъ разныхъ веществъ качаются синхронически, чего не могло бы быть, если бы сила притяженія ихъ землею не была вполне пропорціональна ихъ массамъ (или ихъ инертности). Однако эти опыты, сдѣланные Ньютономъ и Бесселемъ много лѣтъ тому назадъ и, конечно, въ довольно грубомъ видѣ, могутъ

<sup>1)</sup> Еще раньше этихъ изслѣдованій Бредихина, у меня не разъ возникалъ вопросъ: не существуетъ ли въ отдаленныхъ междузвѣздныхъ пространствахъ, въ чрезвычайно разрѣженномъ состояніи, системы своеобразныхъ химическихъ элементовъ съ диагравитаціонными свойствами, т.-е. отталкивающихся отъ свѣтилъ? Вступая въ химическія соединенія съ молекулами кометныхъ ядеръ и головъ въ отдаленныхъ афеліальныхъ частяхъ ихъ орбитъ, эти вещества могутъ обратно выдѣляться вблизи солнца и звѣздъ вслѣдствіе диссоціирующаго вліянія ихъ жара и улетать снова вдаль, производя весь рядъ явленій, наблюдаемыхъ въ кометныхъ хвостахъ.

ли считаться отвѣчающими той точности, которая требуется для рѣшенія нашего вопроса относительно несоотвѣтствій, не превышающихъ дробныхъ долей процента? Почему бы не повторить ихъ снова, пользуясь всѣми усовершенствованіями современной техники и подбирая для сравненія вещества, различныя по своимъ физическимъ свойствамъ, или обладающія отклоненіями въ атомныхъ вѣсахъ, различными по своему знаку? Было бы въ высшей степени интересно сравнить между собой (по отношенію къ синхронизму) качанія шариковъ, сдѣланныхъ изъ сильно магнитнаго мягкаго желѣза или никкеля, и такихъ же шариковъ изъ довольно сильно діаманитнаго висмута;—качанія полыхъ стеклянныхъ шариковъ, въ которыхъ запаяны сильно аніонизированные щелочные металлы или гомологи мѣди и шариковъ, заключающихъ галогенически антиномичные съ ними галоиды. Очень можетъ быть, что опыты такого рода привели бы къ совершенно неожиданнымъ результатамъ и объяснили бы многія мелкія несоотвѣтствія между приращеніями атомнаго вѣса и валентности въ рядѣ послѣдовательныхъ минеральныхъ элементовъ.

## ГЛАВА XII.

### **Математическія формулы для выраженія атомныхъ вѣсовъ въ функціяхъ валентности элементовъ и числа звеньевъ въ ихъ интра-атомныхъ цѣпяхъ.**

Однако каковы бы ни оказались причины этихъ остаточныхъ отклоненій атомныхъ вѣсовъ у минеральныхъ элементовъ отъ указанной для нихъ нормы, они уже не могутъ поколебать нашей структурной теоріи,

которая находится въ полномъ согласіи какъ съ физическими, такъ и химическими свойствами элементарныхъ тѣлъ.

Если законъ періодичности есть дѣйствительно физическій законъ, а не искусственное эмпирическое сближеніе равнородныхъ физическихъ факторовъ и химическихъ индивидуумовъ, не имѣющихъ на дѣлѣ ничего общаго между собою, то онъ долженъ быть въ то же время и закономъ, выражаемымъ математически. Въ *основъ его* должна лежать одна или нѣсколько строго математическихъ функцій. Это мы и старались обнаружить въ настоящемъ изслѣдованіи. Не трудно видѣть, что всѣ цифры нашихъ теоретическихъ сѣтей и всѣ линіи нашихъ діаграммъ представимы не только нашими схемами, но и чисто алгебраическими уравненіями, выражающими функціональную зависимость между атомнымъ вѣсомъ, валентностью и числомъ звеньевъ интраатомной цѣпи.

Возьмемъ сначала систему карбогидридовъ. Для нормальныхъ представителей ея имѣемъ формулы:

$$P_N = 14 \varphi - K + 2 \dots \dots \dots (1)$$

$$P_c = 14 \varphi - K \dots \dots \dots (2)$$

гдѣ  $P_N$  есть вѣсъ нормальнаго, а  $P_c$  — циклическаго синъ-атома,  $\varphi$  — число періода или число звеньевъ въ структурной цѣпи и  $K$  — число типа или галоидная валентность даннаго карбогидрида. По этой формулѣ находимъ, напримѣръ, что синъ-атомный вѣсъ одновалентнаго ( $K = 1$ ) представителя втораго ( $\varphi = 2$ ) періода системы карбогидридовъ будетъ

$$P_N = 14 \cdot 2 - 1 + 2 = 29 \text{ вѣс. ед.}$$

и, дѣйствительно, 29 есть вѣсъ этила, находящагося на указанномъ пунктѣ системной сѣти (табл. 14, стр. 66).

Аналогичныя формулы находимъ и для системы археогелидовъ; только, въ виду дуализма ихъ валентности, каждая формула получаетъ здѣсь два выраженія, смотря по тому, будемъ ли мы имѣть въ виду *типъ* и совпадающую съ нимъ максимальную анодійную (металлическую) валентность, или № семейства и совпадающую съ нимъ катодійную (предѣльную галоидную) валентность.

Для первичныхъ интра-атомныхъ цѣпей, не содержащихъ еще вводнаго компонента *h* въ срединныхъ звеньяхъ, т.-е. для первыхъ двухъ періодовъ и части третьяго (вплоть до скандія), имѣемъ формулу:

	По анодійной (металлической) валентности.	По катодійной (галоидной) валентности.
$P_0 = \left\{ \begin{array}{l} = 16 \varphi - 2 A'' + 4 \\ = 16 \varphi - 2 A' + 5 \end{array} \right.$	$= 16 \varphi + 2 K'' - 12$	$= 16 \varphi + 2 K' - 11$
	. . . (3)	. . . (4)

гдѣ  $A''$  есть № четновалентнаго типа (какъ его даютъ—табл. 36, стр. 187 и діаграмма 37, стр. 191) и число анодійныхъ зарядовъ атома,  $K''$ —№ четновалентнаго семейства, число катодійныхъ зарядовъ и галоидная (предѣльная) валентность атома,  $A'$  и  $K'$ —то же самое для нечетновалентныхъ атомовъ. Число же періода  $\varphi$  здѣсь не можетъ имѣть цифрового значенія болѣе 3, такъ какъ даже и въ третьемъ періодѣ вся вторая половина подверглась дѣйствию вводнаго компонента *h*, замѣстившаго зарядъ *Kt* въ срединныхъ звеньяхъ. Для всѣхъ дальнѣйшихъ періодовъ имѣемъ формулы:

	По анодійной (металлической) валентности.	По катодійной (галоидной) валентности.
$P_N = \left\{ \begin{array}{l} = 22 n - 3 A'' + 40 \\ = 22 n - 3 A' + 41 \end{array} \right.$	$= 22 n + 3 K'' + 16$	$= 22 n + 3 K' + 17$
		. . . (5)
$P_0 = \left\{ \begin{array}{l} = 22 n - 3 A'' + 36 \\ = 22 n - 3 A' + 37 \end{array} \right.$	$= 22 n + 3 K'' + 12$	$= 22 n + 3 K' + 13$
		. . . (6)



гдѣ  $n$  есть число внутреннихъ звеньевъ въ интра-атомныхъ цѣпяхъ, которое всегда на двѣ единицы менѣе числа періода, а всѣ остальные обозначенія тѣ же самыя, что и въ предыдущихъ формулахъ. Отсюда, на примѣръ, находимъ, что атомный вѣсъ  $P_c$  трехвалентнаго по галоидамъ ( $K' = 3$ ) циклическаго представителя 5-го періода ( $n = 5 - 2 = 3$ ) долженъ равняться

$$P_c = 22n + 3K' + 13 = 22 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 13 = 88 \text{ вѣс. ед.}$$

и дѣйствительно, вѣсъ иттрія, обладающаго этими особенностями, равенъ по Clarke'у 88,3 при  $H = 1$ .

Точно такъ же, если бы мы захотѣли найти по нашей формулѣ атомный вѣсъ  $P_N$  нормальнаго по структурѣ и безвалентнаго по металламъ и водороду ( $A'' = 0$ ) представителя 2-го періода ( $n = 2 - 2 = 0$ ), то получили бы:

$$P_N = 22n - 3A'' + 40 = 22 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 40 = 40 \text{ вѣс. ед.}$$

Такимъ именно и оказывается вѣсъ аргона, находящагося въ данномъ пунктѣ, хотя онъ и принадлежитъ ко 2-му періоду системы (табл. 36 стр. 187), не имѣющему срединныхъ звеньевъ, а потому, въ принципѣ, долженъ бы былъ опредѣляться не по этой, а по 3-й формулѣ. Отсюда мы видимъ, что исключительное отступление атомнаго вѣса аргона, какимъ онъ опредѣлился бы по первичной 3-й формулѣ,

$$P_0 = 16\varphi - 2A'' + 4 = 16 \cdot 2 + 0 + 4 = 36 \text{ вѣс. ед.}$$

послужило лишь къ тому, что онъ сталъ прекрасно опредѣляться по вторичной 5-й формулѣ. И наоборотъ: вѣса сосѣднихъ съ нимъ элементовъ, калия и кальція, которые, въ принципѣ, должны бы были опредѣляться по 5-й формулѣ (такъ какъ они имѣютъ внутреннія

звенья), на дѣлѣ въ точности опредѣляются по первичной формулѣ, потому что ихъ срединныя звенья еще не подверглись вліянію позднѣйшаго ингредиента  $h$ , который мы считаемъ за водородъ. Благодаря этому и произошло то извращеніе закона періодичности въ данномъ переходномъ пунктѣ системы, которое сдѣлало атомъ аргона болѣе тяжелымъ, чѣмъ атомъ слѣдующаго за нимъ калия и поставило въ недоумѣніе всѣхъ химиковъ въ послѣдніе годы. Такія извращенія, замѣчаемыя и въ нѣкоторыхъ другихъ пунктахъ періодической системы (напримѣръ, у теллура, который тяжелѣе слѣдующаго за нимъ іода) невольно наводятъ на мысль, что позднѣйшій ингредиентъ интраатомныхъ цѣпей  $h$  совсѣмъ не такъ прочно прикрѣпленъ къ интраатомнымъ цѣпямъ, чтобъ его было нельзя оторвать отъ нихъ при современныхъ химическихъ средствахъ.

Если этотъ  $h$  съ его атомнымъ вѣсомъ и всѣми свойствами карбогидриднаго водорода есть дѣйствительно водородъ, то избытокъ его, вѣроятно, окажется возможнымъ удалить изъ атомовъ вліяніемъ выдѣляющагося фтора или даже обыкновеннаго фтора при подходящихъ условіяхъ. Можно думать, напримѣръ, что, подвергая при нагрѣваніи смѣсь паровъ фтористаго теллура съ большимъ избыткомъ фтора, или, еще лучше, подвергая смѣсь аргона съ фторомъ дѣйствию сильнаго переменнаго тока, съ разрывными вибраціонными рядами (которые способствовали бы переменнѣ электролитическаго состоянія компонента  $h$  и его замѣщенію въ цѣпяхъ катодійными зарядами),—мы черезъ нѣкоторое время получили бы атомы аргона и теллура съ нормальными вѣсами, а, вмѣсто избытка чистаго фтора, его смѣсь съ фтороводородомъ. Интересъ такого эксперимента мнѣ кажется понятенъ безъ дальнѣйшихъ объясненій: прежде всего онъ далъ бы возможность

убѣдиться, что третій позднѣйшій компонентъ атомныхъ цѣпей есть дѣйствительно водородъ, а затѣмъ, можетъ-быть, показалъ бы и тожество компонента  $\cdot X \cdot$  съ полуатомомъ гелія.

Излагаемая здѣсь структурная теорія и знакомство съ индивидуальными особенностями минеральныхъ элементовъ прямо подсказываютъ цѣлый рядъ подобныхъ опытовъ, но условія жизни автора сложились такимъ образомъ, что онъ не можетъ ихъ осуществить лично <sup>1)</sup>.

Чтобъ убѣдиться въ незначительности остаточныхъ уклоненій, сравнительно съ полнымъ вѣсомъ интраатомныхъ цѣпей, мы представляемъ ихъ на діаграммѣ 38-й, гдѣ линія АВ вычерчена по первичной формулѣ (3—4 на стр. 199), а линія CD—по вторичнымъ (5 и 6), давая ихъ независимымъ переменнымъ  $\varphi$ ,  $n$ , А и К соответствующія значенія цѣлыхъ чиселъ.

---

<sup>1)</sup> Писано въ Шлиссельбургской крѣпости.

Атомные веса по Славке у при  $n=1$  (Смет. Мем. 81.161).

Дополнительный отбелъ таблицы 38:

Система болѣе первичныхъ элементовъ, вступившихъ какъ компоненты въ интра-атомна цѣпи археогелидовъ.

Диаграмма, представляющая атомные вѣса археогелидовъ какъ функцию числа  $n$  звеньевъ въ ихъ интра-атомныхъ цѣпяхъ и валентности самихъ цѣпей. Волнистыя линіи  $AV, A_2$  и  $BV, B_2$  тщательно вычерчены по формуламъ: 3, 4, 5 и 6-й этой главы. Крестики отмѣчаютъ около нихъ наблюдаемые атомные вѣса археогелидовъ со всею точностью, которую допускаетъ масштабъ диаграммы.

$A, B, A_2$  — атомные вѣса археогелидовъ, какими они были въ моментъ возникновенія ихъ системы и до вступленія во внутреннія звенья ихъ интра-атомныхъ цѣпей третьяго, позднѣйшаго компонента —  $h$ .

$A, B, B_2$  — современные атомные вѣса археогелидовъ.

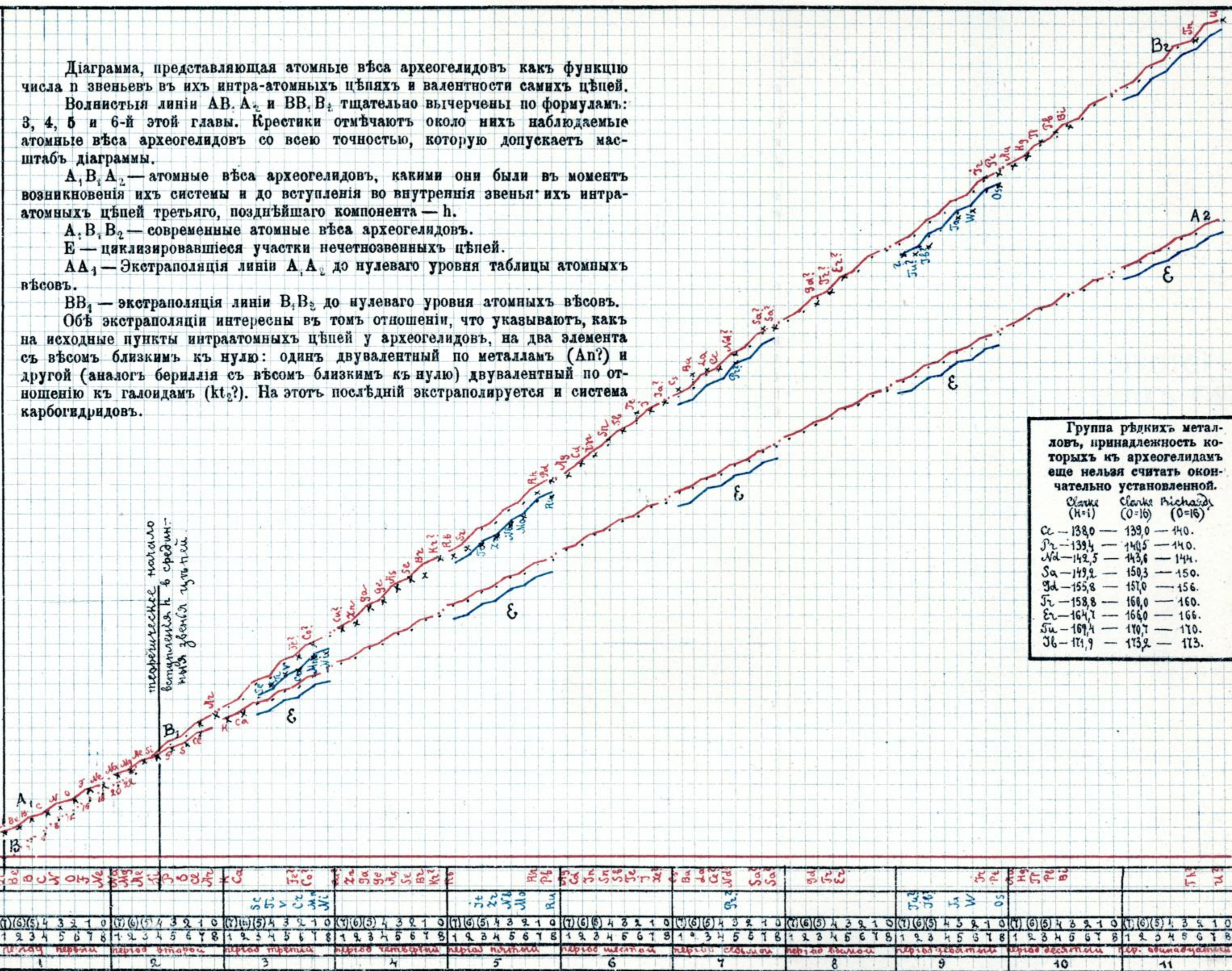
$E$  — циклизировавшіеся участки нечетнозвенныхъ цѣпей.

$AA_1$  — Экстраполяція линіи  $A, A_2$  до нулеваго уровня таблицы атомныхъ вѣсовъ.

$BB_1$  — экстраполяція линіи  $B, B_2$  до нулеваго уровня атомныхъ вѣсовъ.

Обѣ экстраполяціи интересны въ томъ отношеніи, что указываютъ, какъ на исходные пункты интраатомныхъ цѣпей у археогелидовъ, на два элемента съ вѣсомъ близкимъ къ нулю: одинъ двувалентный по металламъ ( $An?$ ) и другой (аналогъ берилля съ вѣсомъ близкимъ къ нулю) двувалентный по отношенію къ галоидамъ ( $kt_2?$ ). На этотъ послѣдній экстраполируется и система карбогидридовъ.

240	236	232	228	224	220	216	212	208	204	200	196	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	148	144	140	136	132	128	124	120	116	112	108	104	100	96	92	88	84	80	76	72	68	64	60	56	52	48	44	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0
Атомны нормальные:																																																												
Атомны химическіе:																																																												
Валентности по металламъ:																																																												
Валентности по галоидамъ:																																																												
Періоды:																																																												
Число звеньевъ въ цѣпи:																																																												



Группа рѣдкихъ металловъ, принадлежность которыхъ къ археогелидамъ еще нельзя считать окончательно установленной.

	Славке (n=1)	Славке (n=16)	Richardy (n=16)
Ce	138,0	139,0	140.
Pr	139,4	140,5	140.
Nd	142,5	143,6	144.
Sa	149,2	150,3	150.
Gd	155,8	157,0	156.
Ti	158,8	160,0	160.
Er	164,7	166,0	166.
Tu	169,4	170,7	170.
Tb	171,9	173,2	173.

## ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

### НѢКОТОРЫЯ ДРУГІЯ ИЗЪ ПЕРІОДИЧЕСКИХЪ СИСТЕМЪ НАБЛЮДАЕМЫХЪ ВЪ ПРИРОДѢ.

Число послѣдовательныхъ „періодическихъ системъ“, въ которыя укладываются различные химическіе радикалы, участвующіе какъ отдѣльные индивидуумы въ построеніи и жизни небесныхъ свѣтилъ, очень велико. Но законъ ихъ образованія и основныя свойства этихъ системъ всегда одни и тѣ же.

Таблица 9.

Пан-оксидная метамерия (или глюкозидная аллотропия) карбогидридовъ,

представляющая особую периодическую систему, типы которой налегают косою полосой на первичную систему нормальных карбогидридовъ, изображенную выше на таблицѣ 8-й (отъ нея здѣсь оставлены только типъ № 0 и первая горизонтальная строка).

	Типъ 13	Типъ 12	Типъ 11	Типъ 10	Типъ 9	Типъ 8	Типъ 7	Типъ 6	Типъ 5	Типъ 4	Типъ 3	Типъ 2	Типъ 1	Типъ 0	
1.										$O=C(=O)-H$ Угольная 12. Кислота	$O=C(=O)-H$ Муравьиная 13. Кислота	$H_2C(=O)-H$ Метиллен- 14. Гликоль	$H_3C-O-H$ Метилловый 15. спирт	$(CH_4)$ 16.-Метан	Ряд 1.
2.	17	18	19	20	21	22	23	$O=C(=O)-H$ Щавелевая 24. Кислота	$HC(=O)-H$ $O=C(=O)-H$ Окси-щавелевая (окси-щавелевый 25. полуальдегид)	$H_2C(=O)-H$ $O=C(=O)-H$ Окси-уксус- 26. сналь	$H_2C(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $HC(=O)-H$ (глицерина- альдегидъ) 27.-Дioза	$H_2C(=O)-H$ $H_2C(=O)-H$ Этилен- 28. гликоль	29	$(H_3C)_2$ $(H_3C)$ 30.-Этан	Ряд 2.
3.	31	32	33	34	35	36	37	$O=C(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $O=C(=O)-H$ Окси- 37. маловая	$HC(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $O=C(=O)-H$ Окси-маловая 38. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $O=C(=O)-H$ Окси-про- пионовая к. 39	$H_2C(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $HC(=O)-H$ $HC(=O)-H$ 40. триозы	41	42	$(H_3C)_3$ $(H_2C)_2$ $(H_3C)$ 44.-Пропан	Ряд 3.
4.	45	46	47	48	49	50	51	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_2$ $O=C(=O)-H$ Окси- 50. янтарная	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_2$ $O=C(=O)-H$ Окси-янтарный 51. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_2$ $O=C(=O)-H$ Окси-малеи- 52. ланная кис	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_2$ $HC(=O)-H$ 53.-Тетрозы	54	55	$(H_3C)_4$ $(H_2C)_3$ $(H_3C)_2$ 50.-Бутан	Ряд 4.
5.	59	60	61	62	63	64	65	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_3$ $O=C(=O)-H$ Триокси- 53. глутаровая	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_3$ $O=C(=O)-H$ Триокси-глутаровый 54. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_3$ $O=C(=O)-H$ Триокси-вал- 55. янтаровая к.	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_3$ $HC(=O)-H$ 56.-Пентозы	67	68	$(H_3C)_5$ $(H_2C)_4$ $(H_3C)_3$ 52.-Пентан	Ряд 5.
6.	73	74	75	76	77	78	79	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_4$ $O=C(=O)-H$ Тетрокси- 76. адипиновая	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_4$ $O=C(=O)-H$ Тетрокси-адипи- 77. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_4$ $O=C(=O)-H$ Тетрокси-кай- 78. рововая к.	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_4$ $HC(=O)-H$ 80.-Тектозы	81	82	$(H_3C)_6$ $(H_2C)_5$ $(H_3C)_4$ 86.-Гексан	Ряд 6.
7.	87	88	89	90	91	92	93	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_5$ $O=C(=O)-H$ Пентокси- 89. пимелиновая	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_5$ $O=C(=O)-H$ Пентокси-пимели- 90. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_5$ $O=C(=O)-H$ Пентокси-эна- 91. нтавовая к.	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_5$ $HC(=O)-H$ 92.-Тектозы	93	94	$(H_3C)_7$ $(H_2C)_6$ $(H_3C)_5$ 100.-Гептан	Ряд 7.
8.	101	102	103	104	105	106	107	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_6$ $O=C(=O)-H$ Гексокси- 102. субериновая	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_6$ $O=C(=O)-H$ Гексокси-субери- 103. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_6$ $O=C(=O)-H$ Гексокси-кап- 104. рововая к.	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_6$ $HC(=O)-H$ 105.-Октозы	106	107	$(H_3C)_8$ $(H_2C)_7$ $(H_3C)_6$ 114.-Октан	Ряд 8.
9.	115	116	117	118	119	120	121	$O=C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_7$ $O=C(=O)-H$ Септокси- 115. аделаиновая	$HC(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_7$ $O=C(=O)-H$ Септокси-аделаи- 116. полуальдегид	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_7$ $O=C(=O)-H$ Септокси-пе- 117. ргонововая	$H_2C(=O)-H$ $(HC(=O)-H)_7$ $HC(=O)-H$ 118.-Нонозы	119	120	$(H_3C)_9$ $(H_2C)_8$ $(H_3C)_7$ 128.-Нонан	Ряд 9.

Восемь типовъ, налегающихъ на первичную систему нормальныхъ карбогидридовъ, представленныхъ на таблицѣ 8-й.

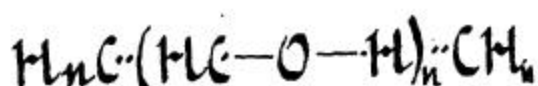
Панъ-оксидной метамерией мы называемъ такую, у которой каждое звено углеводородной цѣпи можетъ принимать по гидроксилу. Для ясности здѣсь представлены не чистые карбогидриды, а ихъ гидратизированные окислы, какъ они встрѣчаются въ органическомъ мѣрѣ, или добываются изъ него. Числа же подѣ

каждымъ представителемъ показываютъ паевой вѣсъ только самага карбогидрида, лежащаго въ основѣ молекулы, безъ приставшаго къ нему кислорода и гидроксильнаго. Чтобы не вводить въ паевые вѣса дробей, принято С=12 и Н=1, безъ дробныхъ придатковъ.

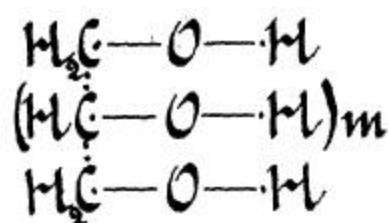
## ГЛАВА I.

### Панъ-оксидная метамерія карбогидридовъ и ея особая періодическая система.

Прежде чѣмъ покончить съ теоретической частью нашего изложенія мы укажемъ еще на нѣсколько интересныхъ періодическихъ системъ. Вотъ, на примѣръ, одна, которая включаетъ въ себѣ такую метамерию обычныхъ карбогидридовъ, гдѣ каждое изъ среднихъ звеньевъ цѣпи содержитъ по одному гидроксилу, такъ что каждая цѣпь принимаетъ видъ

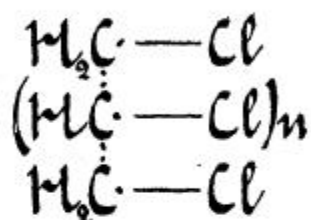


Многіе представители этой метамеріи, которую можемъ назвать панъ-оксидной по причинѣ присутствія гидроксильныхъ въ каждомъ изъ среднихъ звеньевъ, играютъ большую роль въ природѣ, какъ главная составная часть тканей животныхъ и особенно растений. Всѣ типы этой системы теоретически выводятся изъ панъ-окси-гликолей, т. - е. предѣльныхъ спиртовъ вида



каковъ, на примѣръ, глицеринъ и др. его аналоги.

Изъ самой этой схемы видно, что карбогидриды  $C_n H_{n+2}$ , лежащiе въ основѣ такихъ панъ-окси-спиртовъ, могутъ привлекать по одному гидроксилу въ каждое звено своей цѣпи или по иному одновалентному радикалу, какъ замѣстителю гидроксила, напр. галоиду, давая соединенiе, въ родѣ

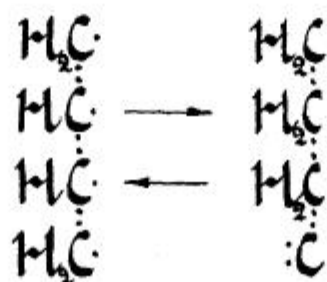


Цѣпь такого карбогидрида, насколько извѣстно, можетъ содержать до 9 звеньевъ, не распадаясь. При бѳльшемъ же числѣ она, повидимому, дѣлается уже очень склонной къ разрыванiю, а можетъ-быть, и совсѣмъ не держится. При особенныхъ, осторожныхъ методахъ окисленiя, въ углеводородныхъ радикалахъ этихъ панъ-окси-алкоголей можно послѣдовательно замѣщать гидроксилами отдѣльно каждый атомъ остаточнаго водорода при звеньяхъ  $CH_2$ , находящихся на концахъ ихъ цѣпей, и такимъ образомъ получить пять типовъ карбогидридовъ, представленныхъ въ видѣ ихъ оксидъ-гидратовъ на таблицѣ 39 (такъ какъ по выдѣленiи изъ соединенiй при современныхъ космическихъ условiяхъ на землѣ всѣ эти карбогидриды распадаются).

Таблица наша наглядно показываетъ, что при наложенiи этихъ радикаловъ на обычно разграфленную сѣть обычныхъ перiодическихъ системъ, гдѣ мѣсто cadaго карбогидрида опредѣляется въ горизонтальномъ ряду по его валентности, а въ вертикальномъ ряду по числу звеньевъ въ его цѣпи,—всѣ эти своеобразные углеводороды располагаются въ видѣ косои ленты, идущей по диагонали таблицы.



Не трудно видѣть, что лента эта отчасти покрыла бы собою систему обычныхъ алифатическихъ карбогидридовъ (какой она дана въ первой части нашей книги), если бъ обѣ системы вписать въ ту же самую сѣть. Тогда всѣ эти радикалы оказались бы лишь особой метамеріей соотвѣтствующихъ нормальныхъ карбогидридовъ. Напримѣръ, тетритовый карбогидридъ (съ вѣсомъ = 54, поставленный въ 4-мъ типѣ табл. 39-й) налегъ бы на нормальный карбогидридъ бутиро-лактиновой кислоты, какъ на свое аллотропическое состояніе, образовавшееся путемъ простаго перемѣщенія двухъ атомовъ водорода по звеньямъ общей цѣпи:



Карбогидридъ  
изъ тетрита  
 $\text{C}_4\text{H}_6=54$   
(по Н).

Карбогидридъ изъ  
бутиролактиновой  
кисл.  $\text{C}_4\text{H}_6=54$   
(по Н).

Только для того, чтобы показать эту общность разбираемой теперь системы съ системой нормальныхъ карбогидридовъ, и поставлена на правой сторонѣ таблицы 39 не принадлежащая къ этой метамеріи колонка нормальныхъ гомологовъ метана, изъ представителей которой, путемъ послѣдовательныхъ отнятій по одному атому водорода отъ крайнихъ звеньевъ цѣпей, мы можемъ получить всю систему нормальныхъ изомеровъ и распредѣлить въ воображеніи всѣхъ ея представителей по клѣткамъ данной сѣти вплоть до 8-го типа.

Значить, съ той точки зрѣнія, съ которой мы смотримъ на карбогидриды (стр. 17) какъ на пластиче-

скія по своей природѣ структурныя комбинаціи угле-  
рода съ водородомъ, способныя въ ненасыщенномъ  
состояніи перемѣщать легко водородные атомы съ од-  
ного звена своей цѣпи на другое и, такимъ обра-  
зомъ, принимать нѣсколько аллотропическихъ формъ  
(табл. 8, стр. 25),—эта новая изомерія не предста-  
вляетъ ничего необычнаго, сравнительно съ изомеріями,  
указанными въ первой части нашего изслѣдованія,  
кромѣ развѣ того обстоятельства, что многовалентные  
представители нижнихъ періодовъ здѣсь выходятъ за  
предѣлы восьми-валентнаго типа, далѣе котораго осталь-  
ныя метамерныя формы не идутъ, такъ какъ уже  
перестаютъ быть прочными даже въ высшихъ пре-  
дѣльныхъ своихъ соединеніяхъ съ галоидами или кис-  
лородомъ. Эти же, какъ показываетъ нижній рядъ  
таблицы 39-й, не распадаются на отдѣльныя части  
даже и въ 13-валентномъ состояніи, каковъ, напри-  
мѣръ, карбогидридъ панъ-окси-азелаиновой кислоты  
(см. внизу таблицы 39).

Но какъ бы въ оправданіе своей исключительной  
прочности въ гидратахъ, эти углеводороды предста-  
вляютъ то свойство, что изъ нихъ можно составить  
особую, своеобразную періодическую систему, какъ бы  
производную отъ общей, разобранной въ первой части  
этой книги.

Дѣйствительно, опыты показываютъ, что гидро-  
ксила среднихъ звеньевъ у такихъ углеводородовъ реаги-  
руютъ труднѣе и своеобразнѣе, чѣмъ гидроксилы и  
кислородъ двухъ крайнихъ звеньевъ, [а потому эту  
внутреннюю *вторичную* валентность мы можемъ счи-  
тать особо.

Въ такомъ случаѣ вмѣсто того, чтобы вписать всѣхъ  
этихъ послѣдовательныхъ радикаловъ по ихъ сум-  
марной валентности въ видѣ косої ленты, налегающей

Таблица 40.

		Валентность пары крайних звеньев или горизонтальная валентность							
		6	5	4	3	2	1	0	
Число звеньев в цепи карбогидрида или № периода системы	2 звена	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-24	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-25	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-26	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-27	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-28	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-29	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-30	0
	3 звена	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-37	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-38	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-39	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-40	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-41	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-42	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_1 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-43	1
	4 звена	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-50	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-51	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-52	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-53	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-54	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-55	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_2 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-56	2
	5 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-63	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-64	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-65	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-66	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-67	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-68	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_3 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-69	3
	6 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-76	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-77	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-78	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-79	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-80	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-81	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_4 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-82	4
	7 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-89	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-90	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-91	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-92	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-93	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-94	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_5 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-95	5
	8 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-102	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-103	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-104	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-105	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-106	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-107	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_6 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-108	6
	9 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-115	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-116	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-117	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-118	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-119	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-120	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_7 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-121	7
	10 звеньев	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C} \end{array}$ R-128	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H \end{array}$ R-129	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C} \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-130	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array}$ R-131	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \cdot\dot{C}H \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-132	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_2 \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-133	$\begin{array}{c} \cdot\dot{C}H_3 \\ (\cdot\dot{C}H)_8 \\ \cdot\dot{C}H_3 \end{array}$ R-134	8
			<b>Типъ 6<sup>a</sup></b> Даютъ дикарбоновые кислоты со спиртовыми гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ (пан-окси-ди-карбоновые кислоты).	<b>Типъ 5<sup>a</sup></b> Даютъ альдо-кислоты со спиртовыми гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ. Это продукты осторожнаго восстановления предыдущаго типа.	<b>Типъ 4<sup>a</sup></b> Даютъ диальдегиды и спирто-кислоты со спиртовыми гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ. Это продукты осторожнаго восстановления представителей типа 5-го.	<b>Типъ 3<sup>a</sup></b> Даютъ альдо-спирты, со спиртовыми гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ. Продукты осторожнаго восстановления 4-го типа.	<b>Типъ 2<sup>a</sup></b> Даютъ спирты, е. гидроксилами во всѣхъ звеньяхъ, подъ рядъ, или альдегиды со спиртовыми гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ. Получаются какъ продукты осторожнаго восстановл. представителей 3-го типа.	<b>Типъ 1<sup>a</sup></b> Одновалентные первичные спирты со вторичными гидроксилами во всѣхъ среднихъ звеньяхъ. Продукты осторожнаго восстановления предыдущаго 2-го типа.	<b>Типъ 0<sup>a</sup></b> Продукты полного восстановления водородомъ крайнихъ звеньевъ всѣхъ предыдущихъ типовъ. Могутъ быть разсматриваемы какъ диметилды представителей 4-го типа, т. е. напр. $\begin{array}{c} H_3C \cdot \dot{C}H \cdot \dot{C}H_3 \\   \quad   \\ H_3C \quad \cdot \dot{C}H \end{array}$

Периодическая система фитотектических карбогидридовъ (или пан-оксидной метамерии обычныхъ), гдѣ валентность возрастаетъ и въ горизонтальномъ и въ вертикальномъ направленіяхъ. Разстояніе по вертикалу между строками соответствуетъ вездѣ 13 вѣсов. единицамъ.

R — вѣсъ радикала въ цѣлыхъ числахъ, при H = 1.

на обычную сѣть, какъ это сдѣлано на таблицѣ 39-й, мы можемъ написать всѣ эти ряды одинъ подъ другимъ въ видѣ прямой колонны (табл. 40). Тогда мы получимъ періодическую систему карбогидридовъ, гдѣ первичная валентность (т.-е. у пары крайнихъ звеньевъ) возрастаетъ справа налѣво въ *горизонтальномъ* направленіи по мѣрѣ увеличенія атомовъ водорода въ крайнихъ звеньяхъ карбогидрида, а вторичная валентность (т.-е. среднихъ звеньевъ) возрастаетъ сверху внизъ въ *вертикальномъ* направленіи по мѣрѣ увеличенія числа атомовъ углерода во внутреннихъ звеньяхъ цѣпи. Взглянувъ на нашу таблицу (40-ю), читатель легко узнаетъ въ ней всѣ радикалы, лежащіе въ основѣ соответствующихъ оксидъ-гидратовъ предыдущей таблицы 29-й. Кромѣ нихъ здѣсь еще прибавленъ для полноты таблицы типъ 1-й и 0-й, получающіеся при осторожномъ возстановленіи (гидрогенизаціи) тѣхъ же панъ \*окси-алкоголей, которые служили намъ для теоретическаго перехода и къ остальнымъ типамъ таблицы, получающимся при ихъ осторожномъ окисленіи.

Эта оригинальная періодическая система замѣчательна еще слѣдующей своей особенностью. Если мы допустимъ, что вертикальная валентность ея карбогидридовъ насыщена, какъ это и есть у глюкозъ и ихъ производныхъ типовъ (на таб. 39-й), гидроксилами, и что гидроксилы при доступныхъ для нашего наблюденія условіяхъ перестали обмѣнивать свой водородъ на постороннія вещества, то увидимъ, что мы совершенно не могли бы обнаружить этой вторичной вертикальной валентности. Мы отнесли бы внутренніе гидроксилы къ составу радикала и сказали бы, что имѣемъ дѣло съ такой же періодической системой, какъ и предыдущія, разобранныя нами въ этой книгѣ. Кромѣ

того мы отмѣтили бы еще слѣдующія двѣ любопытныя особенности.

Если бы мы прибавили къ этой таблицѣ (какъ сдѣлано на предыдущей таблицѣ 39-й) еще первую строку обычныхъ карбогидридовъ (т.-е. :CH<sub>1</sub>, :CH<sub>2</sub>, ·CH<sub>3</sub>, и CH<sub>4</sub>), исключенныхъ нами изъ таблицы 40-й, чтобы не нарушать ея симметріи, то мы получили бы такое видоизмѣненіе, въ которомъ первые двѣ строки, какъ лишенныя срединныхъ, прочно гидроксिलированныхъ звеньевъ, представляли бы особое цѣлое, нѣсколько отличающееся по своимъ свойствамъ отъ всѣхъ послѣдующихъ рядовъ, совершенно аналогично тому, какъ это имѣетъ мѣсто и въ системѣ минеральныхъ элементовъ въ первыхъ двухъ рядахъ, заключающихъ углеродъ и кремній. Какъ расположились бы первые пять типовъ этой системы, видно изъ таблицы 41, гдѣ мы исключили всѣ остальные типы, чтобы лѣвые концы нижнихъ строкъ не выходили изъ предѣловъ верхней. Мы видимъ, что не только первые двѣ строки представляютъ здѣсь, какъ мы уже сказали, особое цѣлое, но даже разстоянія между ними по вертикалу короче, чѣмъ между остальными строками. Въ каждомъ типѣ переходъ отъ верхняго радикала къ нижнему сопровождается въ первыхъ двухъ строкахъ прибавкой лишь 14-ти вѣсовыхъ единицъ, тогда какъ въ остальныхъ—прибавкой 30-ти единицъ.

Зависимость вѣса P<sub>0</sub> радикала отъ его валентности K и періода (или числа звеньевъ въ цѣпи) φ выразилось бы здѣсь для первыхъ двухъ періодовъ формулой:

$$P_0 = 14\varphi - K + 2$$

А для остальныхъ рядовъ (гдѣ n или φ — 2 обозначаетъ число срединныхъ звеньевъ цѣпи):



$$P_N = 30n - K + 30$$

совершенно аналогично формуламъ, которыя мы дали въ главѣ XII (форм. 3—5 на стр. 199) для минеральныхъ элементовъ <sup>1)</sup>. Допустивъ же, что и здѣсь часть строкъ циклизировалась (путемъ выбрасыванія изъ цѣпи двухъ атомовъ водорода=2 вѣсовымъ единицамъ), получили бы еще третью формулу

$$P_c = 30n - K + 28$$

соотвѣтственно формулѣ (6-й) для минеральныхъ элементовъ (стр. 199). Если бы мы выразили эти функціи графически, подобно тому, какъ на диаграммѣ таблицы 38 (стр. 202), то тоже нашли бы двѣ пары пересекающихся зигзагообразныхъ линій, какъ и для минеральныхъ элементовъ. Соотвѣтствіе обѣихъ періодическихъ системъ во всѣхъ отношеніяхъ таково, что невольно хочется приписать обѣимъ аналогичное происхожденіе при послѣдовательныхъ періодахъ эволюціи земного шара.

## Г Л А В А II.

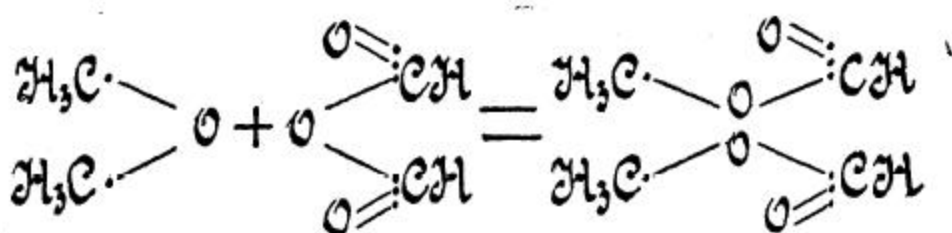
### **Періодическая система карбогидридныхъ окисловъ или система фито-тектическихъ радикаловъ.**

Въ предыдущей главѣ мы имѣли дѣло съ радикалами, которые, при современныхъ космическихъ условіяхъ на землѣ, способны существовать лишь въ своихъ соединеніяхъ съ другими веществами, такъ какъ при выходѣ изъ этихъ соединеній они слагаются попарно или распадаются на части вслѣд-

<sup>1)</sup>  $P_N$  — паевой вѣсь нормальныхъ, не циклическихъ цѣпей,  $P_c$  — циклическихъ.

ствіе непрочной іонизаціи своихъ ненасыщенныхъ единицъ сродства. Это—какъ бы новые химическіе элементы при условіяхъ своего образованія и обратной диссоціаціи. Но вотъ періодическая система такихъ органическихъ радикаловъ (табл. 42), которые существуютъ и въ свободномъ видѣ: они составляютъ главную часть тканей живыхъ существъ, особенно растений, почему мы и назвали ихъ фито-тектическими радикалами.

Взглянувъ на нашу таблицу, мы видимъ, что это уже не простые углеводороды, а ихъ окислы (за исключеніемъ 0-го типа). Кромѣ того мы видимъ здѣсь еще слѣдующую особенность. Въ нечетновалентныхъ типахъ (1 и 3) молекулы состоятъ (какъ у  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  и  $\text{J}_2$ ) обязательно изъ *двухъ* радикаловъ, но связанныхъ между собою въ данномъ случаѣ черезъ одиночный атомъ кислорода, который мы тоже должны считать въ этой системѣ за принадлежащій къ составу разсматриваемыхъ химическихъ индивидуумовъ, пока имѣемъ дѣло только съ ихъ соединеніями между собой, при которыхъ кислородъ не отдѣляется, т.-е. пока соединяемъ окислы съ окислами же. Однако, несмотря на недробимость кислорода, такія молекулы все же распадаются какъ бы на двѣ половинки при всѣхъ реакціяхъ ихъ между собою. Такъ, напри- мѣръ, при соприкосновеніи радикаловъ 1-го типа съ радикалами 3-го типа происходитъ реакція такого характера:



Метиль-оксидъ. Формъ-оксидъ. 2 молекулы ихъ соединенія.



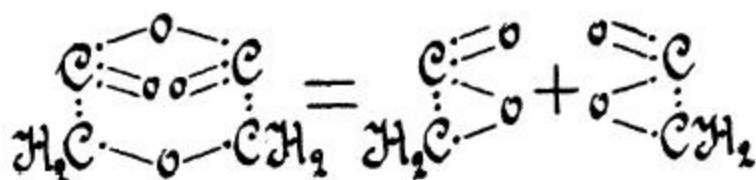
Таблица 42.

Названия периодов по числу звеньевъ въ цѣпи.	Названия типовъ по ихъ валентности				
	0 $\bar{a}$	1 $\bar{a}$	2 $\bar{a}$	3 $\bar{a}$	4 $\bar{a}$
1-й периодъ (безъ среднихъ звеньевъ).	$H_4C + CH_4$ $R = \frac{32}{2} = 16$	$H_3C \cdot - O - \cdot CH_3$ $R = \frac{46}{2} = 23$	$H_2C = O + O = :CH_2$ $R = \frac{60}{2} = 30$	$HC : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : CH$ $R = \frac{74}{2} = 37$	$O = :C = O \quad O = :C = O$ $R = \frac{88}{2} = 44$
2-й периодъ (безъ внутреннихъ звеньевъ).	$H_3C \cdot + \cdot CH_3$ $R = \frac{60}{2} = 30$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $R = \frac{74}{2} = 37$	$H \cdot C : = O O = : CH$ $R = \frac{88}{2} = 44$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $R = \frac{102}{2} = 51$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $R = \frac{116}{2} = 58$
3-й периодъ (съ однимъ внутреннимъ звеномъ).	$H_3C \cdot \quad \cdot CH_3$ $(HO \cdot \dot{C}H)(\dot{C}OH)$ $R = \frac{120}{2} = 60$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $(HO \cdot \dot{C}H) \quad (\dot{C}OH)$ $R = \frac{134}{2} = 67$	$HC : = O \quad O = : CH$ $(HO \cdot \dot{C}H) + (\dot{C}OH)$ $R = \frac{148}{2} = 74$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H) \quad (\dot{C}OH)$ $R = \frac{162}{2} = 81$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H) \quad (\dot{C}OH)$ $R = \frac{176}{2} = 88$
4-й периодъ (съ двумя внутренними звеньями).	$H_3C \cdot \quad \cdot CH_3$ $(HO \cdot \dot{C}H)_2 + (HO \cdot \dot{C}H)_2$ $R = \frac{180}{2} = 90$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $(HO \cdot \dot{C}H)_2 \quad (\dot{C}OH)_2$ $R = \frac{194}{2} = 97$	$HC : = O \quad O = : CH$ $(HO \cdot \dot{C}H)_2 + (HO \cdot \dot{C}H)_2$ $R = \frac{208}{2} = 104$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_2 \quad (\dot{C}OH)_2$ $R = \frac{222}{2} = 111$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_2 \quad (\dot{C}OH)_2$ $R = \frac{236}{2} = 118$
5-й периодъ (съ тремя внутренними звеньями).	$H_3C \cdot \quad \cdot CH_3$ $(HO \cdot \dot{C}H)_3 + (HO \cdot \dot{C}H)_3$ $R = \frac{240}{2} = 120$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $(HO \cdot \dot{C}H)_3 \quad (\dot{C}OH)_3$ $R = \frac{254}{2} = 127$	$HC : = O \quad O = : CH$ $(HO \cdot \dot{C}H)_3 + (HO \cdot \dot{C}H)_3$ $R = \frac{268}{2} = 134$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_3 \quad (\dot{C}OH)_3$ $R = \frac{282}{2} = 141$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_3 \quad (\dot{C}OH)_3$ $R = \frac{296}{2} = 148$
6-й периодъ (съ четырьмя внутренними звеньями).	$H_3C \cdot \quad \cdot CH_3$ $(HO \cdot \dot{C}H)_4 + (HO \cdot \dot{C}H)_4$ $R = \frac{300}{2} = 150$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $(HO \cdot \dot{C}H)_4 \quad (\dot{C}OH)_4$ $R = \frac{314}{2} = 157$	$HC : = O \quad O = : CH$ $(HO \cdot \dot{C}H)_4 + (HO \cdot \dot{C}H)_4$ $R = \frac{328}{2} = 164$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_4 \quad (\dot{C}OH)_4$ $R = \frac{342}{2} = 171$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_4 \quad (\dot{C}OH)_4$ $R = \frac{356}{2} = 178$
7-й периодъ (съ пятью внутренними звеньями).	$H_3C \cdot \quad \cdot CH_3$ $(HO \cdot \dot{C}H)_5 + (HO \cdot \dot{C}H)_5$ $R = \frac{360}{2} = 180$	$H_2C \cdot - O - \cdot CH_2$ $(HO \cdot \dot{C}H)_5 \quad (\dot{C}OH)_5$ $R = \frac{374}{2} = 187$	$HC : = O \quad O = : CH$ $(HO \cdot \dot{C}H)_5 + (HO \cdot \dot{C}H)_5$ $R = \frac{388}{2} = 194$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_5 \quad (\dot{C}OH)_5$ $R = \frac{402}{2} = 201$	$C : \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} O \overset{\circ}{\parallel} : C$ $(HO \cdot \dot{C}H)_5 \quad (\dot{C}OH)_5$ $R = \frac{416}{2} = 208$
и т. д.	и т. д.	и т. д.	и т. д.	и т. д.	и т. д.
Валентность для воды.	$(H_2O)_0$	$(H_2O)_1$	$(H_2O)_2$	$(H_2O)_3$ и $(H_2O)_1$	$(H_2O)_4$ и $(H_2O)_2$
Валентность для эфировъ (напр. этиловаго).	$(Et_2O)_0$	$(Et_2O)_1$	$(Et_2O)_2$	$(Et_2O)_3$ и $(Et_2O)_3$	$(Et_2O)_4$ и $(Et_2O)_2$
	Большее жадны къ кислотамъ			Большее жадны къ спиртамъ	

Периодическая система карбогидридныхъ окисловъ, или система фитотектическихъ радикаловъ.

Взаимная валентность этихъ радикаловъ возрастаетъ въ каждомъ периодѣ по мѣрѣ возрастания паевого вѣса его представителей, а самъ паевой вѣсъ непрерывно возрастаетъ, начиная со второй строки, совершенно какъ у минеральныхъ элементовъ.

Поэтому за *химический пай*—R—приходится обязательно считать здѣсь половину этихъ оксидовъ и ихъ аналоговъ, т. е.  $R = \frac{M}{2}$ , гдѣ М есть вѣсъ всей молекулы нечетновалентнаго оксида. Что же касается до четновалентныхъ типовъ (0-го, 2-го, 4-го), то ихъ «двурадикальныя молекулы» и внѣ соединеній распадаются уже «на свои половины» т.-е. отдѣльные радикалы, хотя въ нѣкоторыхъ обстоятельствахъ и можно наблюдать ихъ сліяніе по двѣ, какъ это представлено въ 4 типѣ таблицы, гдѣ, на примѣръ,



Въ виду этой неопредѣленности мы и предпочли въ каждой клѣткѣ таблицы (42) поставить для единообразія по два углеводорода, безразлично, связаны ли они между собою кислородомъ или нѣтъ. Тогда *вѣсъ пая* R вездѣ опредѣлится вѣсомъ полнаго комплекса, стоящаго въ данной клѣткѣ, дѣленнымъ на два, распадается ли этотъ комплексъ въ газообразномъ состояніи на двѣ молекулы или не распадается.

Валентность этихъ химическихъ паевъ выражается, какъ показано внизу таблицы, по числу молекулъ воды, необходимыхъ для ихъ *полнаго предѣльнаго насыщенія*, или по числу молекулы одного изъ одновалентныхъ окисловъ этой же самой таблицы, на примѣръ, этил-оксида. Тогда и обнаруживается тотчасъ же, что валентность эта въ каждой строкѣ возрастаетъ по мѣрѣ возрастанія паевого вѣса R ея представителей, совершенно какъ и въ системѣ минеральныхъ элементовъ. Мало этого, начиная со второй строки,

возрастаніе паевыхъ вѣсовъ идетъ здѣсь также непрерывно, какъ и у археогелидовъ и даже первыя двѣ строки оказываются въ обѣихъ системахъ болѣе сближенными между собою, чѣмъ остальные.

Мы не имѣемъ возможности перечислять здѣсь всѣ періодическія системы, которыя можно наблюдать въ природѣ, на примѣръ, систему минеральныхъ окисловъ, аналогичную предыдущей и т. д. и т. д. Замѣтимъ лишь одно: вездѣ, гдѣ наблюдается періодическій законъ, онъ служитъ безусловнымъ указаніемъ, что мы имѣемъ дѣло не съ недѣлимыми по своей природѣ химическими единицами, а съ составленными изъ двухъ или трехъ родовъ болѣе первоначальнаго вещества.

Тотъ фактъ, что атомы археогелидовъ, при повышеніи температуры даже до  $2000^{\circ}$  движутся и сталкиваются между собою, какъ недѣлимыя *твердыя тѣла*, доказываетъ лишь то, что ихъ составныя части —  $Z$ ,  $\cdot x$  и  $-h$  — чрезвычайно прочно спаяны между собою, а потому и не обнаруживаютъ никакой работы, идущей на ихъ раздвиженіе или расшатываніе. На эту крѣпость и указывала намъ ничтожность удѣльныхъ объемовъ атомныхъ компонентовъ у археогелидовъ (стр. 117). Наоборотъ, у карбогидридовъ синатомные компоненты —  $C$  и  $H$  — расшатываются при температурныхъ столкновеніяхъ тѣмъ болѣе, чѣмъ сложнѣе ихъ цѣпь (*дополнительная теплоемкость*).

Но какъ гранитное ядро при достаточномъ увеличеніи скорости разобьется при ударѣ на мелкіе кристаллики кварца, слюды и полевого шпата, такъ и атомы археогелидовъ раздробятся на свои компоненты при повышеніи температуры до нѣсколькихъ десятковъ тысячъ градусовъ.

**ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ.**

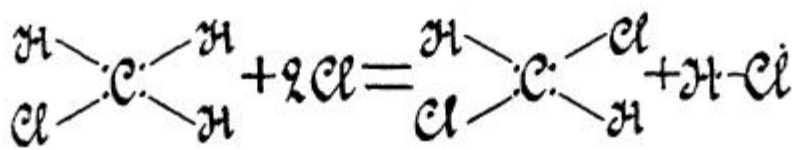
**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ  
И  
ПОСЛѢДСТВІЯ.**

## Г Л А В А I.

### **Возможенъ ли синтезъ археогелидовъ? Обще законы присоединенія кристаллизаціонной воды къ растворимымъ солямъ.**

Переходя къ изложенію различныхъ послѣдствій, вытекающихъ изъ предлагаемой здѣсь структурной теоріи, мнѣ прежде всего приходится указать на одно, говорить о которомъ нѣсколько щекотливо въ виду того, что этимъ предметомъ нерѣдко злоупотребляли. Автору этой книги, много лѣтъ безкорыстно занимавшемуся наукой, очень не хотѣлось бы, чтобъ его смѣшивали съ искателями аргентаурума и другими предпринимателями въ этомъ практическомъ родѣ. А между тѣмъ изложенная здѣсь теорія прямо указываетъ, что, говоря вообще, въ превращеніи минеральныхъ элементовъ однихъ въ другіе такъ же мало невозможнаго или удивительнаго съ *теоретической точки зрѣнія*, какъ и во взаимныхъ превращеніяхъ карбогидридовъ, которыя практикуются въ настоящее время во всякой лабораторіи.

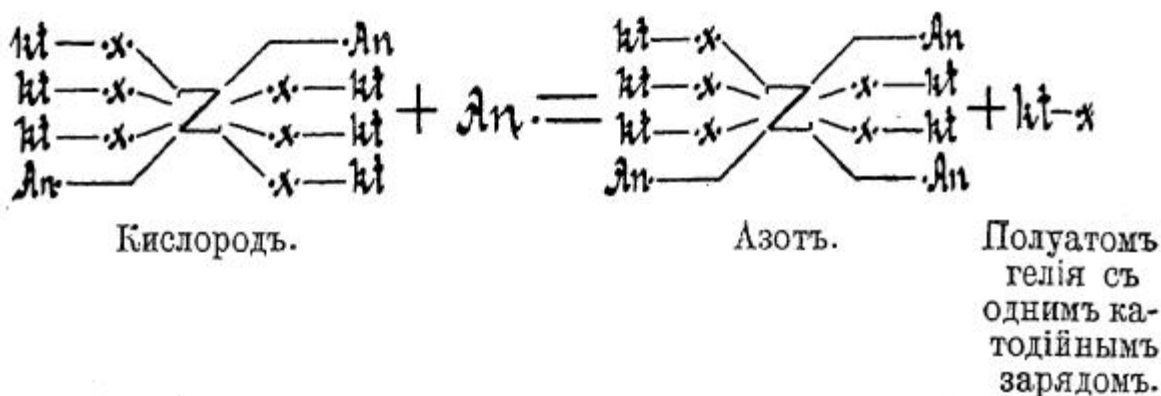
Замѣщая, на примѣръ, одинъ атомъ интра-радикальнаго водорода въ хлористомъ метилѣ хлоромъ, мы легко получаемъ изъ него двухлористый метиленъ, т.-е. карбогидридъ съ увеличенной галоидной валентностью и меньшимъ синъ-атомнымъ вѣсомъ:



Хлористый метиль.

Хлористый метиленъ.

Что же было бы удивительнаго въ замѣщеніи, на-  
 примѣръ, у атома азота одного изъ боковыхъ его ин-  
 гредіентовъ (·x· — Kt) зарядомъ анодія и въ соотвѣт-  
 ственномъ превращеніи азота въ кислородъ съ вы-  
 дѣленіемъ полуатома гелія?



Кислородъ.

Азотъ.

Полуатомъ  
 гелія съ  
 однимъ ка-  
 тодїйнымъ  
 зарядомъ.

Точно такъ же, что было бы удивительнаго, если  
 бы, на примѣръ, пропуская сильные переменные токи  
 съ разрывными разрядами черезъ смѣсь азота и гелія,  
 намъ удалось бы ввести въ атомы азота по полуатому  
 X современнаго гелія, составъ котораго есть X<sub>2</sub>, и пе-  
 ревести, такимъ образомъ, азотъ во фторъ и даже неонъ?

Что было бы невѣроятнаго въ переводѣ при этихъ  
 же условіяхъ H<sub>2</sub>S въ HCl, и въ цѣломъ рядѣ такихъ  
 превращеній путемъ введенія въ цѣпь одного полу-  
 атома гелія?

Вся трудность такого рода превращеній заклю-  
 чается лишь въ практическихъ приѣмахъ, требующихъ  
 спеціальной и, большею частью, трудно осуществи-  
 мой обстановки. Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго  
 въ томъ, что, пока не доставало правильной теоріи  
 строенія, освѣщающей этотъ вопросъ и сразу пока-

зываются, какіе способы трансформизма были бы завѣдомо безнадежны и какіе имѣютъ нѣкоторые шансы на успѣхъ,—всѣ попытки въ этомъ направленіи были осуждены на безплодіе.

Совсѣмъ другое, если наша теорія, какъ мы убѣждены, окажется справедливой. Въ такомъ случаѣ вопросъ объ измѣненіи валентности археогелидовъ, а, слѣдовательно, и о превращеніи ихъ однихъ въ другіе, становится лишь дѣломъ времени и труда, цѣлесообразно направляемаго теоріей, а также знаніемъ индивидуальныхъ особенностей различныхъ химическихъ элементовъ и вліянія на ихъ атомы нѣкоторыхъ физическихъ факторовъ.

При разработкѣ предлагаемой теоріи мнѣ не разъ приходили въ голову различные способы для перехода отъ однихъ минеральныхъ элементовъ къ другимъ, но такъ какъ ни за одинъ изъ нихъ нельзя ручаться à priori, то излагать ихъ здѣсь (далѣе того, что я сказалъ объ азотѣ и сѣроводородѣ) значило бы лишь спекулировать на случайную удачу или заниматься праздными пророчествами, бьющими исключительно на эффектъ. Поэтому, оставивъ безъ дальнѣйшей теоретической обработки этотъ старинный предметъ, перейдемъ къ другимъ выводамъ болѣе скромнаго характера <sup>1)</sup>.

---

Если мы попытаемся представить въ плоской развѣрткѣ строеніе молекулъ различныхъ окисловъ и солей, вводя въ нихъ всѣ частности индивидуальной

---

<sup>1)</sup> Черезъ два года послѣ того, какъ была окончена эта рукопись, я имѣлъ удовольствіе прочесть въ „Научномъ Обозрѣніи“ (1902 г., № 6) статью академика Н.Н. Бекетова, которая настолько соответствуетъ моимъ представленіямъ, что я позволяю себѣ переписать часть ея въ приложеніи къ этой книгѣ.

структуры атомовъ, то получимъ чрезвычайно сложныя схемы, въ которыхъ трудно разобратся (табл. 43).

Очевидно, что для ясности изложенія такого предмета необходимо руководиться тѣмъ же принципомъ, который уже давно примѣняется въ математическомъ анализѣ: замѣной однимъ общимъ символомъ цѣлой группы подчиненныхъ. Въ нашемъ случаѣ это оказывается очень легко. Минеральная химія давно имѣетъ простыя и удобныя обозначенія для каждаго химическаго элемента, и все, что намъ необходимо прибавить къ нимъ, это число ихъ катионизирующихся и анионизирующихся пунктовъ сщѣпления, т.-е. ихъ металлическую и галоидную валентности, сумма которыхъ, какъ мы видѣли, всегда равна восьми.

Будемъ обозначать катодійную и металлическую валентности точками, а анодійную и галоидную черточками; тогда на основаніи нашихъ типическихъ схемъ (табл. 36, стр. 187) получимъ восемь типовъ археогелидовъ:

Тип 7	Тип 6 <sup>a</sup>	Тип 5 <sup>a</sup>	Тип 4 <sup>a</sup>	Тип 3 <sup>a</sup>	Тип 2 <sup>a</sup>	Тип 1 <sup>a</sup>	Тип 0 <sup>a</sup>
$\equiv R:$	$\equiv R:$	$\equiv R:$	$\equiv R:$	$\equiv R:$	$= \ddot{R}:$	$- \ddot{R}:$	$\ddot{R}:$
$\equiv Li:$	$\equiv Be:$	$\equiv B:$	$\equiv C:$	$\equiv N:$	$= \ddot{O}:$	$- \ddot{F}:$	$\ddot{Ne}:$
и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.	и по 10-ти металлич.

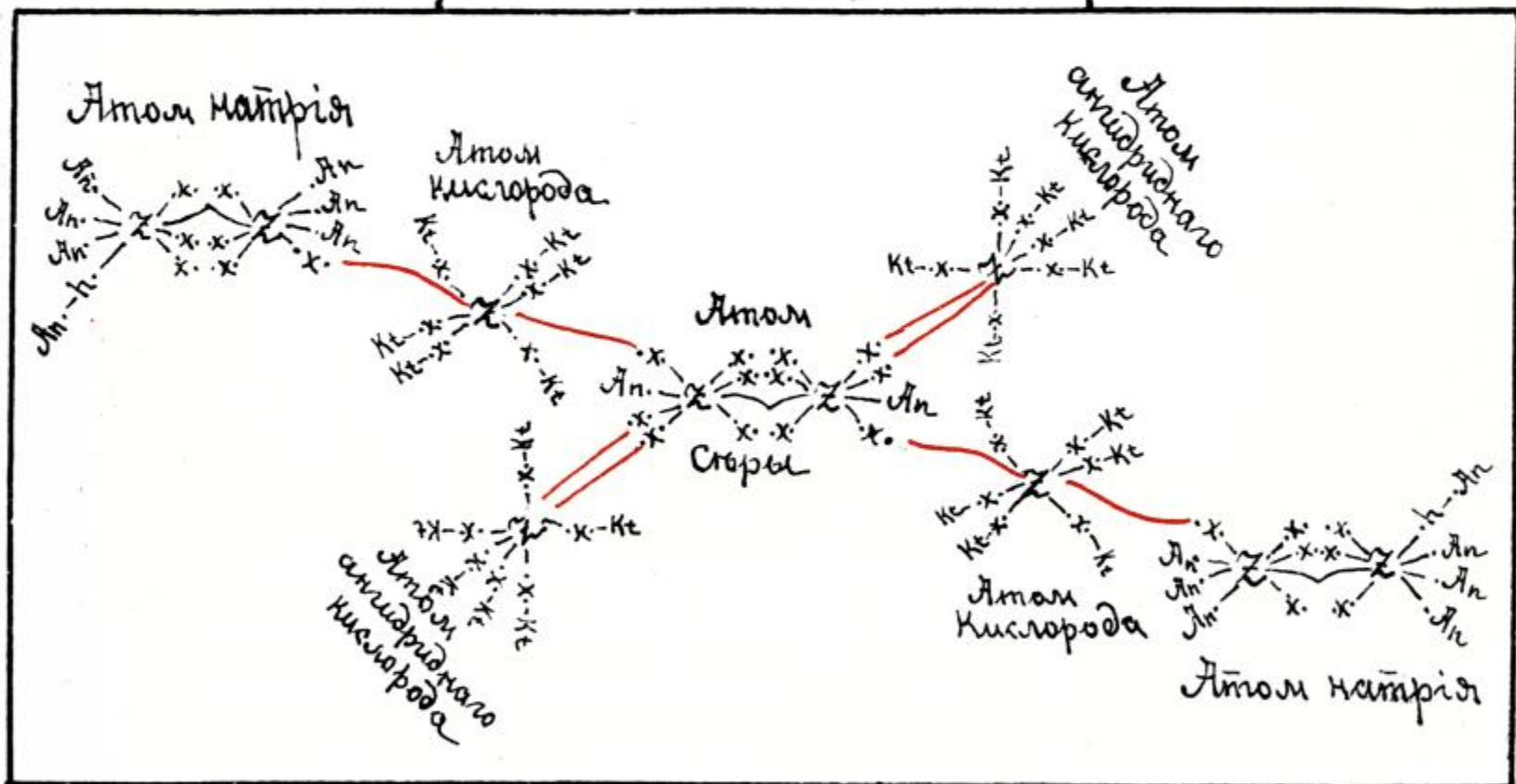
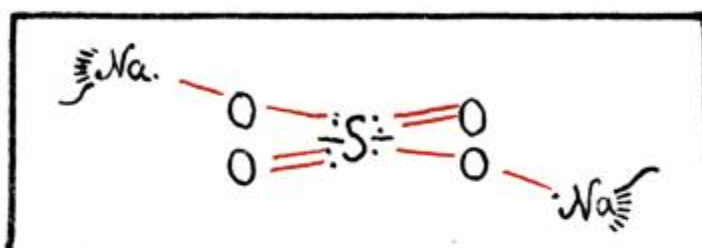
А у двухъ извѣстныхъ намъ элементовъ надзвѣздной системы, водорода и гелія, сумма валентностей будетъ равняться только двумъ единицамъ:



Другими словами, у безвалентнаго по археогелиднымъ металламъ *современнаго* атома гелія присутству-



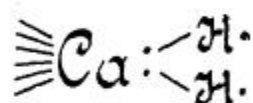
Таблица 43.



Примѣрная схема строения сѣрно-натровой соли въ плоской развѣрткѣ.



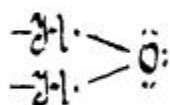
ють по теоріи двѣ бездѣйствующія (какъ у Ag) единицы оксифильнаго катионизированнаго сродства, а у водорода имѣется: одинъ пунктъ металлической и одинъ пунктъ галоидной валентности. Первымъ, анионизированнымъ, пунктомъ онъ реагируетъ съ металлами, напр., въ гидридѣ кальція <sup>1)</sup>:



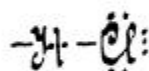
а также и въ карбогибридахъ



Вторымъ же, катионизированнымъ, водородъ реагируетъ въ своихъ галоидныхъ и кислородныхъ соединеніяхъ, на примѣръ:

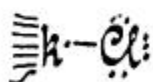


Вода.

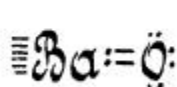


Хлороводородъ.

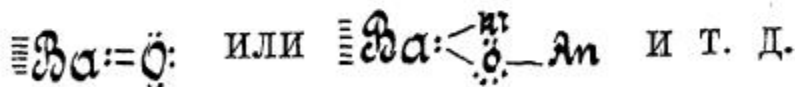
Аналогично этому, и взаимныя соединенія археогелидовъ будутъ выражаться на основаніи нашихъ схемъ такими символами:



Хлористый калий.



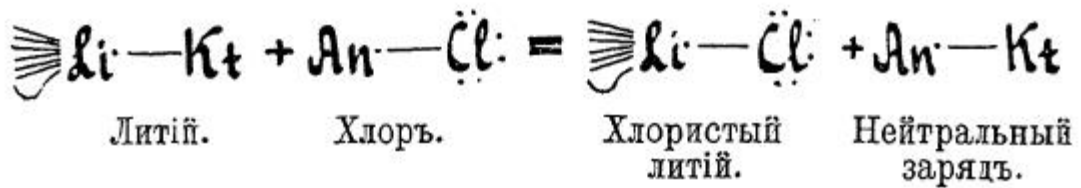
Окисель барія.



Всѣ этого рода соединенія, т.-е. такія, у которыхъ каждую связь составляетъ комбинація черточки съ точкой (· —) имѣють, говоря вообще, характеръ элек-

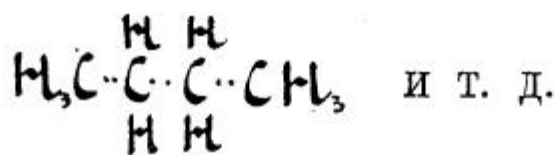
<sup>1)</sup> Chem. News. 81. 131.

тролитическій. При образованіи ихъ изъ атомовъ выдѣляется молекула нейтральнаго заряда  $An-Kt$ .



а при разложеніи на атомы (при іонизированіи), на оборотъ, поглощается эта молекула. Однако обратное разложеніе, или іонизированіе, иногда встрѣчаетъ очень большія трудности (напримѣръ, у окисловъ карбогидридовъ), а потому и электролизъ такихъ прочныхъ соединеній часто дѣлается невозможнымъ на практикѣ, вслѣдствіе чего они и называются не совсѣмъ удачно «неэлектролитическими». вмѣстѣ съ тѣмъ затрудняется у такихъ молекулъ и склонность къ реакціямъ двойнаго обмѣна.

Второй родъ соединеній, это — такія, гдѣ у нашихъ буквенныхъ символовъ точка соединена съ точкой или черта съ чертой. Этого рода связями особенно характеризуется полимеризація углерода въ карбогидридныхъ цѣпяхъ:



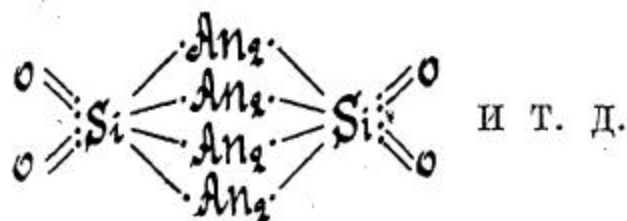
Очевидно, что, при образованіи такой цѣпи изъ атомовъ, каждая полимеризаціонная связь ея углерода должна бы выдѣлять пару катодійныхъ зарядовъ, а, при распадении цѣпи на отдѣльные звенья, должно бы происходить обратное поглощеніе этихъ самыхъ зарядовъ изъ нейтрализованныхъ молекулъ окружающей среды, т.-е. освобожденіе ихъ анодія. Однако, въ такомъ случаѣ, при горѣніи углеводородовъ выдѣлялось бы положительное электричество. А этого, очевидно,

нѣтъ, потому что иначе всякая керосиновая лампочка на изолирующей подставкѣ обнаруживала бы на своемъ металлическомъ сосудѣ сильное накопленіе электричества.

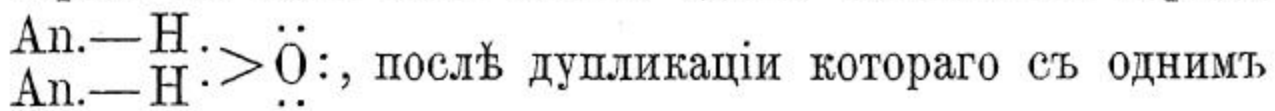
Поэтому остается лишь допустить, что во всѣхъ случаяхъ, гдѣ обнаруживается соединеніе другъ съ другомъ, пары однородныхъ пунктовъ атомнаго сцѣпленія, оно происходитъ путемъ *дупликаціи* ихъ зарядовъ, какъ бы слившихся въ одинъ.

Такое предположеніе съ перваго взгляда кажется совершенно невѣроятнымъ въ виду того, что отталкиваніе однородныхъ зарядовъ увеличивается обратно пропорціонально квадратамъ ихъ разстоянія. Но это возраженіе легко устраняется. Однородные элементарные заряды  $\text{An.}$  и  $-\text{Kt}$  отталкиваются не сами по себѣ (по своей природѣ), а исключительно вслѣдствіе того, что они стараются вызвать въ окружающей средѣ ориентировку молекулъ  $\text{An.}-\text{Kt}$  въ обратномъ направленіи, какъ это мы объясняли выше (стр. 145). Отсюда слѣдуетъ, что если два такихъ заряда сойдутся настолько близко, что между ними не будетъ въ состояніи проникнуть ни одна нейтрализованная молекула  $\text{An.}-\text{Kt}$ , то они тотчасъ же перестанутъ отталкиваться и образуютъ общее поле, одинаково сопротивляющееся ихъ, согласному на этотъ разъ, ориентирующему дѣйствию и потому притискивающее ихъ другъ къ другу даже и въ томъ случаѣ, если заряды лишены своихъ собственныхъ дополнительныхъ пунктовъ сцѣпленія.

Такимъ образомъ мы приходимъ къ возможности соединенія атомовъ однородными пунктами сцѣпленія съ сохраненіемъ ихъ зарядовъ. У обыкновенныхъ восьмизарядныхъ археогелидныхъ атомовъ такое замыканіе, очевидно, можетъ совершаться только одновременно по цѣлымъ группамъ, напр.,

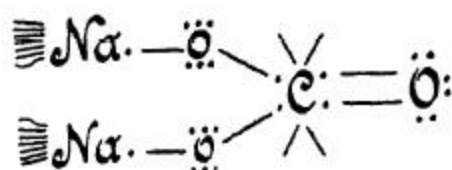


потому что, если замкнулась лишь часть зарядовъ данной группы, то отталкиваніе не замкнувшихся снова разъединить такое соединеніе. Значитъ, соединяться этимъ способомъ могутъ только вполне изоморфные атомы, у которыхъ цѣлыя группы однородныхъ зарядовъ расположены вполне соотвѣтственно и въ томъ же самомъ числѣ: силицій съ силиціемъ, калий съ калиемъ, хлоръ съ хлоромъ и т. д. Этотъ характерный типъ соединенія атомовъ по ихъ взаимному сходству, безъ потери зарядовъ, какъ мы скоро увидимъ, и осуществляется во всѣхъ двойныхъ и многократныхъ соединеніяхъ, особенно характерныхъ для силикатовъ въ минералогіи. Но, очевидно, что, кромѣ того, онъ можетъ имѣть мѣсто и при привлеченіи атомами солей кристаллизаціонной воды, потому что у атома водорода въ водѣ есть только одинъ остаточный зарядъ

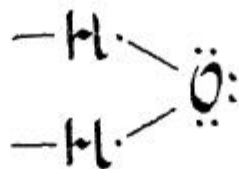


изъ однородныхъ остаточныхъ зарядовъ соли, атомъ водорода теряетъ все, чѣмъ онъ могъ бы отталкиваться отъ другихъ однородныхъ зарядовъ той же соли.

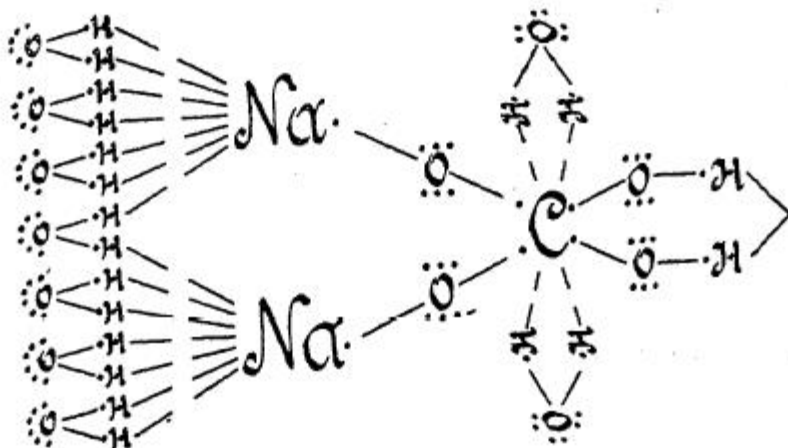
Чтобъ пояснить это, возьмемъ для примѣра соду:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Употребляя, нашу символистику мы получимъ для ея строенія схему:



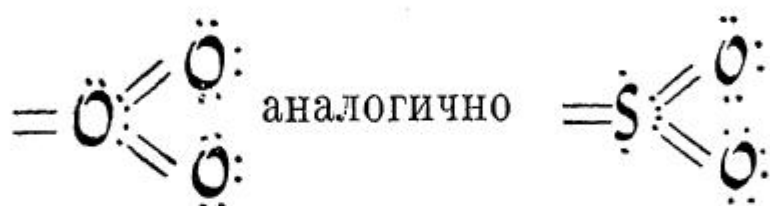
Мы видимъ, что у этой молекулы оказываются ненасыщенными нѣсколько группъ пунктовъ сцѣпленія: по семи у каждаго атома натрія, по четыре, однородныхъ съ ними, у углерода и по шести противоположнаго характера (катионизированныхъ) у каждаго атома кислорода. Осуждены ли эти пункты на вѣчное бездѣйствіе или же при нѣкоторыхъ случаяхъ обнаруживается и ихъ вліяніе? Посмотримъ, не предсказываетъ ли наша структурная теорія количества кристаллизационной воды у этой соли. Одинъ пай воды здѣсь можетъ быть присоединенъ размыканіемъ «двойной» связи ангидриднаго кислорода, а остальные путемъ дублицированія «линейныхъ» связей у водорода водной молекулы



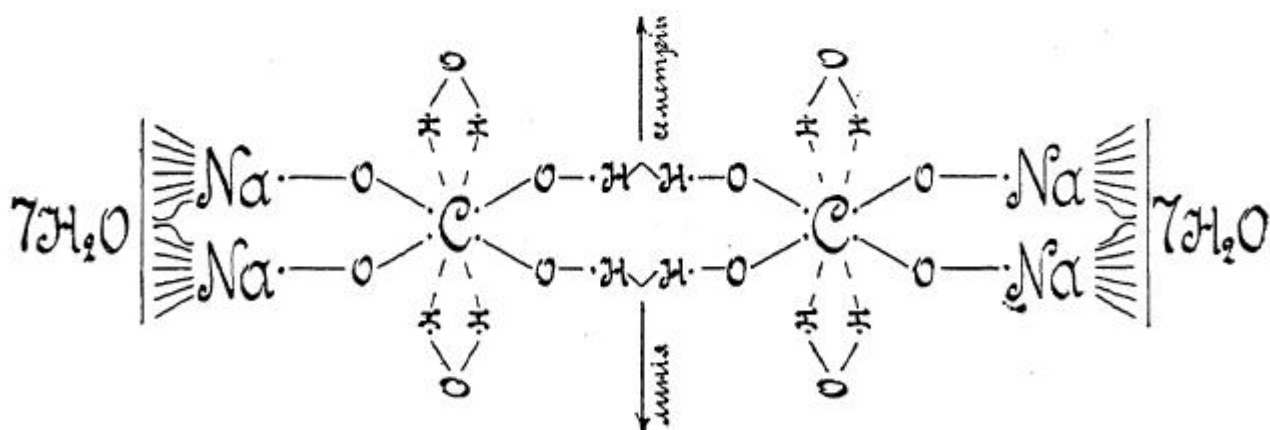
съ «линейными» связями натрія и углерода, т.-е. путемъ дублицированія остаточныхъ анодійныхъ зарядовъ воды и соли. Значить, теорія даетъ намъ въ этомъ случаѣ молекулу соды съ 10 паями кристаллизационной воды, изъ которыхъ одинъ пошелъ на гидроксילированіе остаточнаго кислорода у ангибрида:



И дѣйствительно, при обычной температурѣ сода всегда кристаллизуется съ 10 паями воды <sup>1)</sup>. Изъ этой же схемы мы видимъ, что «точечные» (катионизирующіеся) пункты сцѣпленія кислорода оказались бездѣйствующими по отношенію къ водѣ, какъ они и вообще бездѣйствуютъ у кислорода при его химическихъ соединеніяхъ, за исключеніемъ развѣ озона, который мы считаемъ за окисель четырехвалентнаго кислорода:



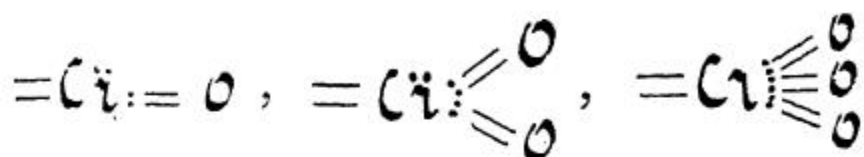
Точно такъ же и два остаточные пункта сцѣпленія послѣдняго пая воды, присоединившейся гидроксильнымъ способомъ, должны замыкаться или между собою или съ другой оводненной молекулой той же соды



Само собой понятно, что это количество воды является лишь нормально-максимальнымъ. Въ ея присоединеніи къ солямъ могутъ быть всѣ случаи непол-

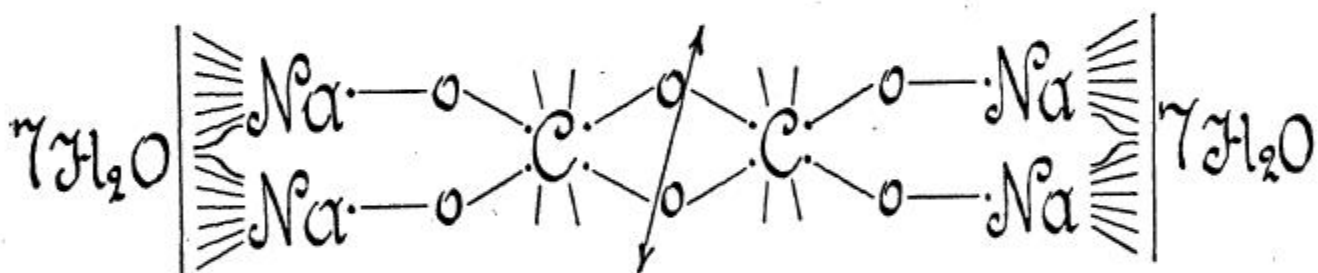
<sup>1)</sup> Менделѣевъ, „Основы химіи“. 4-е изд. 1881 г., стр. 560. Всѣ остальные примѣры кристаллизационнаго оводненія, приведенные далѣе безъ указанія источниковъ, взяты изъ этого же изданія.

наго насыщѣнія, подобно тому какъ въ окислахъ и галоидныхъ соединѣнiяхъ многовалентныхъ элементовъ, напримѣръ, имѣемъ низшіе и высшіе окислы, вродѣ

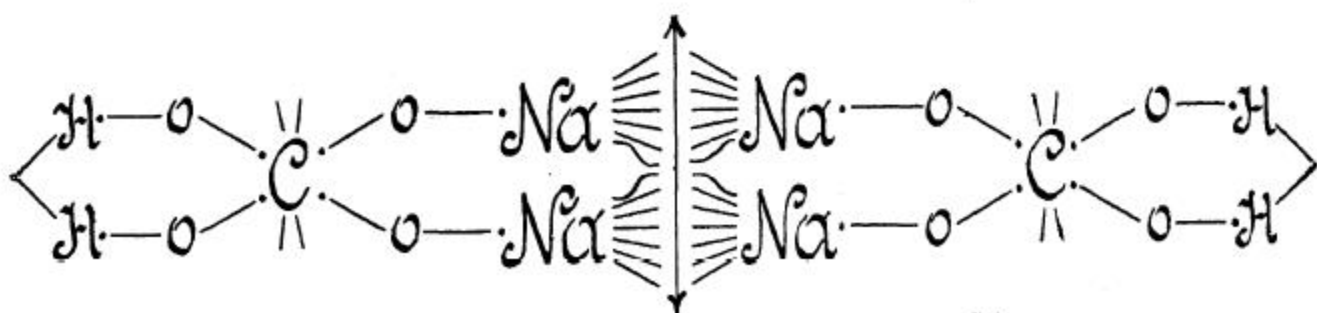


и даже промежуточные между ними.

Такимъ образомъ, и для соды, измѣняя условiя кристаллизаціи, можно получить рядъ низшихъ степеней оводненiя, которыя всѣ удобно представимы на нашихъ схемахъ и даже прямо указываются ими. Изъ пересыщенныхъ растворовъ, при температурѣ ниже 8°, получаемъ, напримѣръ, кристаллы съ 4 паями воды, гдѣ, очевидно, оводненъ одинъ натрій

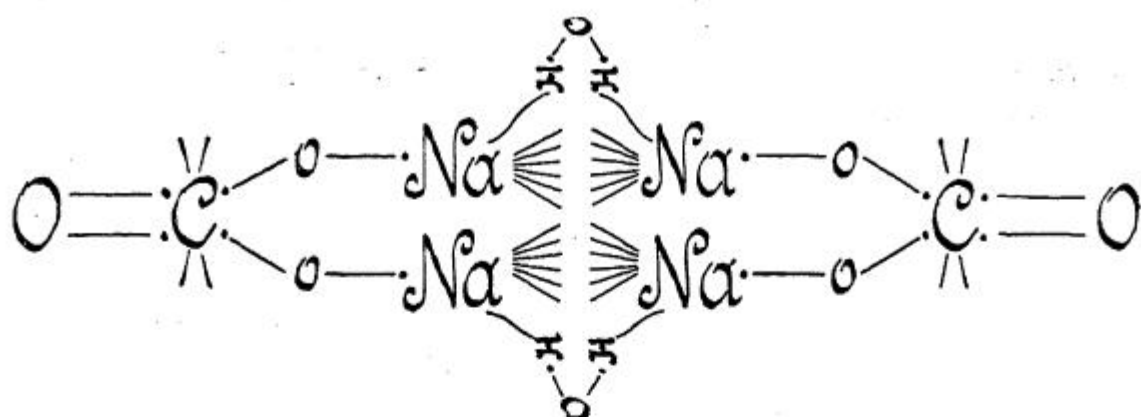


При плавленiи же обыкновенной  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  въ своей собственной кристаллизаціонной водѣ при  $+34^\circ$  освобождаются новые кристаллы съ однимъ паемъ воды, вѣроятно:

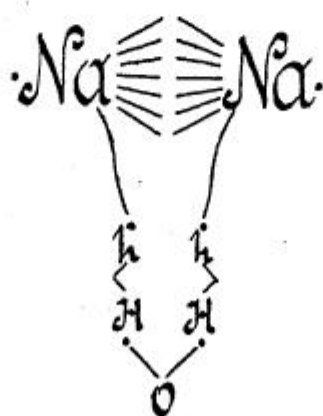


или можетъ быть:





Эта послѣдняя структура не должна казаться читателю невѣроятной, хотя мы и указывали, что однородные сосѣдніе пункты сцѣпленія должны бы принимать и выбрасывать воду цѣликомъ по естественнымъ своимъ группамъ. Если мы припомнимъ все сказанное выше о прибавкѣ нечетновалентности  $h'$  (стр. 183—185) и о томъ, что она, повидимому, помѣщается у натрія (и особенно у литія, см. схемы на табл. 28 стр. 163), на седьмомъ изъ ихъ аніонизирующихся пунктовъ сцѣпленія, то увидимъ, что вода этого пункта образуетъ самостоятельную группу, а, слѣдовательно, можетъ сохраняться и въ томъ случаѣ, когда выпали остальные три молекулы у каждаго атома Na, по схемѣ:

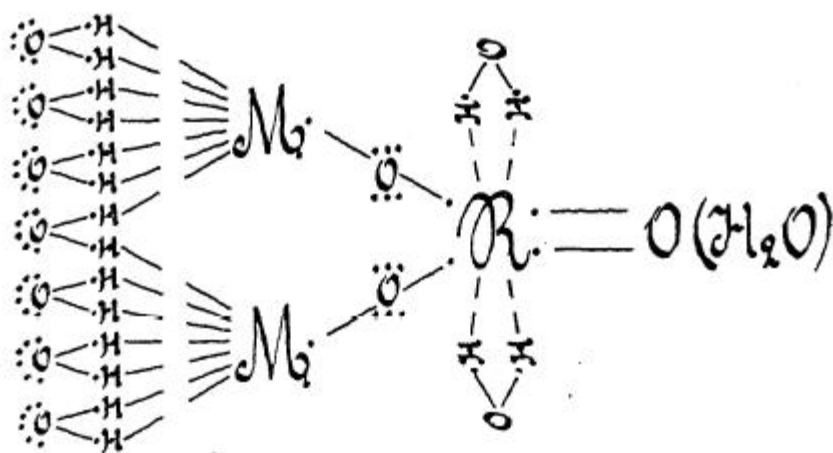


Чтобы читатель могъ убѣдиться въ томъ, что нашъ примѣръ соды не есть исключительный случай, нарочно подобранный нами изъ огромнаго числа кри-

сталлизаціонныхъ соединеній, мы сдѣлаемъ здѣсь общій обзоръ оводненія солей. Оказывается, что это совсѣмъ не такъ трудно, если всѣ солеобразныя соединенія мы расклассифицируемъ на нѣсколько структурныхъ типовъ <sup>1)</sup>.

Возьмемъ за исходный пунктъ нашъ примѣръ соды. Въ такомъ случаѣ окажется слѣдующій рядъ типовъ:

Типъ I.



Онъ представляетъ кислородное соединеніе одновалентнаго металла  $M$  съ четырехвалентнымъ элементомъ  $R$ . Въ этомъ типѣ 9 паръ избыточныхъ пунктовъ сщѣпления способныхъ удержать 9 молекулъ кристаллизаціонной воды, и одна «двойная» связь у кислорода, размыкаемая гидроксильнымъ способомъ. При неполномъ оводненіи могутъ быть слѣдующіе типическіе случаи:

- a)  $M_2RO_3 \cdot 9H_2O$ —гдѣ выпаль пай гидроксилирующей воды,
- b)  $M_2RO_3 \cdot 7H_2O$ —гдѣ оводнены только атомы  $M$ ,

<sup>1)</sup> Излагаемые здѣсь законы оводненія прослѣжены авторомъ въ первомъ томѣ рукописнаго изслѣдованія „Строеніе вещества“ черезъ всѣ извѣстныя растворимыя соли (нѣсколько сотъ случаевъ), и вездѣ правило оказалось приложимымъ, за исключеніемъ двухъ-трехъ десятковъ чрезвычайно непрочныхъ кристаллическихъ образованій, гдѣ воды вдвое болѣе, чѣмъ требуетъ норма. О нихъ мы скажемъ далѣе въ главѣ о законахъ переоводненія (аналогичныхъ перекисленію).

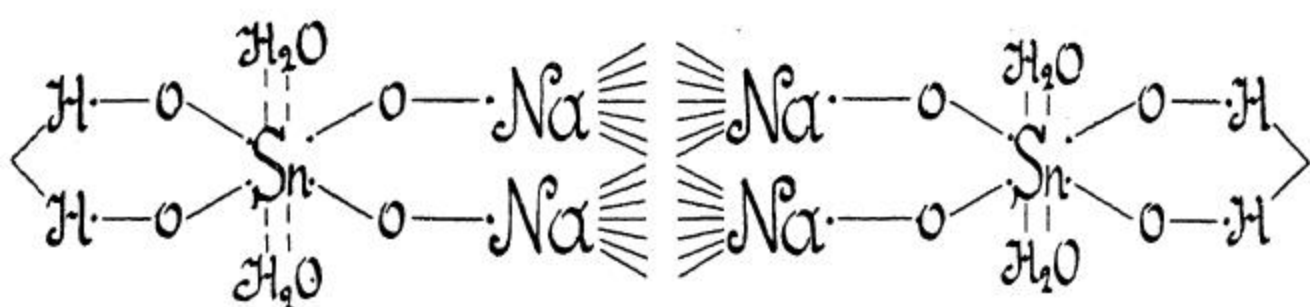
с)  $M_2RO_3 \cdot 3H_2O$ —гдѣ оводненъ только элементъ R и двойная связь ангидриднаго кислорода,

d)  $M_2RO_3 \cdot 2H_2O$ .—гдѣ оводненъ только элементъ R,

e)  $M_2RO_3 \cdot H_2O$ —гдѣ оводненъ только ангидридный кислородъ путемъ размыканія его двойной связи, но возможно таже, что здѣсь оводнены вмѣсто кислорода «прибавки нечетновалентности» у металла M, т.-е. тѣ связи, которыя мы представили въ видѣ изогнутыхъ черточекъ ( $\infty$ ) на стр. 228.

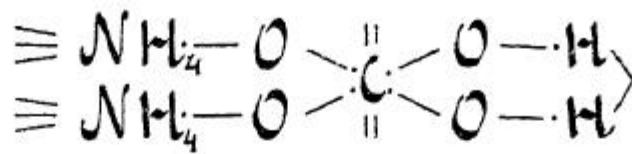
Понятно, что могутъ быть и промежуточные степени оводненія, напримѣръ, въ двойныхъ соединеніяхъ:  $M_2RO_3 \cdot 7H_2O$ ,  $+ M_2RO_3 \cdot 3H_2O$ , которыя легко принять за  $2(M_2RO_3 \cdot 5H_2O)$ , но такого рода соединенія должны происходить лишь въ исключительныхъ случаяхъ кристаллизаціи.

Къ этому первому типу принадлежать: уже указанная  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ , затѣмъ оловянно-натровая соль  $Na_2SnO_3 \cdot 10H_2O$  и ея низшая степень оводненія  $Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O$ ,

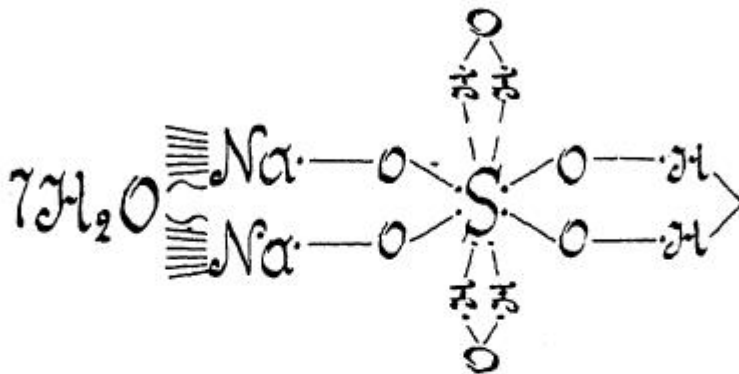


а также кристаллы поташа  $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ , выдѣляющіеся при сильномъ охлажденіи изъ насыщенныхъ растворовъ. Болѣе оводненныхъ кристалловъ послѣдней соли до сихъ поръ не удалось получить, потому что даже при низкихъ температурахъ они расщываются въ своей собственной кристаллизационной водѣ. Точно такъ же извѣстны лишь въ безводномъ состояніи и литіевыя, рубидіевыя и цезіевыя соли угольнаго ангидрида, построенныя по этому же типу. А въ угле-ам-

міачной соли  $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  оводненъ только анги-  
дридный кислородъ

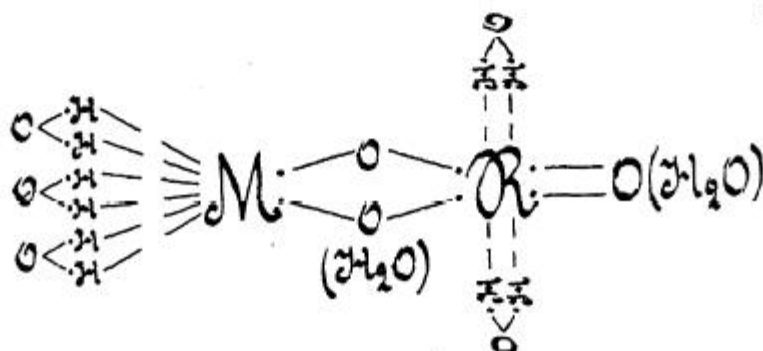


Къ первому же типу оказывается принадлежащей  
и сѣрнисто-натровая соль  $\text{Na}_2 \text{SO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$



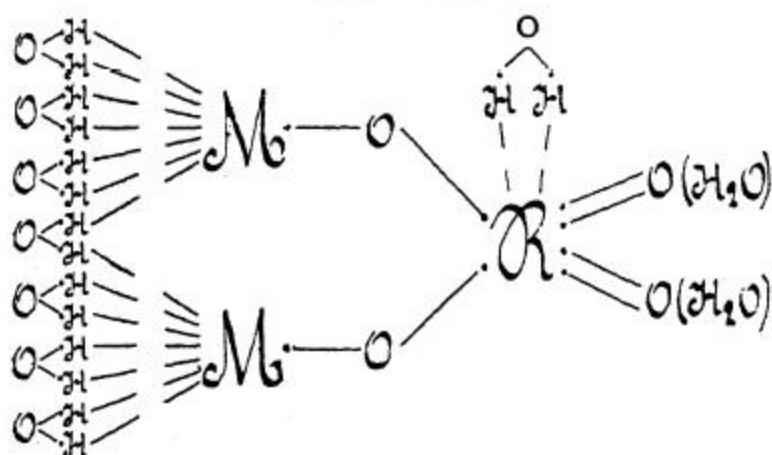
Однако тотъ фактъ, что вторая (нижняя на схемѣ)  
молекула воды соединена съ сѣрой S точечно-линей-  
ными ( $:\equiv$ ) связями, показываетъ, что этотъ пай воды  
могъ прикрѣпиться только съ выдѣленіемъ двухъ моле-  
кулъ нейтральнаго заряда ( $2\text{An} \cdot -\text{Kt}$ ), а не путемъ ду-  
плицированія однородныхъ зарядовъ, какъ остальные мо-  
лекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . Отсюда мы приходимъ къ заключенію,  
что кристаллизационная вода способна присоединяться  
какъ къ гидрофильнымъ, такъ и къ оксифильнымъ  
пунктамъ сцѣпленія обоихъ (основного и кислотнаго)  
элементовъ соли, хотя и не способна оводнять соеди-  
няющаго ихъ кислорода. Это мы и увидимъ впослед-  
ствіи на всѣхъ безъ исключенія примѣрахъ.

### Типъ II.

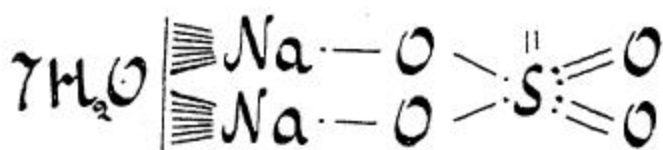


Здѣсь изъ 7 паевъ нормальной кристаллизацион-  
ной воды два приходятся на размыканіе двойныхъ  
связей молекулы, 3—на избыточные пункты сѣпле-  
нія основного элемента М., и два на такіе же пункты  
кислотнаго элемента R. Однако, вслѣдствіе того, что  
всѣ соли этого типа оказываются нерастворимыми въ  
водѣ, онѣ не могли быть и откристиаллизованы съ  
нею, и извѣстны лишь въ безводномъ видѣ, или съ  
начальными степенями оводненія отъ гигроскопически  
проникшей воды. Сюда относятся, напримѣръ, каль-  
цитъ  $\text{CaCO}_3$ , магнезитъ  $\text{MgCO}_3$ , ильменитъ  $\text{FeTiO}_3$ ,  
сѣрнисто-кальціевая соль  $\text{CaSO}_3$ .

Типъ III.

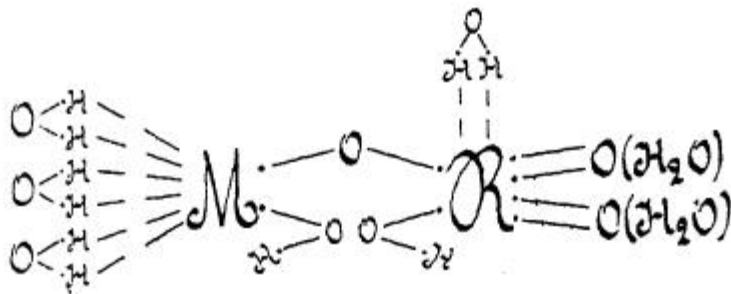


Здѣсь изъ десяти паевъ воды два приходятся на  
размыканіе «двойныхъ» связей ангидриднаго кисло-  
рода, одинъ на избыточные пункты R, и 7 на избы-  
точные пункты двухъ M. Сюда принадлежатъ: сѣрно-  
натровая  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , селено-натровая  $\text{Na}_2\text{SeO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  
хромово-натровая  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , тогда какъ  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  кристаллизуются безводно или съ парці-  
альнымъ присоединеніемъ воды, также какъ получа-  
емая изъ пересыщенныхъ растворовъ  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .



Всѣ правила парціального оводненія по цѣлымъ группамъ однородныхъ связей сохраняются и въ этомъ типѣ.

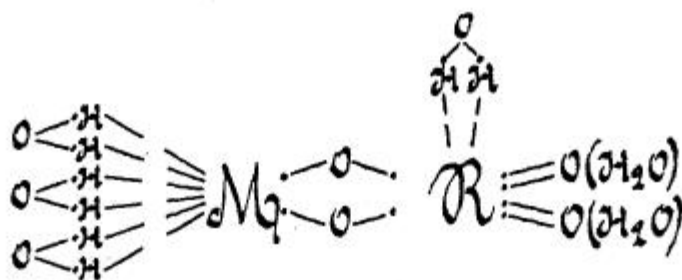
Типъ IV.



Здѣсь изъ 7 паевъ воды одинъ приходится на размыканіе второй связи между M и R, два на размыканіе «двойныхъ» связей ангидриднаго кислорода и четыре — на избыточные пункты сцѣпленія. Сюда принадлежатъ моноклиноэдрическіе:

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MgCrO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MgWO_4 \cdot 7H_2O$ ,  
 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $FeSeO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$   
 и т. д.

Понятно, что въ этомъ типѣ особенно легко долженъ выпадать при кристаллизаціи тотъ пай воды, который размыкаетъ вторую связь между M и R. Другими словами, теорія указываетъ большую вѣроятность образованія кристалловъ только съ 6 паями воды по схемѣ:



И дѣйствительно, повысивъ нѣсколько температуру кристаллизаціи (у  $MgSO_4$  до  $30^\circ$ ) получаемъ уже новые моноклиноэдрическіе кристаллы какъ разъ съ этимъ

количествомъ воды:  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $CoSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $NiSeO_4 \cdot 6H_2O$  и т. д.

При дальнѣйшемъ измѣненіи условій кристаллизаціи получимъ и всѣ слѣдующіе, указываемые теоріей случаи выпаденія воды по цѣлымъ родственнымъ группамъ. Такъ, напримѣръ, вмѣсто  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ , кристаллизующейся при температурѣ ниже нуля или  $MnSO_4 \cdot 6H_2O$ , кристаллизующейся при  $+5$  или  $+10^\circ$ , получаемъ при  $20^\circ$  соль  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ ,



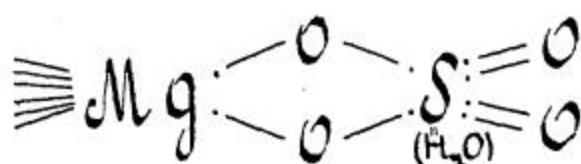
а между  $25-30^\circ$  кристаллизуется  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ .



Изъ кипящаго же раствора (около  $100^\circ$ ) выдѣляются кристаллики  $MnSO_4 \cdot 3H_2O$

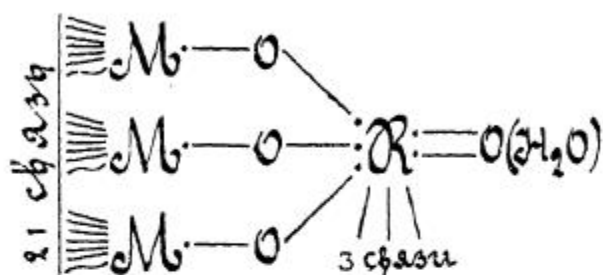


Точно такъ же изъ обычной сѣрно-магнезіальной соли  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  при ея нагрѣваніи до  $132^\circ$ , получается  $MgSO_4 \cdot H_2O$

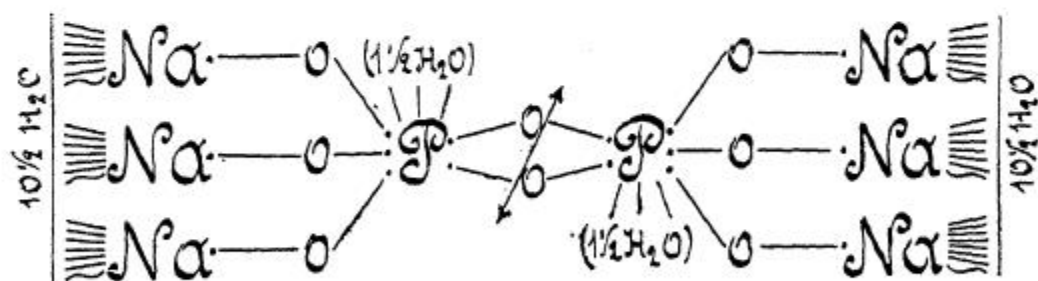


Этихъ примѣровъ вполне достаточно, чтобъ показать, что наша структурная теорія вполне оправдалась и на этомъ типѣ.

Типъ V.

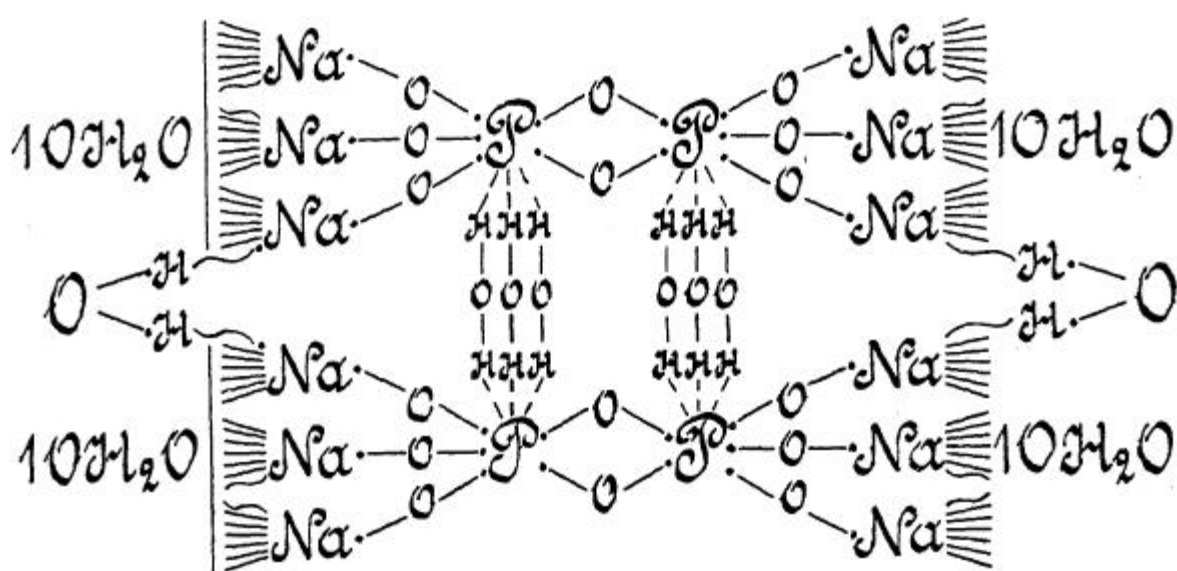


Здѣсь при М и R находятся въ суммѣ 24 пункта сцѣпленія способные удержать 12 молекулъ воды, да еще «двойная» связь при остаточномъ ангидридномъ кислородѣ. Значить, такая молекула можетъ привлечь до 13 паевъ воды. Несомѣнно, что это и удастся при специально обставленныхъ опытахъ, а до сихъ поръ мнѣ извѣстна лишь орто-фосфорно-натровая соль  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , гдѣ оводнено все, кромѣ ангидриднаго кислорода:



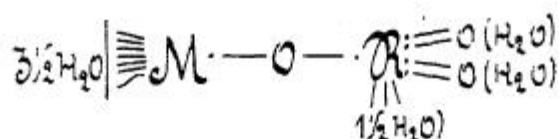
Если же насъ спросятъ, какимъ образомъ происходитъ здѣсь присоединеніе указанныхъ на нашей структурной схемѣ «полумолекулъ» воды, то мы отвѣтимъ, что эта дробимость недробимаго очевидно является лишь символомъ соединенія двухъ такихъ схемъ попарно черезъ молекулы кристаллизаціонной воды.





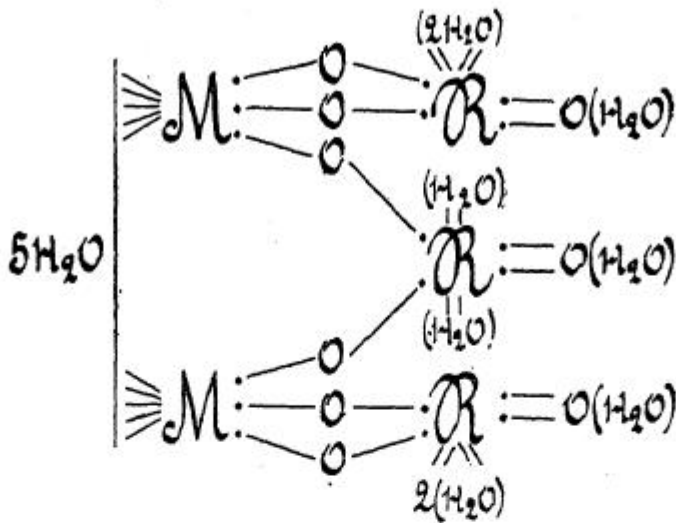
Этотъ случай приводитъ насъ къ неизбежности допустить новый способъ присоединенія кристалли- заціонной воды: не обоими паями водорода къ тому же атому, а только однимъ. И замѣчательная вещь— всѣ случаи переоводненія кристалловъ, которыхъ прибавимъ, всего лишь нѣсколько десятковъ среди тысячъ нормально оводненныхъ солей, какъ разъ объясняются этимъ способомъ, какъ мы увидимъ въ одной изъ слѣдующихъ главъ!

### Типъ VI.

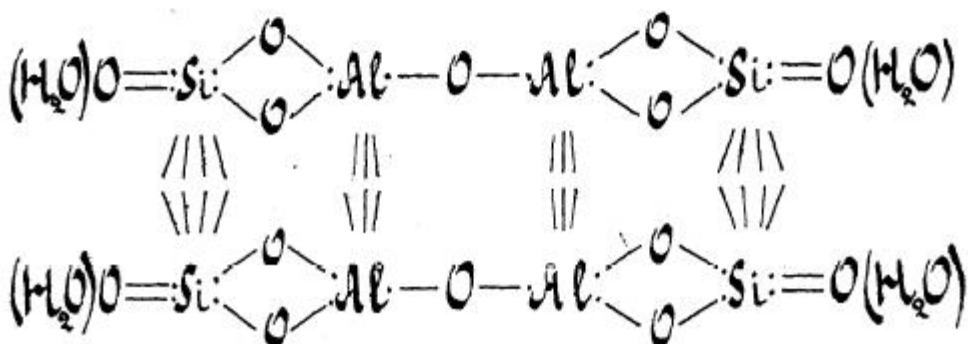


Этотъ типъ прямо происходитъ изъ предыдущаго, при удаленіи изъ него пая основанія по формулѣ  $\text{M}'_3\text{RO}_4 - \text{M}'_2\text{O} = \text{M}'\text{RO}_3$ ; здѣсь семь паявъ кристалли- заціонной воды, способъ прикрѣпленія которыхъ понятенъ изъ самой схемы. Сюда принадлежитъ, на- примѣръ, натровая селитра  $\text{NaNO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Типъ VII.

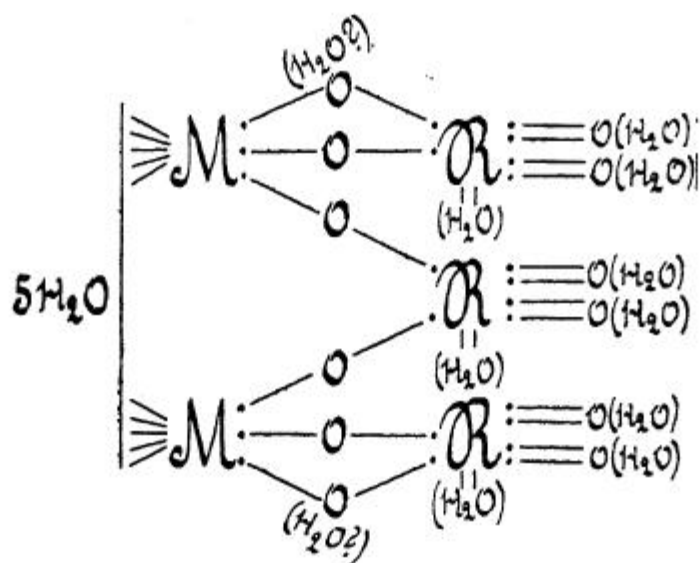


Этотъ типъ допускаетъ 14 паевъ кристаллизаціонной воды. Но такъ какъ всё принадлежащія сюда соли нерастворимы въ водѣ, то и не могли быть откристиализованы съ нею. Притомъ же здѣсь почти всегда выпадаетъ одинъ или два пая ангидрида  $RO_2$ , вслѣдствіе чего возникаютъ новые производные типы, тоже нерастворимые въ водѣ, а потому способные принимать лишь начальныя степени оводненія отъ гигроскопически проникающей воды, такова, на примѣръ, обыкновенная глина:  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

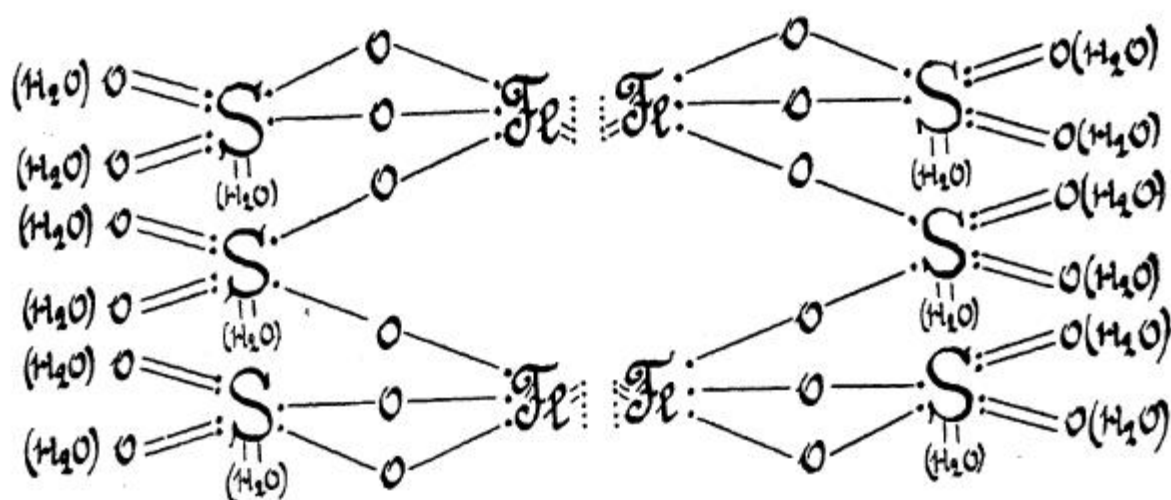


(Статера твердаго каолина изъ двухъ молекулъ).

Типъ VIII.

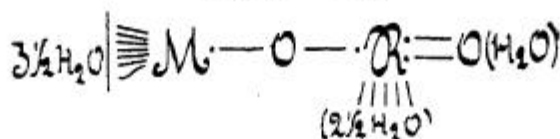


Здѣсь возможно 14 паевъ кристаллизационной воды и даже 16, если допустить размыканіе водою всѣхъ двойныхъ связей между М и R. Сюда принадлежитъ, напримѣръ, минераль кокимбитъ  $Fe_2O_3 \cdot 3SO_3 \cdot 9H_2O$  съ вѣроятнымъ строеніемъ:

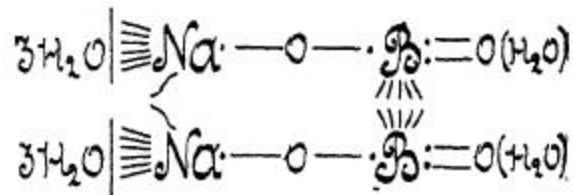


а также и сѣрно-алюминіевая соль, которая на холодѣ кристаллизуется съ переоводненіемъ (см. гл. III), но при обыкновенной температурѣ быстро теряетъ всю свою кристаллизационную воду.

Типъ IX.



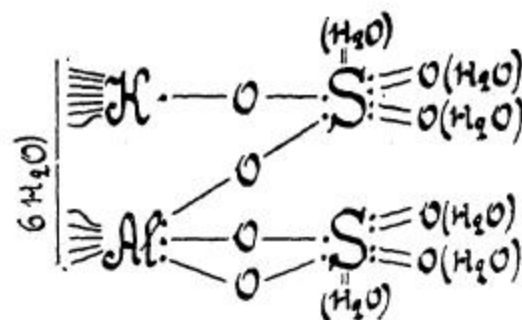
Здѣсь полное оводненіе должно быть съ 7 паями воды, но мнѣ не извѣстно такого. Хорошо изслѣдованъ въ этомъ рѣдкомъ типѣ только гидратъ  $\text{NaVO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  съ вѣроятной структурой:



Частное замыканіе двухъ избыточныхъ связей между атомами натрія мы допустили въ этомъ случаѣ единственно потому, что эти пункты сцѣпленія носятъ на себѣ прибавки нечетновалентности (стр. 183), а потому представляютъ изъ себя обособленную группу.

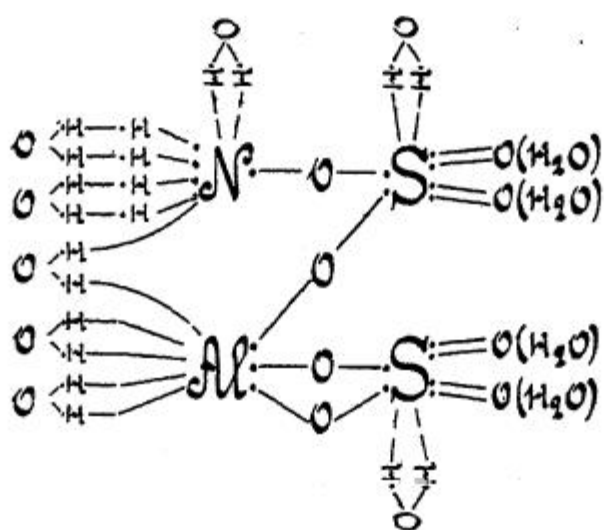
Теперь мы перечислили всѣ важнѣйшіе типы кислородныхъ солей. Въ нѣкоторыхъ изъ нихъ мы нашли лишь низшія степени оводненія или полную безводность вслѣдствіе нерастворимости въ водѣ, но остальные замѣчательнымъ образомъ оправдали предсказанія теоріи.

То же самое мы найдемъ и при оводненіи двойныхъ солей, на примѣръ, квасцовъ, которые всѣ содержатъ 12 паевъ кристаллизационной воды, распредѣленной слѣдующимъ образомъ:



Сюда принадлежатъ:  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{RbAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  и много другихъ изоморфныхъ съ ними, между прочимъ и аммоніевые

квасцы  $\text{NH}_4 \text{Al} (\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . Эти послѣдніе особенно замѣчательны въ теоретическомъ отношеніи: каждая пара атомовъ водорода при аммоніи привлекла молекулу воды совершенно такъ же, какъ если бъ это были простые гидрофильные(—)пункты сцѣпленія самого азотнаго атома.



Отсюда мы можемъ видѣть, что если прибавка нечетновалентности  $h$  въ нашихъ структурныхъ схемахъ (таб. 28, стр. 163) есть, дѣйствительно, водородъ, то эта прибавка не можетъ ни уменьшить ни увеличить нормальнаго оводненія данныхъ атомовъ въ ихъ соляхъ.

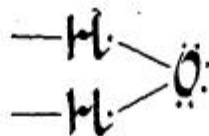
## Г Л А В А II.

### Образованіе статеръ или полимерныхъ молекулъ твердаго состоянія. Двойныя солеобразныя соединенія.

Прежде чѣмъ перейти къ оводненію гидратовъ и галоидныхъ соединеній, рѣшимъ одинъ вопросъ. Почему кислородъ въ соляхъ никогда не привлекаетъ къ себѣ кристаллизаціонной воды? Дѣло въ томъ, что для соединенія молекулъ въ твердыя физическія тѣла,

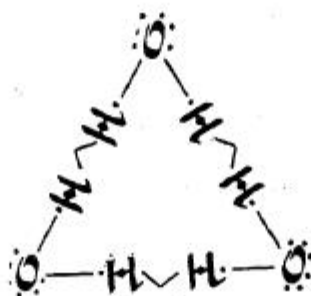
сопротивляющіяся измѣненію ихъ формы, необходимо, чтобъ они были чѣмъ-нибудь связаны между собою, по тому же самому способу, какимъ они связываются и со своей кристаллизационной водой. Разсматривая же наши схемы, мы видимъ, что для дальнѣйшаго соединенія тамъ не остается рѣшительно ничего, кромѣ тѣхъ остаточныхъ пунктовъ сцѣпленія у кислорода, которые и оказались свободными, какъ будто нарочно для этой цѣли. Поэтому, естественно приходитъ въ голову предположеніе, что тѣ молекулярные комплексы, которые мы видѣли въ прошлой главѣ, прикрѣплены другъ къ другу посредствомъ дубликаціи или приложенія другъ къ другу ихъ соотвѣтствующихъ кислородныхъ пунктовъ сцѣпленія.

Принимая, напримѣръ, строеніе водной молекулы, соотвѣтствующимъ схемѣ,



гдѣ у водорода сохранилось по одному анионизирующемуся (—) пункту сцѣпленія, а у кислорода по 6 катионизирующихся (·), мы приходимъ къ возможности соединенія трехъ такихъ молекулъ въ одну полимерную  $(\text{H}_2\text{O})_3$ <sup>1)</sup>.

Фиг. 1.

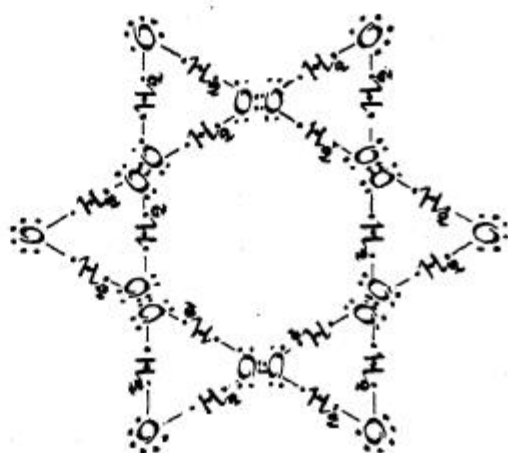


1) Руководясь тѣмъ, что ледъ принадлежитъ къ гексагональной системѣ (Лебедевъ. „Минералогія“ 1891 г., стр. 114.)

Назовемъ эту тригональную молекулу статэрой (или первичной ячейкой) твердаго состоянія воды. Такія статэры будутъ характеризоваться тѣмъ, что у нихъ для дальнѣйшаго сцѣпленія уже ничего не осталось, кромѣ 6 пунктовъ сцѣпленія у каждаго кислороднаго атома. Очевидно, что 6 такихъ статэръ (и только 6, а не болѣе и не менѣе) мы можемъ сложить въ правильныя звѣздчатыя фигурки, напоминающія по внѣшности мелкія снѣжинки.

Фиг. 2.

Гипотетическіе первичные кристаллы льда.



На каждомъ лучѣ такой звѣздочки, въ свою очередь, сохранились избыточные пункты атомнаго сцѣпленія кислорода, а потому понятно, что къ этимъ лучамъ могутъ примкнуть еще 6 статэръ, образуя болѣе сложную звѣздчатую пластинку. Аналогичное присоединеніе можетъ продолжаться безъ конца и, при его правильномъ ходѣ, пластинка всегда будетъ сохранять звѣздчатую форму гексагональной системы. Если бы всѣ шесть пунктовъ остаточнаго сцѣпленія кислорода замыкались въ одной плоскости, то мы могли бы получить для льда лишь наслоеніе такихъ пластинокъ въ родѣ слюдяныхъ листовъ, легко раскалывающихся по базопинакоидамъ. А такъ какъ этого нѣтъ, и ледяные кристаллы, повидимому, раскалываются по всѣмъ направленіямъ своей спайности почти съ одинаковымъ

трудомъ, то приходится допустить, что въ нашихъ элементарныхъ пластинкахъ, содержащихъ лишь одинъ слой молекулъ, кислородъ дублировался только парой своихъ связей, а изъ остальныхъ двухъ паръ, одна пара замыкается по перпендикуляру вверхъ, а другая по перпендикуляру внизъ. Благодаря этому, мы получаемъ возможность образованія прочныхъ гексагональныхъ призмъ, состоящихъ изъ ряда одинаковыхъ элементарныхъ пластинокъ, соединенныхъ другъ съ другомъ тоже исключительно чрезъ кислородъ. Если же число статеръ въ пластинкѣ постоянно уменьшается къ концамъ главной оси, то образуются одна или нѣсколько гексагональныхъ пирамидъ, судя по величинѣ коэффициента этого уменьшенія. Вмѣстѣ съ тѣмъ получается возможность и всѣхъ комбинацій гексагональной призмы и пирамидъ съ кратными длинами осей.

Мы нарочно взяли для примѣра ледъ, потому что, благодаря сравнительной простотѣ водныхъ статеръ  $(H_2O)_3$ , структурныя схемы здѣсь являются наиболѣе наглядными. Но очевидно, что этотъ же родъ строенія приложимъ и ко всѣмъ остальнымъ кислороднымъ соединеніямъ, если будемъ принимать во вниманіе стереометрическія особенности ихъ молекулъ, никогда не забывая, что наши схемы только плоскія развертки истинныхъ физическихъ молекулъ.

Кромѣ того, при изученіи строенія кристалловъ, необходимо обращать исключительное вниманіе на направленія ихъ спайности и общій кристаллографическій типъ, а не на внѣшнія формы, которыя измѣняются въ зависимости отъ окружающихъ вліяній. Возьмемъ, напримѣръ, кристаллизацию повареной соли. Изъ чистой воды она выдѣляется въ кубикахъ, а изъ растворовъ, содержащихъ примѣсь мочевины, въ видѣ комбинацій куба и октаэдра.



Только *кристаллографическій типъ* обусловливается строеніемъ и взаимной связью молекулъ, а внѣшнія формы зависятъ исключительно отъ внѣшнихъ вліяній. При возрастаніи кристалла, на его поверхности происходитъ непрерывная борьба между синтезирующимъ дѣйствіемъ остаточныхъ пунктовъ сцѣпленія и размывающимъ дѣйствіемъ окружающей жидкости, и оба процесса, при правильномъ ростѣ кристалла, должны находиться почти въ равновѣсіи. Кристаллъ начинаетъ увеличиваться съ того момента, когда количество пристающихъ къ его поверхности молекулъ начинаетъ въ единицу времени слегка превышать количество отрываемыхъ отъ него водою. Правильность внутренняго строенія обусловливается тѣмъ, что всякая молекула, приставшая не въ томъ порядкѣ, который одинъ удовлетворяетъ требованіямъ наибольшей прочности, тотчасъ же обратно отмывается растворяющей средой. Здѣсь мы видимъ тоже въ нѣкоторомъ родѣ борьбу за существованіе и приспособленіе къ окружающей средѣ. А такъ какъ оба эти процесса — присоединенія и отмыванія — происходятъ исключительно на поверхности кристалла, то и грани его, красотѣ которыхъ мы такъ часто удивляемся, есть лишь орудія его сопротивленія размыванію, противопоставляемая процессомъ молекулярнаго отбора разрушительнымъ вліяніемъ окружающаго растворителя. Они видоизмѣняются вмѣстѣ съ измѣненіями, происходящими въ окружающей средѣ. Изъ этого понятно, что когда приблизительное равновѣсіе между числомъ отмываемыхъ и вновь пристающихъ молекулъ сильно нарушается въ пользу синтезирующихъ процессовъ, то, вмѣстѣ съ быстрымъ ростомъ выдѣляющихся массъ, тотчасъ же теряется и правильность ихъ строенія вслѣдствіе того, что среда не успѣетъ отмыть всѣ без-

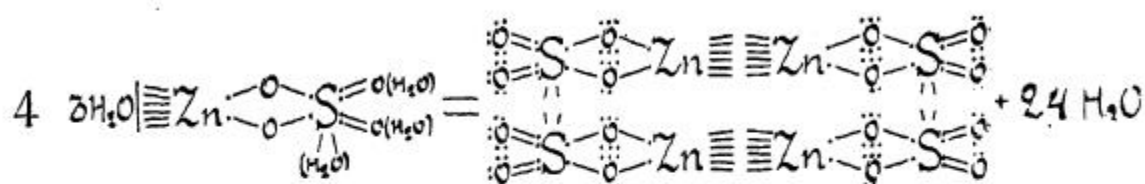
порядочно приставшія частицы. Особенно хорошо это можно наблюдать, при обратномъ раствореніи кристалловъ, на фигурахъ вытравленія, появляющихся на ихъ поверхностяхъ.

Въ сущности, при кристаллизаціи происходитъ то же самое, что каждому изъ насъ не разъ приходилось наблюдать у кучъ снѣга, нанесенныхъ у стѣнъ заборовъ и угловъ зданій, гдѣ правильныя плоскія, или вогнутыя, поверхности образуютъ при пересѣченіи изящныя пирамидальныя или призматическія ребра, объясняемая, какъ и грани кристалловъ, тѣмъ, что всякая снѣжинка, легшая неловко на поверхность этой кучи, сейчасъ же обратно сдувается вѣтромъ, и сохраняются лишь тѣ, которыя осѣли въ положеніи наибольшаго сопротивленія господствующимъ теченіямъ воздуха.

Изъ этого читатель видитъ, что наша структурная теорія стремится объяснить исключительно типы спайности кристалловъ и ихъ основныя кристаллографическія формы, а никакъ не ихъ внѣшній видъ или стереометрическія фигуры, которыя зависятъ отъ другихъ физическихъ факторовъ.

На нашихъ гипотетическихъ первичныхъ кристаллахъ льда мы видѣли, что соединеніе молекулъ воды черезъ избыточные пункты сцѣпленія водорода послужило къ образованію полимерныхъ комплексовъ —  $(H_2O)_3$  — или статэръ твердаго состоянія воды, а взаимное соединеніе этихъ статэръ черезъ остаточные пункты сцѣпленія кислорода удобно объяснило происхожденіе и тѣхъ аморфныхъ или кристаллическихъ агрегатовъ, которые мы называемъ льдомъ и снѣгомъ. Отсюда мы можемъ заключить, что и всѣ неоводненные пункты сцѣпленія у твердыхъ тѣлъ употреблены на связываніе между собою отдѣльныхъ молекулъ.

Послѣ этого становится понятнымъ и замѣченное нами отпаденіе кристаллизационной воды обязательно по цѣлымъ группамъ. Суть дѣла въ томъ, что это отпаденіе есть лишь простое замѣщеніе воды другой молекулой той же соли:



Оводненная сѣрно-цинковая соль.

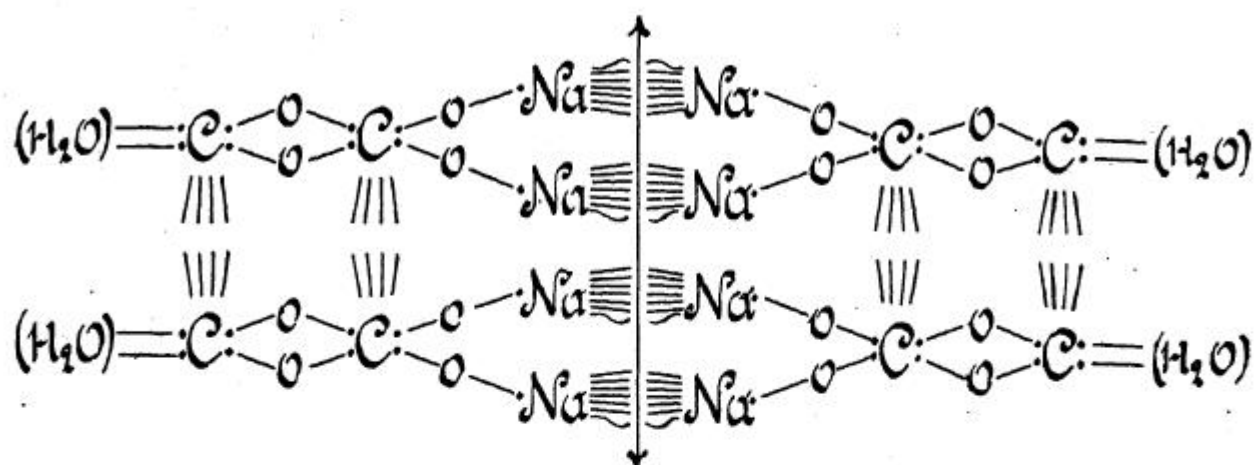
Ея безводная статура.

Этотъ же способъ парнаго соединенія атомовъ металла объясняетъ образованіе двойныхъ, основныхъ или поли-ангидридныхъ солей.

Двойныя соли распадаются на двѣ рѣзко отличающіяся другъ отъ друга группы. Первая, куда относятся, напримѣръ, квасцы  $\text{K Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ , а также, можетъ-быть, и кислыя соли, въ родѣ  $\text{Na H SO}_4$ , объясняется обычной структурной теоріей, а потому мы относимъ эти соединенія въ отдѣлъ нормальныхъ и называемъ ихъ просто полиметаллическими. Вторая группа, къ которой принадлежатъ соли, въ родѣ  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  или въ родѣ  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , не могутъ быть объяснены обычной структурной теоріей, но прекрасно объясняются нашей, основанной на суммарной восьмивалентности археогелидовъ и суммарной двувалентности надзвѣзднаго элемента водорода.

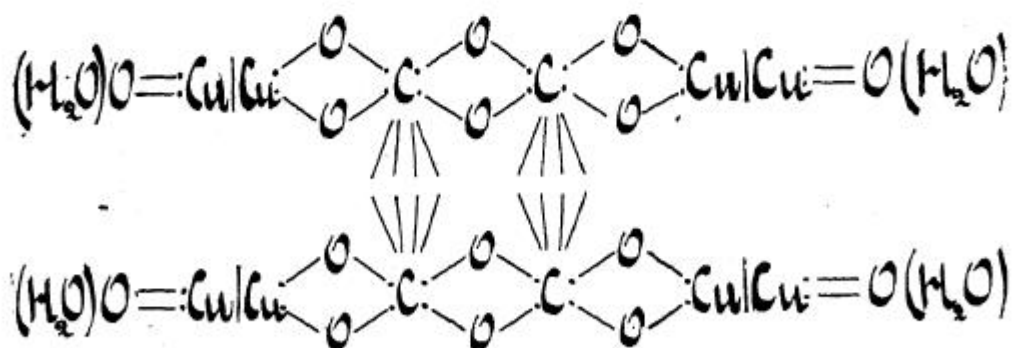
Въ прилагаемомъ примѣрѣ мы видимъ кислую угленатровую соль. Какова можетъ быть ея структура? Наиболѣе просто предположить, что въ виду общеизвѣстной склонности углерода къ полимеризаціи двѣ молекулы угленатровой соли сцѣпились вмѣстѣ, посредствомъ дублицированія своего углерода черезъ

остаточные пункты сщпленія, а двѣ такія двойки вторично слились черезъ такое же дублицирование атомовъ натрія



Такимъ образомъ мы и получили въ плоской разверткѣ схематическую структуру для статеры двуугленатровой соли. Понятно, что и всѣ остальные кислыя соли выразятся аналогичными схемами.

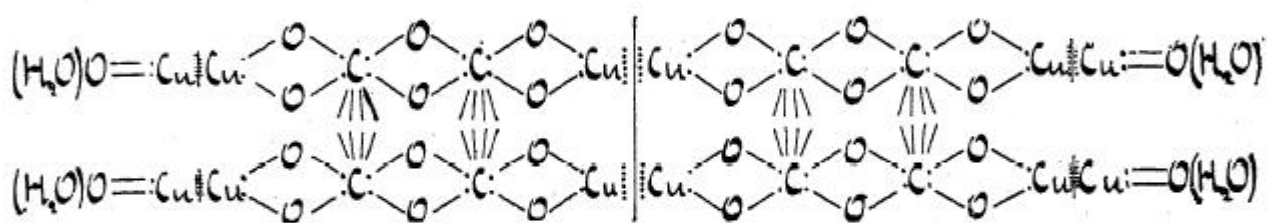
Во второмъ примѣрѣ мы видимъ уже не кислую, а, наоборотъ, основную соль, малахитъ  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Приложивъ къ ней тѣ же правила, получимъ и для нея статеру твердаго состоянія:



Только здѣсь всѣ связи между дублицированными атомами Cu мы замѣнили простой раздѣлительной чертой, такъ какъ не увѣрены, что мѣдь принадлежитъ, какъ это полагають въ настоящее время, къ первому семейству, а не къ восьмому (см. табл. 36,

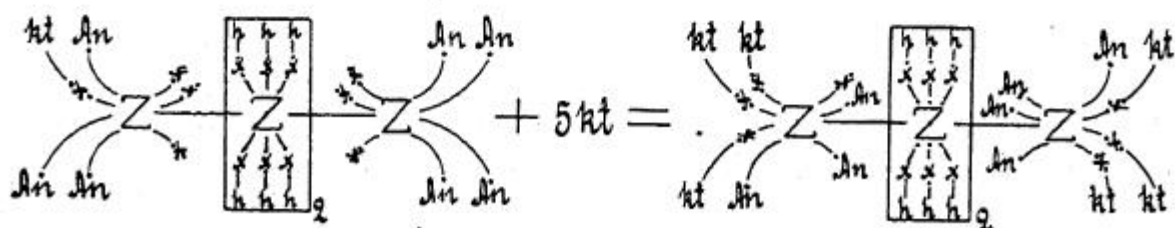
стр. 187), а потому не знаемъ, что ставить между двумя атомами ея: 6 черточекъ или 6 точекъ <sup>1)</sup>).

Въ малахитѣ и кислой угленатровой соли читатель видитъ образчики наиболѣе обыкновенныхъ двойныхъ соединеній, но тѣ же самые окислы и ангидриды могутъ комбинироваться и въ болѣе сложные комплексы. Въ тѣхъ же самыхъ мѣсторожденіяхъ, гдѣ встрѣчается малахитъ, напримѣръ, вдоль Уральскаго хребта, часто находятъ другую руду, — мѣдную лазурь  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  <sup>2)</sup>, которая располагается въ слѣдующую структурную схему:



И здѣсь вопросъ о структурѣ статэры имѣетъ только одно рѣшеніе, если будемъ руководиться правилами, положенными въ основаніе нашей теоріи строенія.

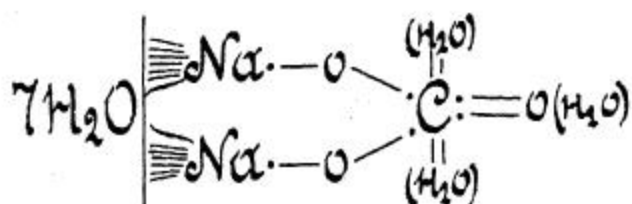
1) Если Cu принадлежитъ къ 1 семейству (типъ 7), то чрезвычайно трудно объяснить строеніе ея двуокиси  $\text{CuO}_2$  и ангидрида  $\text{CuO}_3$  съ его солью  $\text{CO}_2\text{CuO}_4$  (Фреми, см. Химію Менделѣева, 4 изд., 1049). Для этого пришлось бы допустить на ея структурной схемѣ переносъ внутреннихъ полуатомовъ гелія наружу:



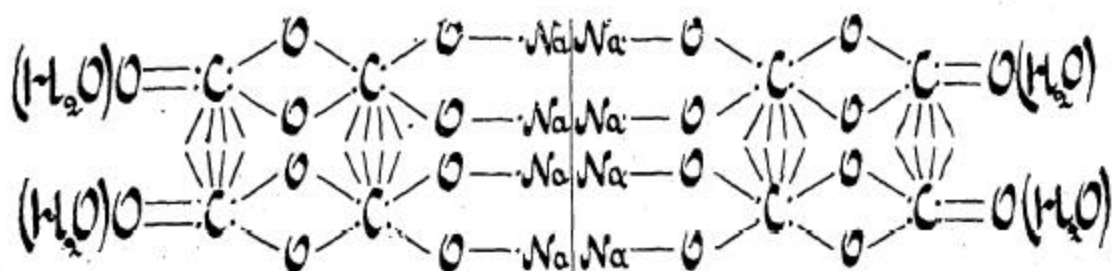
Не проще ли предположить, что мѣдь есть гомологъ никкеля, палладія и платины, а не натрія, серебра и золота?

<sup>2)</sup> Лебедевъ. Минералогія, 1891 г., стр. 578.

Теперь возвратимся къ нашему первому примѣру, угленатровой соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$



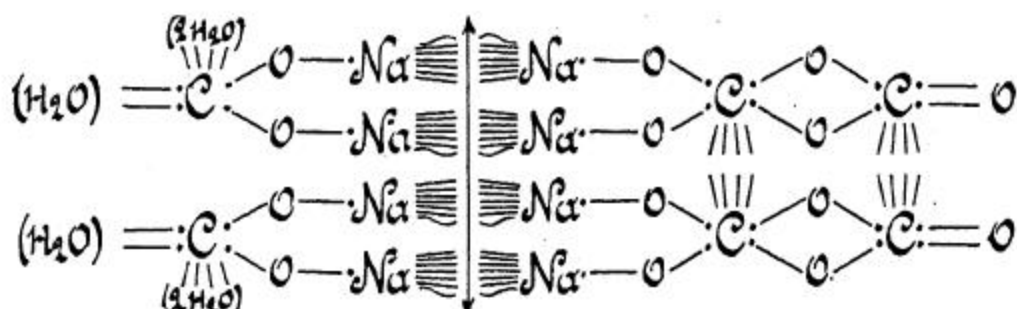
При насыщении ея раствора угольнымъ ангидридомъ она обратится въ двуугленатровую, статѣру которой  $(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})_4$  мы выяснили выше, какъ:



Возьмемъ теперь два сосуда: въ одинъ нальемъ растворъ простой соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , а во второй—двуугленатровой соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Вскипятить эту послѣднюю, выльемъ ее въ первую при обыкновенной температурѣ. При охлажденіи получимъ кристаллы полуторной угленатровой соли  $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$  <sup>1)</sup>, которая встрѣчается и въ природѣ и извѣстна въ минералогіи подъ названіемъ урао или трона. Почему кристаллизационная вода уменьшилась здѣсь до трехъ паевъ при увеличеніи полимеризаціи? Отвѣтъ на это дастъ самъ способъ, которымъ мы получили это соединеніе. При кипяченіи двуугленатровой соли ея послѣдняя кристаллизационная (или, вѣрнѣе, гидроксильная вода оторвалась, потому что связи, удерживающія ее недостаточно сильны для преодоленія отталкивающихъ силъ, возрастающихъ съ уве-

<sup>1)</sup> Менделѣевъ, Основы химіи. 4 изд. 563.

личеніемъ температурныхъ колебаній молекулъ. Произошли безводныя молекулы  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{CO}_2$ , склонныя къ замѣщенію собою воды натрія у вполне оводненныхъ молекулъ обыкновенной соды; такимъ образомъ и получилась статѣра полуторной соли:



гдѣ направо отъ раздѣлительной стрѣлки виденъ остатокъ обезвоженной кипяченіемъ двуугленатровой соли, а налѣво, сохранившій все оводненіе своего ангидрида остатокъ обыкновенной соды, не подвергавшейся кипяченію, и оба остатка соединены чрезъ дубликацію ихъ натрія.

Эти немногіе примѣры даютъ руководящую нить для разъясненія всѣхъ случаевъ полимеризаціи молекулъ, которыми такъ изобилуетъ минералогія <sup>1)</sup>.

Общее правило заключается въ томъ, что металлъ всегда дублицируется только съ одноименнымъ съ нимъ металломъ: калий съ калиемъ, желѣзо съ желѣзомъ и т. д., металлоидъ же съ одноименнымъ металлоидомъ и никогда не бываетъ, повидимому, чтобы два атома разноименныхъ металловъ или металлоидовъ (даже изъ той же самой естественной группы) соединились чрезъ свои избыточные пункты сцѣпленія.

<sup>1)</sup> Въ моемъ рукописномъ изслѣдованіи „Строеніе вещества“ (въ 1 томѣ и въ таблицахъ, образующихъ пятый томъ) собрано большое количество многократныхъ соединеній, и вездѣ теорія оказалась приложимой, хотя для многихъ случаевъ и дала двѣ или три возможные структурныя схемы, между которыми выборъ пока предоставленъ произволу читателя.

Дубликація происходитъ всегда на цѣлую естественную группу одноименныхъ связей, а не на одиночные пункты сщѣпленія.

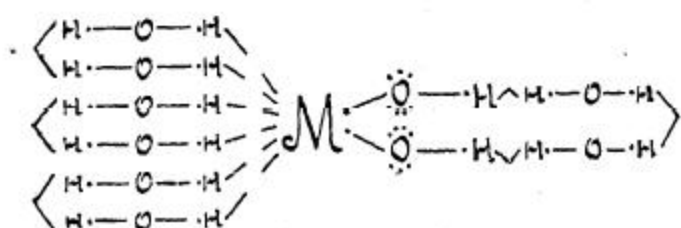
### ГЛАВА III.

#### Строеніе переоводненныхъ кристалловъ.

Въ предыдущихъ главахъ мы видѣли, что количество кристаллизационной воды при соляхъ и образование кратныхъ молекулярныхъ соединеній очень хорошо объясняются изложенной здѣсь структурной теоріей. Однако, если читатель внимательно слѣдилъ за нашимъ изложеніемъ, то онъ могъ замѣтить, что мы не ввели въ него ни жадныхъ кислотъ, ни жадныхъ основныхъ гидратовъ въ ихъ свободномъ видѣ.

Причина этому заключается въ томъ, что способъ фиксаціи воды въ этихъ соединеніяхъ отличается отъ способа ея фиксаціи въ соляхъ. вмѣсто того, чтобы насытить каждой молекулой  $=\text{H}_2\ddot{\text{O}}:$  *пару* пунктовъ сщѣпленія у центрального металла или металлоида кислотъ или щелочныхъ гидратовъ, вода присоединяется здѣсь въ двойномъ количествѣ, т.-е. по молекулъ на каждый избыточный пунктъ сщѣпленія, а водородъ гидроксильныхъ такимъ же образомъ часто притягиваетъ пай воды своимъ единственнымъ остаточнымъ пунктомъ сщѣпленія.

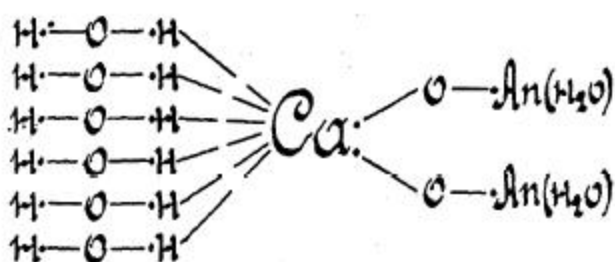
Такъ, у гидратовъ щелочноземельныхъ металловъ, стронція и барія, извѣстны хотя и очень непрочные, но хорошо образованные кристаллы состава  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  соответствующіе структурѣ:





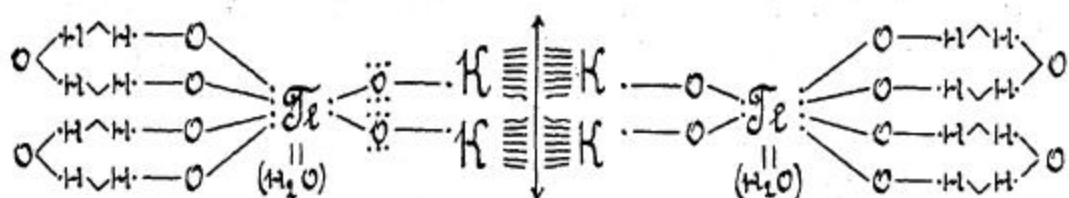
Вообще же говоря, переоводненія кристаллическихъ соединеній настолько рѣдки, что, перебравъ цѣлыя сотни различныхъ случаевъ (какіе я могъ разыскать въ Основахъ химіи Менделѣева, Мѣнералогіи Лебедева, Журналѣ Физико-Химическаго Общества, Chemical News и въ двухъ объемистыхъ томахъ: «Lehrbuch der Organischen Chemie» V. Meyer'a и P. Jacobson'a) я едва могъ насчитать ихъ десятка полтора. Вотъ главные изъ нихъ:

1) Перекись кальція  $\text{CaO}_2$ , или по нашему  $\text{Ca}(\text{OAn})_2$ . Они кристаллизуются съ 8 паями  $\text{H}_2\text{O}$ ,



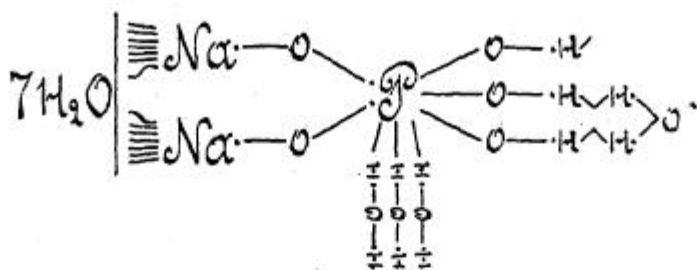
откуда мы видимъ, что элементарные электрическіе заряды An, выдѣляющіеся при электролизѣ на анодѣ, способны, подобно атомамъ водорода, привлекать къ себѣ по паю кристаллизаціонной воды.

2) Теллурово - калиевая соль  $\text{K}_2\text{TeO}_4$  соединяется съ 5 паями кристаллизаціонной воды, которую (не допуская парціальнаго оводненія части избыточныхъ пунктовъ сцѣпленія при двухъ атомахъ калия) можно представить только въ видѣ переоводненія теллуրоваго ангидрида:

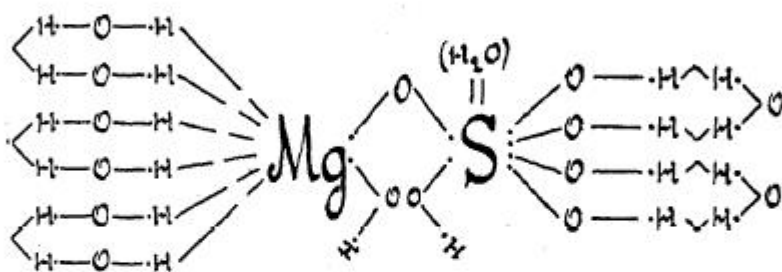


3) Кислая фосфорно - натровая соль имѣетъ 12 паявъ кристаллизаціонной воды, вслѣдствіе чего здѣсь

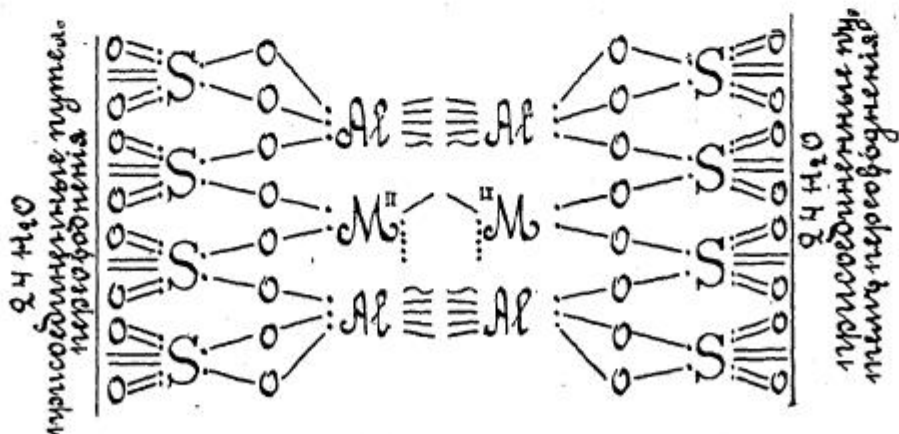
неизбѣжно допустить переоводненіе фосфорнаго анги-  
дрида по схемѣ  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ :



4) Сѣрно-магнезіальная соль  $\text{MgSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , кри-  
сталлизуемая при  $0^\circ$ .



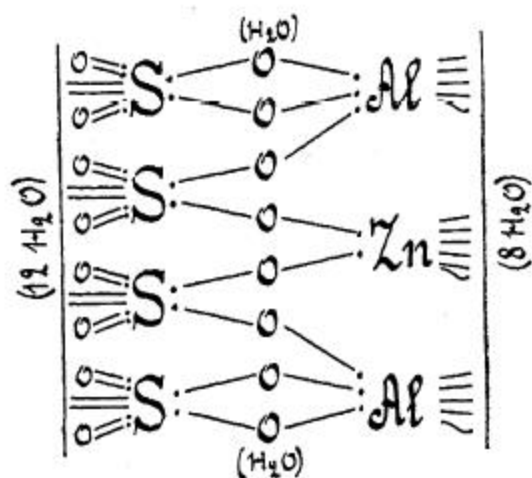
5) Магнезіальные, марганцовые и желѣзистые  
квасцы <sup>1)</sup> общаго состава  $\text{M}''\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ ,  
гдѣ  $\text{M}'' = \text{Mg}$ ,  $\text{Mn}$  и  $\text{Fe}$ , реагирующіе двумя оксифиль-  
ными пунктами сцѣпленія. Теорія даетъ для нихъ  
такую статѣру:



Въ этомъ случаѣ мы не ввели въ схему кристал-  
лизационной воды структурнымъ образомъ, чтобъ не

<sup>1)</sup> Лебедевъ. Минералогія, 1891 г., стр. 522.

усложнять чертежа. Однако читатель самъ можетъ видѣть, что вода должна быть присоединена здѣсь тѣмъ же способомъ, какъ и въ предыдущихъ примѣрахъ: по 2 молекулы  $H_2O$  на каждый ангидридный кислородъ и на каждую пару избыточныхъ пунктовъ сщѣпленія сѣры. Однако здѣсь необходимо замѣтить, что въ нѣкоторыхъ натуральныхъ квасцахъ находится только 22 пая кристаллизаціонной воды. Таковы, на примѣръ, пиккерингитъ изъ Иквикве въ Перу  $MgSO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 22H_2O$  и дитрихитъ изъ Фельсобаніи  $ZnSO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 22H_2O$ , которые можно представить съ нормальнымъ оводненіемъ:

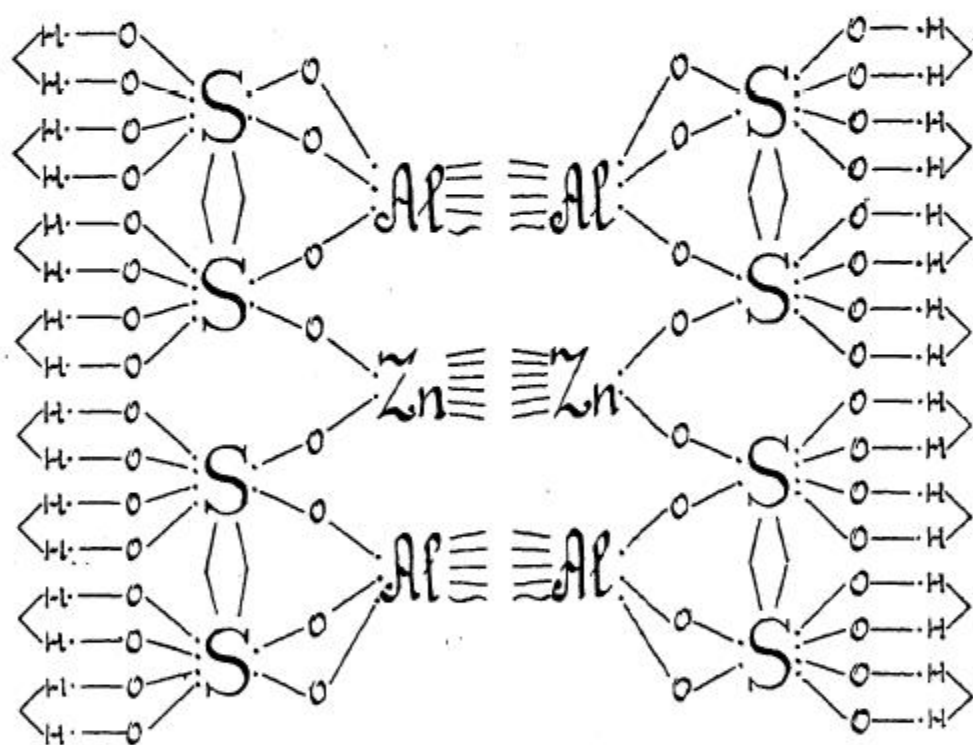


Здѣсь два пая воды пошли на размыканіе двойныхъ кислородныхъ связей между сѣрой и алюминіемъ, 8 паевъ на гидроксילированіе ангидриднаго кислорода, а остальные на насыщеніе избыточныхъ пунктовъ сщѣпленія, по общимъ правиламъ присоединенія одной молекулы  $H_2O$  къ каждой парѣ избыточныхъ пунктовъ.

6) Гидратъ калия  $KOH \cdot H_2O$ , или обычный твердый ѣдкій кали, обыковенно содержащій около 20% воды, и такой же гидратъ таллія  $TlOH \cdot H_2O$ , представляющій желтыя призмы, растворимыя въ водѣ и сильно щелочнаго характера. Оба гидрата, очевидно, построены по типу



Эти немногіе случаи представляютъ почти единственные примѣры переоводненныхъ соединеній, у которыхъ вода можетъ держаться въ кристаллахъ при температурахъ выше точки таянія льда. Однако и у нихъ вода держится до того слабо, что на воздухѣ постепенно улетучивается. Даже при простомъ высушиваніи подъ колоколомъ насоса квасцы выдѣляютъ 18 паевъ воды изъ своихъ 24 и удерживаютъ только 8 при ангидридномъ кислородѣ:



Остальные же переоводненные кристаллы, каковы уже описанные,  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  совсѣмъ теряютъ свою воду на воздухѣ и послѣ этого дѣлаются несравненно труднѣе растворимыми въ водѣ.

Въ заключеніе этой главы я не могу не отмѣтить еще одного характернаго обстоятельства. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, когда я впервые обрабатывалъ спо-

собы прикрѣпленія кристаллизаціонной воды къ солямъ, я никакъ не могъ подвести подъ свои структурныя схемы большинство криогидратовъ, т.-е. кристаллическихъ продуктовъ, получаемыхъ при окончательномъ замерзаніи водныхъ растворовъ солей.

Въ концѣ концовъ, потерявъ напрасно нѣсколько недѣль труда, я долженъ былъ сознаться, что моя теорія не предусматриваетъ ихъ. И что же оказалось? Не прошло и нѣсколькихъ лѣтъ, какъ мнѣ пришлось читать въ нѣкоторыхъ химическихъ журналахъ объ изслѣдованіяхъ М. Ponsot, Offer'a, А. Богородскаго <sup>1)</sup> и другихъ, доказавшихъ, къ моей величайшей радости, что такихъ кристаллизаціонныхъ соединений и не существуетъ въ дѣйствительности! Всѣ эти не подошедшія подъ теорію соединенія оказались не однородными тѣлами, съ которыми она только и имѣетъ дѣло, а чисто механическими смѣсями микроскопическихъ кристалликовъ льда и нормально оводненныхъ солей.

## ГЛАВА IV.

### Растворы съ точки зрѣнія нашей структурной теоріи.

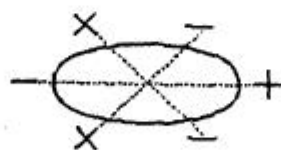
Возьмемъ въ пробирку щепотку кристалловъ уксусно-свинцовой соли  $Pb(O_2C_2H_3)_2 \cdot 3H_2O$  и опустимъ ее въ сосудъ съ водой, нагрѣтой до 75°. Когда соль достигнетъ этой температуры, ея кристаллы какъ будто «расплавятся» въ своей кристаллизаціонной водѣ. Тò, что нѣсколько мгновений тому назадъ было агрегатомъ твердыхъ тѣлъ, теперь стало жидкостью, а кристаллизаціонная вода стала растворяющей водой. Если

<sup>1)</sup> Ж. Ф.-Х. О. 28. 1. (1896 г.).

удалить ее кипяченіемъ, то на днѣ пробирки останется бѣлая пористая масса безводной уксусно-свинцовой соли  $Pb(O_2C_2H_3)_2$ .

При дальнѣйшемъ нагрѣваніи эта масса расплавится только при  $280^\circ$ , такъ что первое разжиженіе ни въ какомъ случаѣ не было «плавленіемъ», а просто раствореніемъ: та вода, которая при температурѣ ниже  $70,5$  была кристаллизаціонной, вдругъ стала растворяющей водой.

Въ чемъ же заключается разница между той и другой? Факты, въ родѣ только что приведеннаго, можно объяснить лишь гипотезой *ритмическаго* дѣйствія силъ атомнаго сцѣпленія. Связи, удерживающія два атома или радикала въ молекулахъ, не имѣютъ постояннаго неизмѣннаго напряженія, но ритмически то усиливаются, то ослабѣваютъ, вѣроятно, въ связи съ тепловыми и свѣтовыми колебаніями окружающей среды. Чтобы читатель сразу понялъ нашу мысль, приведемъ наглядный примѣръ. Пусть по океану идетъ флотиллія лодокъ, и у каждой лодки на бортахъ находятся по 6 сильныхъ магнитныхъ полюсовъ: спереди, сзади и по обоимъ бокамъ



При достаточномъ сближеніи флотилліи магниты притянутъ всѣ лодки одну къ другой въ совершенно определенномъ порядкѣ, и онѣ поплывутъ далѣе какъ бы въ видѣ одного сложнаго плота, сохраняющаго все время свою наружную форму и (при данномъ расположеніи полюсовъ) гексагональное строеніе. Если въ океанѣ поднимется легкое волненіе, то самостоятельныя ка-

чанія каждой лодки будутъ поочередно раздвигать и сближать связывающіе ихъ полюсы, и взаимное сцѣпленіе ихъ будетъ ритмически то усиливаться, то ослабѣвать; но каждая пара лодокъ все еще будетъ оставаться въ связи между собою, и общая форма и строеніе всей флотилліи не измѣнятся, хотя и увеличится ея контуръ. Если волненіе въ океанѣ будетъ усиливаться все болѣе и болѣе, то наступитъ, наконецъ, такой моментъ, когда оттолкнувшіяся лодки будутъ удаляться настолько далеко другъ отъ друга, что въ ихъ промежутки будутъ вступать и другія случайно отброшенные лодки, и сами онѣ будутъ входить въ сферы дѣйствія новыхъ. Въ такомъ случаѣ всѣ связи флотилліи изъ ритмически-постоянныхъ обратятся въ ритмически-переменныя, и она потеряетъ свою опредѣленную форму и гексагональное строеніе, хотя всѣ лодки и будутъ плыть еще, какъ одно внутренне-подвижное цѣлое, до тѣхъ поръ, пока волненіе не усилится до такой степени, чтобъ окончательно удалять крайнія изъ нихъ изъ сферы дѣйствія остальныхъ. Читатель видитъ, что въ нашей флотилліи мы лишь наглядно представили дѣйствія силъ атомнаго сцѣпленія у твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ и ихъ ритмическое ослабѣваніе и усиленіе подѣ дѣйствіемъ свѣтовыхъ и температурныхъ волненій окружающей ихъ космической среды. Мы видимъ, что сила молекулярнаго сцѣпленія, съ этой точки зрѣнія, оказывается постоянной величиной лишь въ смыслѣ средняго ариѳметическаго, да и то при постоянной температурѣ.

Этимъ объясняется и то, почему кристаллизационная вода часто дѣлается растворяющей водой при опредѣленномъ нагрѣваніи кристалла. Если выпарять такой «растворъ», то съ удаленіемъ его воды въ видѣ

газа, ея остатка скоро не будетъ хватать на новыя размыканія связей, ритмически образующихся между молекулами растворенной соли, и соль будетъ осѣдать въ видѣ безводныхъ (или менѣе оводненныхъ) кристалловъ, если она еще не плавится при данной температурѣ. Если же, наоборотъ, она уже расплавилась, то ея молекулы, замкнувшіяся ритмически-переменнымъ способомъ, образуютъ маслообразный слой на днѣ или на поверхности раствора.

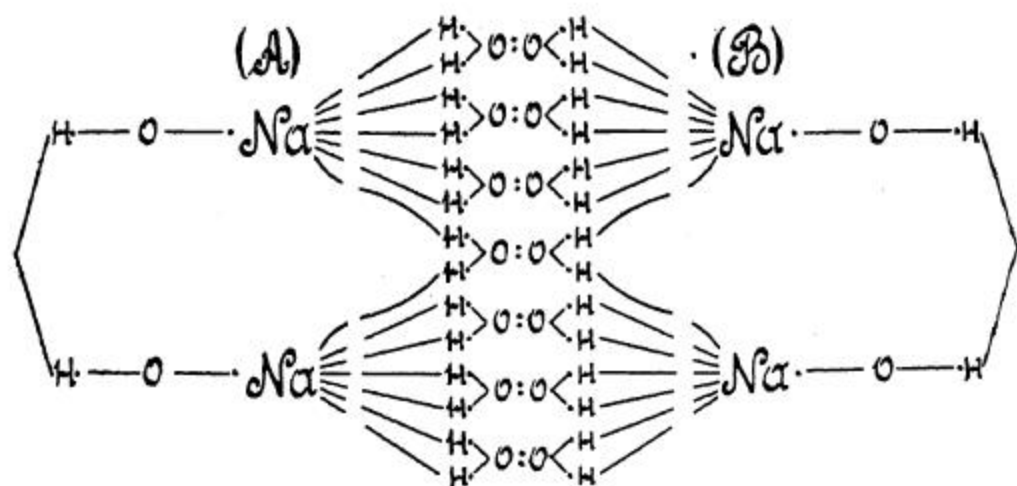
Нерастворимость твердыхъ и жидкихъ маселъ въ водѣ именно и объясняется тѣмъ, что связи избыточными пунктами сцѣпленія, которые могли бы возникнуть между молекулами масла и воды, не образуются здѣсь даже и на мгновеніе. Причина этому, — специфическая структура карбогидридовъ, благодаря которой ихъ синъ-атомы настолько прочно замыкаются между собой, что прилегающая вода оказывается не способной проникнуть между ними даже и въ случаѣ ритмически-переменнаго соединенія карбогидридныхъ молекулъ между собою.

Такимъ образомъ самое существованіе раствора требуетъ, чтобы между избыточными, ненасыщенными пунктами сцѣпленія у молекулъ раствореннаго тѣла и такими же пунктами у молекулъ растворителя образовались *ритмически—переменные* связи. Благодаря этой переменности, молекулы раствореннаго тѣла будутъ какъ бы перебрасываться отъ одной молекулы растворителя къ другой, смотря по случайностямъ своего положенія, и весь растворъ скоро приметъ однородный составъ т. е. въ каждой его части отношеніе между количествомъ раствореннаго тѣла и растворителя будетъ одно и тоже.

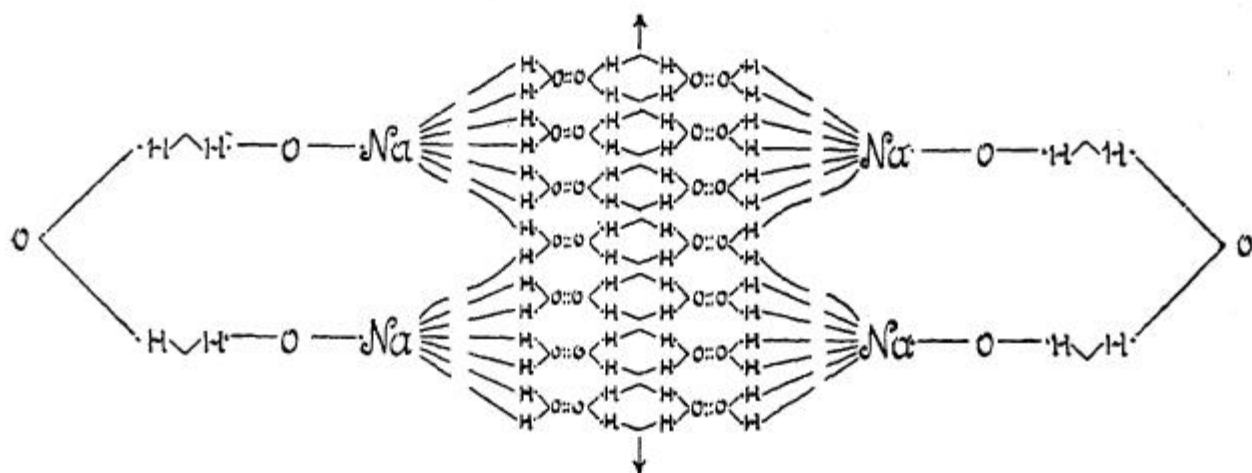
Среди многочисленныхъ кристаллическихъ соединеній есть не мало такихъ, гдѣ кристаллизационная вода



является растворяющей уже при обыкновенной температурѣ. Таковъ, напримѣръ, ѣдкій натръ. Откристаллизованный на холоду изъ раствора, насыщеннаго до плотности 1,385, онъ выдѣляется въ нормально оводненныхъ кристаллахъ:  $2 \text{ Na OH} \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$



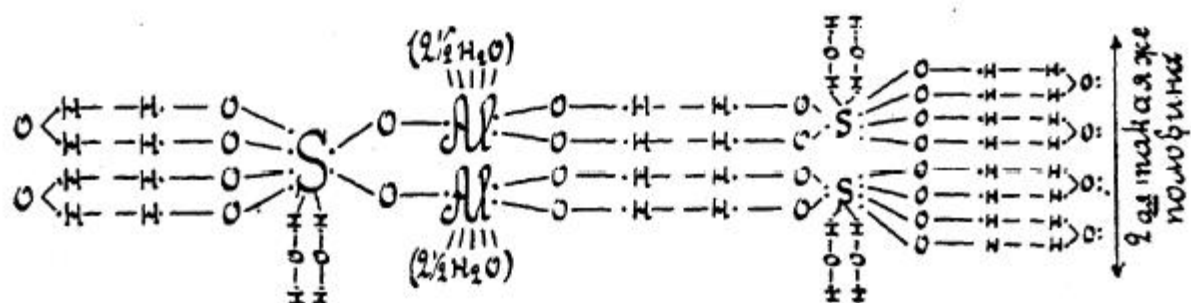
Но, уже при  $+ 6^\circ$ , эта статэра совершенно расплывается въ прозрачную жидкость, вслѣдствіе нарушенія ритмическаго постоянства связей. Однако такого же разжиженія можно достигнуть и не повышая температуры кристалла, а только прибавивъ къ нему немного воды. Для объясненія этого второго и обычнѣйшаго способа оживенія растворимыхъ солей, остается лишь предположить, что связи, дублицирующія кислородъ у кристаллизационной воды (напримѣръ, въ средней части предыдущей схемы), не болѣе прочны, чѣмъ у обыкновеннаго льда. Поэтому, въ присутствіи жидкой воды, и при особенно сильныхъ температурныхъ раздвиженіяхъ обѣихъ половинъ (А и В) статэры могутъ не возобновляться въ прежнемъ видѣ, а переноситься на молекулы посторонней воды, втягивая ихъ одну за другою въ средину статэры и позволяя имъ такимъ образомъ постепенно размыкать ее. Вслѣдствіе этого изъ прежней статэры произойдетъ другая, въ родѣ:



гдѣ связи между всѣми молекулами воды, находящейся въ срединѣ, будутъ ритмически-переменными, а потому частицы  $\text{NaOH}$ , или даже цѣлые оводненные комплексы  $\text{NaOH} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , будутъ скользить или плавать въ этой водѣ, прицѣпляясь поочередно къ различнымъ ея молекуламъ, и все цѣлое не будетъ уже способно сохранять разъ принятой формы.

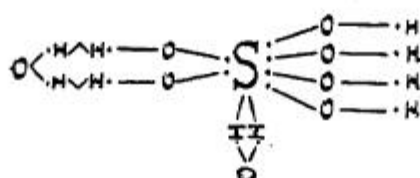
Съ этой точки зрѣнія, описанныя выше переоводненія не представляютъ ничего замѣчательнаго: ихъ можно разсматривать просто какъ кристаллическія соединения, способныя фиксировать при центральной молекулѣ два слоя молекулъ воды вмѣсто обычнаго одного и удерживать ихъ ритмически-постояннымъ способомъ.

Особенно интересныя явленія для изученія растворовъ представляетъ сѣрная кислота и нѣкоторыя ея соединения. Возьмемъ, на примѣръ, алюминіевую соль  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 27\text{H}_2\text{O}$ , структуру которой трудно представить иначе, какъ въ слѣдующемъ видѣ:



Откристаллизованная на холоду, она можетъ еще держаться безъ разложенія даже при обыкновенной температурѣ, но съ прибавленіемъ нѣкотораго количества воды или при небольшомъ нагрѣваніи, переходитъ въ жидкое состояніе почти мгновенно. Двѣ пая сѣрной кислоты, которые на нашихъ схемахъ оказались присоединенными къ соли только кристаллизационнымъ способомъ, реагируютъ вслѣдствіе этого почти также энергично съ посторонними тѣлами, какъ еслибъ это была совсѣмъ свободная сѣрная кислота.

Теперь намъ остается только разсмотрѣть явленія, происходящія при раствореніи безводной сѣрной кислоты. Извѣстно, что она жадно поглощаетъ воду и притомъ въ бóльшемъ количествѣ, чѣмъ это нужно для полнаго кристаллизационнаго оводненія ея молекулы. При нормальномъ оводненіи она должна бы кристаллизоваться въ видѣ  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .



И дѣйствительно, Пикерингъ, а затѣмъ Е. В. Биронъ <sup>1)</sup>, нашли для нея при низкихъ температурахъ слѣдующія кристаллизационныя соединенія:

	темп. плавл.
$\text{H}_2\text{SO}_4$ . . . . .	+ 10°35
$\text{H}_2\text{SO}_4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	+ 8°53
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	— 38°9
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	— 29°0

Послѣднее изъ этихъ соединеній и есть нормальное кристаллизационное оводненіе сѣрной кислоты,

<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Об.“ 31. 517, 522.

указываемое нашей теоріей. Въ предпоследнемъ гидратѣ ( $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ ), вѣроятно, оводнены лишь два атома ангидриднаго кислорода, а въ  $H_2SO_4 \cdot H_2O$ , повидимому, только два избыточные пункта сцѣпленія сѣры.

Все эти кристаллы при обычной температурѣ уже расплавлены или растворены въ своей кристаллизаціонной водѣ, но этимъ однако не ограничивается, какъ мы уже замѣтили, дѣйствіе сѣрной кислоты на окружающую ее воду. Хотя 4 нормальныя молекулы воды въ гидратѣ  $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$  и присоединены къ сѣрной кислотѣ при обыкновенныхъ условіяхъ лишь ритмически-переменнымъ способомъ, однако ея притягательное вліяніе на воду обнаруживается настолько сильно, что даже и въ этихъ четырехъ молекулахъ нормально-фиксированной воды проявляется стремленіе фиксировать къ себѣ такимъ же ритмически-переменнымъ способомъ болѣе отдаленныя молекулы  $H_2O$  и, вѣроятно, располагать ихъ лучистымъ способомъ, подобно силовымъ нитямъ полюса магнита. Поэтому, даже при значительномъ разжиженіи растворовъ сѣрной кислоты, прибавленіе къ нимъ новаго количества чистой воды все еще нѣсколько повышаетъ температуру раствора, пока на каждую граммъ-молекулу  $H_2SO_4$  не выдѣлится 18 малыхъ калорій теплоты.

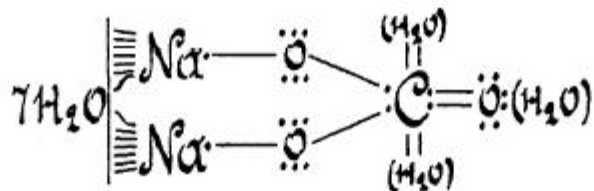
## ГЛАВА V.

**Количество кристаллизаціонной воды или кристаллизаціоннаго амміака у солеобразныхъ археогелидныхъ соединеній, не содержащихъ кислорода.**

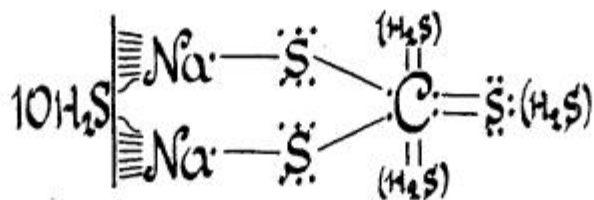
До сихъ поръ мы разбирали дѣйствіе избыточныхъ пунктовъ атомнаго сцѣпленія исключительно на кислородныхъ соединеніяхъ, потому что они болѣе хорошо

изслѣдованы въ этомъ отношеніи. Но само собою понятно, что тѣ же правила должны быть приложимы и ко всѣмъ остальнымъ солеобразнымъ или окислообразнымъ молекуламъ, принимая во вниманіе ихъ специфическій характеръ.

Возьмемъ, на примѣръ, сѣрнистыя, селенистыя или теллуристыя соединенія археогелидовъ. Подобно окисламъ, они расчленяются на своеобразныя основанія и кислоты, взаимно соединяющіяся между собою. Такъ аналогично соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  имѣемъ тио-соль  $\text{Na}_2\text{CS}_3$ , гдѣ кислородъ только замѣщенъ сѣрой. Изъ этого слѣдуетъ, что, если при кристаллизациі первой соли *изъ воды* мы получили кристаллы  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,



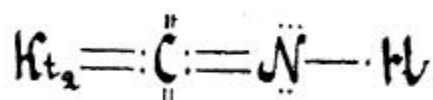
то при кристаллизациі второй соли *изъ раствора въ жидкомъ сѣроводородѣ*, мы должны получить кристаллы  $\text{Na}_2\text{CS}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{S}$



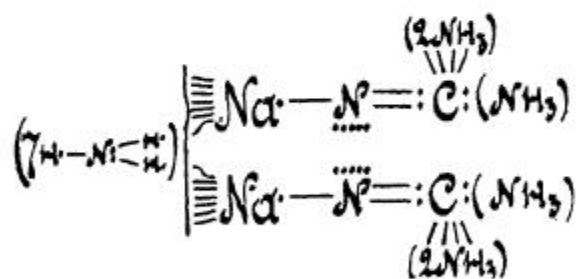
Однако для этого пришлось бы производить опытъ на сильномъ холоду, потому что сѣроводородъ находится въ жидкомъ состоянii только между  $-70^\circ$  и  $-85^\circ$ . Можно даже предсказать, что кристаллы  $\text{Na}_2\text{CS}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{S}$  будутъ хорошо выдѣляться именно около  $-85^\circ$  т.-е. при температурахъ близкихъ къ замерзанію сѣроводорода, а при болѣе высокихъ, на примѣръ, между  $-70^\circ$  и  $-80^\circ$ , получимъ уже парціальное

присоединеніе  $\text{H}_2\text{S}$  вродѣ  $\text{Na}_2\text{CS}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Изъ кипящаго же (при  $-70^\circ$ ) сѣрководорода, вѣроятно, выдѣлится одна безсѣрководородная] соль  $\text{Na}_2\text{CS}_3$  или съ самыми начальными степенями кристаллизаціоннаго присоединенія  $\text{H}_2\text{S}$ .

Тоже самое можно сказать и относительно археогелидныхъ нитридовъ и нитридъ-гидратовъ, каковы имиды, вродѣ синильной кислоты <sup>1)</sup>



Можно думать и быть почти увѣреннымъ, что соли этой послѣдней кислоты, напримѣръ,  $\text{Na} \cdot \text{NC}$ : выкристаллизуются изъ жидкаго амміака при температурахъ, близкихъ къ его замерзанію (ниже  $-80^\circ$ ), съ присоединеніемъ кристаллизаціоннаго амміака, максимальное количество котораго будетъ соответствовать формулѣ  $2\text{Na} \cdot \text{NC} + 13\text{NH}_3$

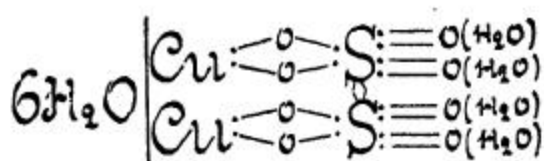


Предположивъ же, что кристаллизаціонный амміакъ разомкнетъ и двойныя связи между N и C, вѣроятно получимъ даже и  $2\text{Na} \cdot \text{NC} \cdot 15\text{NH}_3$ .

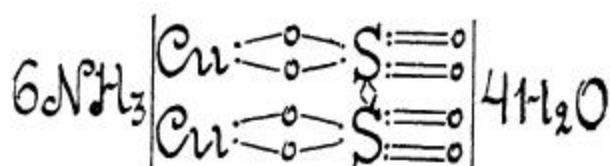
Это тѣмъ болѣе вѣроятно, что, какъ извѣстно, даже и кислородныя соли выдѣляются изъ насыщен-

<sup>1)</sup> Nef въ „Liebig's Annalen“ (287, 265; 270, 268 и 280, 291) доказалъ, что водородъ въ синильной кислотѣ связанъ не съ углеродомъ, какъ думали ранѣе, а съ азотомъ. Къ этимъ же выводамъ пришелъ и авторъ, ранѣе чѣмъ узналъ о работахъ Nef'a.

ныхъ амміакомъ водныхъ растворовъ <sup>1)</sup> съ парціаль-  
нымъ, или полнымъ замѣщеніемъ ихъ кристаллиза-  
ціонной воды амміакомъ. Порошокъ сульфата мѣди  
 $\text{CuSO}_4$  при пропусканіи черезъ него водяныхъ паровъ  
получаетъ зеленоватый видъ и микрокристаллическое  
сложение, соответствующее гидрату  $2\text{CuSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

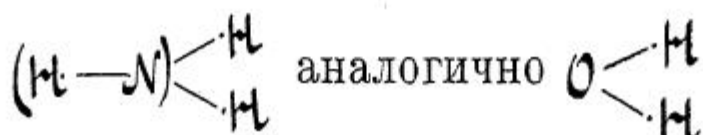


А пропуская вмѣсто водяныхъ паровъ амміачные,  
Генрихъ Розе получилъ фіолетовые кристаллы ана-  
логичнаго состава  $2\text{CuSO}_4 \cdot 10\text{NH}_3$ , гдѣ вся вода пре-  
дыдущаго соединенія замѣщена амміакомъ. Видоизмѣняя  
условія кристаллизаціи, получимъ и всѣ промежу-  
точные формы, въ которыхъ только часть воды за-  
мѣщена амміакомъ, напримѣръ,  $2\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{NH}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

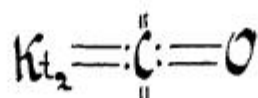


Изъ этого мы можемъ видѣть, что, при своихъ  
кристаллизаціонныхъ соединеніяхъ, амміакъ реаги-  
руетъ не всѣми тремя пунктами сцѣпленія своего  
водорода, а только двумя, какъ и вода, вѣроятно по  
причинѣ стереохимическаго расположенія трехъ ато-  
мовъ водорода при каждомъ атомѣ азота. Поэтому  
амміакъ можно разсматривать, какъ воду  $\text{O} \begin{array}{l} \text{---} \text{H} \\ \text{---} \text{H} \end{array}$  въ ко-  
торой кислородъ замѣщенъ двувалентнымъ радика-  
ломъ  $\text{HN}$ :

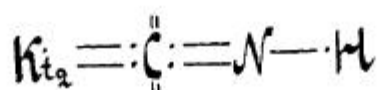
\*) А также при насыщеніи ихъ амміачными парами въ сухомъ видѣ.



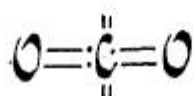
Такое представлєніе подтверждается многими особенностями азотистыхъ соединєній. Такъ, аналогично ядовитой окиси углерода,



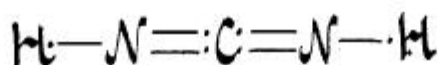
имѣемъ не менѣе ядовитую синильную кислоту, гдѣ кислородъ замѣщенъ, чрезъ NH.



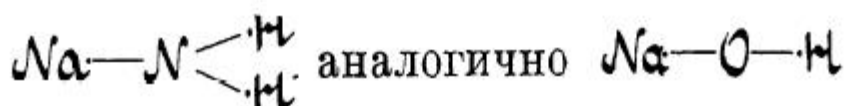
Аналогично двуокиси того же углерода,



имѣемъ карбодіимидъ,

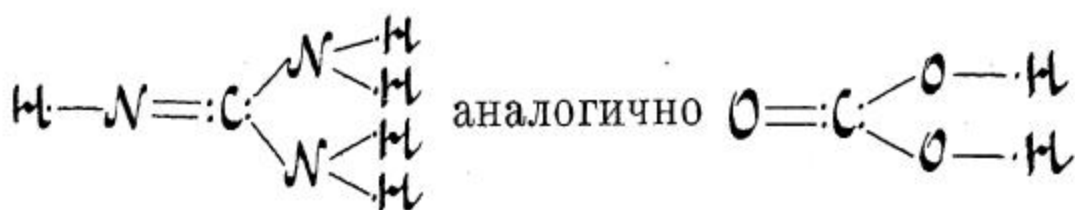


неправильно называемый ціан-амидомъ. Вмѣсто чистыхъ гидроксильныхъ соединєній, имѣемъ амины,



а также и амидъ-имиды, напримѣръ, гуанидинъ:

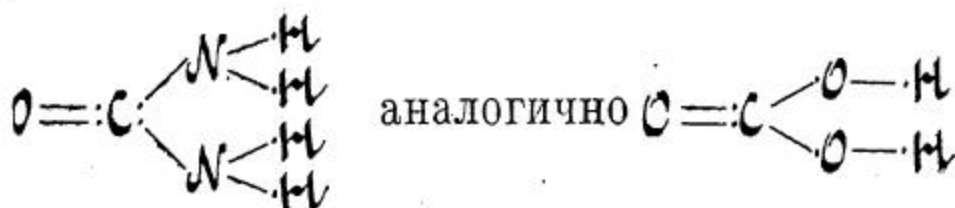




Существуют и смѣшанныя соединенія въ родѣ орто-фосфорнаго триаида



или обычнаго карбаида



Называя кислородныя соединенія оксидами и оксидъ-гидратами, мы имѣемъ полное право называть соотвѣтственные азотистые комплексы нитридами и нитридъ-гидратами. Вся разница между обоими будетъ въ томъ, что у нитридъ-гидратовъ аминоваго типа, благодаря трехвалентности азота, присутствуютъ два пая мѣноваго водорода вмѣсто одного, а потому и соединенія нитридъ-гидратовъ будутъ разнообразнѣе, какъ это и оказывается на самомъ дѣлѣ.

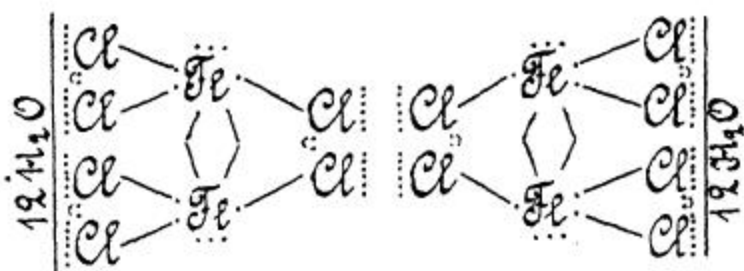
Поэтому нѣтъ ничего особенно неожиданнаго и въ нашемъ предположеніи, что многія изъ такихъ соединеній будутъ выдѣляться изъ жидкаго амміака въ кристаллахъ, содержащихъ въ себѣ опредѣленное число

молекулъ  $\text{NH}_3$ , смотря по числу избыточныхъ пунктовъ у даннаго нитриднаго или нитридъ-гидратнаго соединенія. Но само собой понятно, что получать подобные кристаллы возможно будетъ только при температурахъ, близкихъ къ затвердѣванію амміака, т.-е. не выше— $80^\circ$ .

Переходя теперь къ галоиднымъ соединеніямъ, мы прежде всего встрѣчаемся съ характернымъ обстоятельствомъ, несомнѣнно зависящимъ отъ прибавки нечетновалентности (стр. 183—185), т.-е. отъ лишняго атома  $h$ , замѣщающаго у галоидовъ одинъ изъ ихъ семи катодійныхъ зарядовъ. Разсуждая принципиально, этотъ  $h$  имѣетъ свой собственный избыточный пунктъ сцѣпленія, способный принимать полъ-пая кристаллизаціонной воды <sup>1)</sup>. Однако у галоидовъ онъ почти всегда бездѣйствуетъ, и потому, вмѣсто 7 молекулъ воды на двѣ молекулы галоида, здѣсь почти всегда оказывается только шесть  $\text{H}_2\text{O}$ . Седьмой же пунктъ сцѣпленія у галоидовъ связываетъ между собою два ихъ атома въ одну молекулу  $\text{R} \cdot \backslash \cdot \text{R}$ .

Такъ для хлористыхъ соединеній имѣемъ, напри- мѣръ:

1) Хлористое желѣзо  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

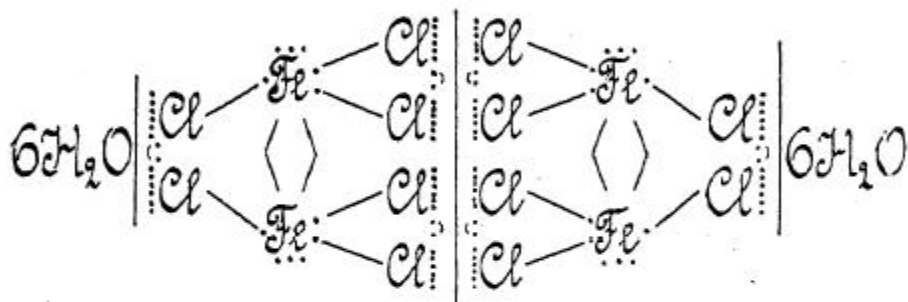


<sup>1)</sup> У щелочныхъ металловъ, гдѣ  $h$  замѣщаетъ не катодійный (  $\cdot$  ) а анодійный (  $-$  ) зарядъ, онъ и принимаетъ воду, потому что избыточный пунктъ сцѣпленія у него тамъ анионизированъ. Атомъ натрія это какъ бы  $h \equiv \text{Na}$ . Но у галоидовъ наоборотъ: здѣсь атомъ хлора это какъ бы водородистый первичный хлоръ  $h - \text{Cl} -$

Эта соль характерна тѣмъ, что даже въ парахъ имѣеть составъ  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ , благодаря прочности дубликаціоннаго соединенія атомовъ хлора черезъ ихъ прибавку нечетновалентности.

По этой же схемѣ конструированы и кристаллы  $\text{Al}_2\text{Cl}_6 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , получаемые на холоду и лишаящіеся воды при обыкновенной температурѣ.

Однако можно получить эти же самыя соли и съ 6 паями воды. Стоитъ только замкнуть ихъ статуру обратнымъ способомъ:

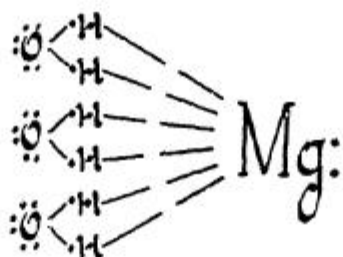


Уже изъ этихъ двухъ примѣровъ, мы можемъ видѣть, что металлы въ хлоридахъ мало склонны къ оводненію своихъ собственныхъ пунктовъ сцѣпленія. Это и подтверждается на всѣхъ извѣстныхъ мнѣ случаяхъ. Такъ, для типа  $\text{M Cl}_2$ , находимъ въ предѣлѣ оводненія всегда лишь шесть паявъ воды, необходимыхъ для двухъ атомовъ хлора:  $\text{Ca Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sr Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  и т. д., всѣ по схемѣ:



Способъ фиксаціи воды, какъ видитъ читатель, у галоидовъ совсѣмъ не тотъ, какъ у металловъ. У калия, натрія, магнія и др., водородъ воды дублицируетъ свой

остаточный (аніонизированный) пунктъ сцѣпленія съ однороднымъ съ нимъ пунктомъ сцѣпленія металла.



Вслѣдствіе этого на нашихъ схемахъ символически получается соединеніе черты съ чертой (Н—М), и оводненіе происходитъ на цѣлыя группы связей. У галоидовъ же, въ соляхъ, избыточные пункты являются исключительно катионизированными. Водородъ воды можетъ присоединяться къ нимъ только электролитическимъ способомъ, выдѣляя молекулу нейтральнаго заряда  $\text{An.}—\text{Kt}$ , что символически выражается на нашихъ схемахъ соединеніемъ черточки съ точкой ( $\cdot—$ ). Вслѣдствіе этого здѣсь совсѣмъ не обязательно одновременное оводненіе всѣхъ пунктовъ сцѣпленія (стр. 224—228), а можетъ имѣть мѣсто и парціальное присоединеніе воды совершенно такъ же какъ это происходитъ съ кислородомъ у окисловъ хлора  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  и  $\text{ClO}_2$ , гдѣ кислородъ именно и замѣщаетъ воду бывшихъ гидратовъ <sup>1)</sup>.

1) Извѣстны даже и кристаллизационныя соединенія свободныхъ галоидовъ съ водой, чего нѣтъ и въ поминѣ для металловъ. Такъ хлорная вода при  $0^\circ$  выдѣляетъ кристаллы  $\text{Cl}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , вѣроятно по схемѣ



а бромная вода при охлажденіи даетъ  $\text{Br}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

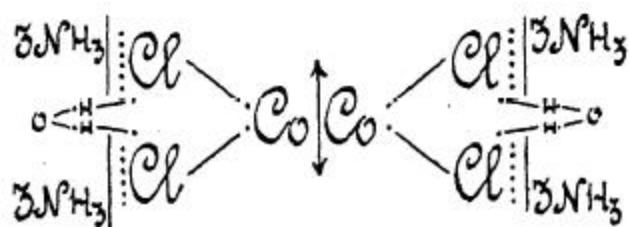
Дѣйствительно, наряду съ сильно оводненными кристаллами,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{Cl}_6 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  и др., которые мы видѣли выше, мы встрѣчаемъ здѣсь и всѣ низшія степени кристаллизаціоннаго оводненія. Съ 4 паями имѣемъ наприм.:  $\text{Mn Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , или съ амміакомъ:  $\text{Pt Cl}_2 \cdot 4 \text{NH}_3$ ,  $\text{Jr Cl}_2 \cdot 4 \text{NH}_3$ ,  $\text{Pt} (\text{OH})_2 \cdot 4 \text{NH}_3$ ,  $\text{PtSO}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$  и т. д. по типу:



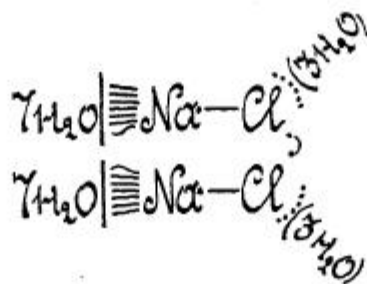
Съ двумя паями кристаллизаціоннаго вещества имѣемъ:  $\text{Ba Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sn Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Pt Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Pd Cl}_2 \cdot 2 \text{NH}_3$ ,  $\text{Ru Cl}_2 \cdot 2 \text{NH}_3$ ,  $\text{Os Cl}_2 \cdot 2 \text{NH}_3$ ,  $\text{Jr Cl}_2 \cdot 2 \text{NH}_3$  и т. д., и т. д., по типу:



Только лишь у очень немногихъ хлористыхъ соединенийъ мы находимъ *полное* количество воды, т.-е. 7 ( $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ ) на два атома галоида, напримѣръ:  $\text{Co Cl}_2 \cdot 6 \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ru Cl}_2 \cdot 4 \text{NH}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , вѣроятно по схемѣ:



Однако, такъ какъ и у кобальта и у рутенія есть тоже избыточные катионизирующіеся пункты сцѣпленія, способные замыкаться отдѣльно, то не будетъ ничего удивительнаго и въ томъ, если дополнительный атомъ воды окажется здѣсь присоединеннымъ не къ хлору, а къ металлу. Но кристаллизационное оводненіе металла у хлоридовъ, вообще говоря, очень сомнительно, хотя въ растворахъ вода ритмически-прерывисто присоединена и къ его избыточнымъ пунктамъ сцѣпленія. Такъ, на примѣръ, въ криогидратъ  $\text{NaCl} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , замерзающемъ при  $-21^\circ$ , какъ одно цѣлое, хотя и съ распаденіемъ на микроскопическіе кристаллики чистаго льда и нормально оводненного хлористаго натрія, мы не можемъ не видѣть (пока онъ въ жидкомъ состояніи) раствора, имѣющаго опредѣленный паевой составъ и строеніе:

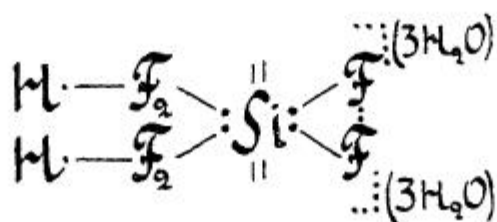


Здѣсь избыточные пункты сцѣпленія натрія пероводнены, а пункты сцѣпленія хлора оводнены нормально молекулами растворяющей среды, присоединенными къ Na и къ Cl ритмически-прерывистымъ, переменнымъ способомъ, чѣмъ и обусловливается жидкое состояніе всего комплекса.

По тѣмъ же самымъ правиламъ фиксируютъ къ себѣ кристаллизационную воду и остальные *простыя* галоидныя соли: фтористыя, бромистыя и іодистыя — съ той оговоркой, что онѣ, вообще, труднѣе оводняются, чѣмъ хлористыя.

Въ заключеніе нельзя не указать еще на одинъ чрезвычайно интересный родъ галоидныхъ солей, не совсѣмъ удачно называемыхъ двойными соединеніями металлическихъ галоидидовъ.

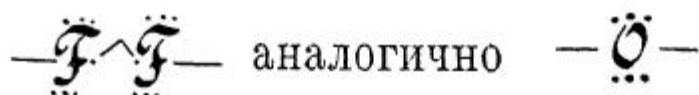
Возьмемъ, на примѣръ, кремнефтористо-водородную кислоту, которая въ чистомъ видѣ можетъ существовать безъ разложенія только въ состояніи гидрата  $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  <sup>1)</sup> съ очевидной структурой:



При первомъ взглядѣ видно, что это просто кремневая кислота,



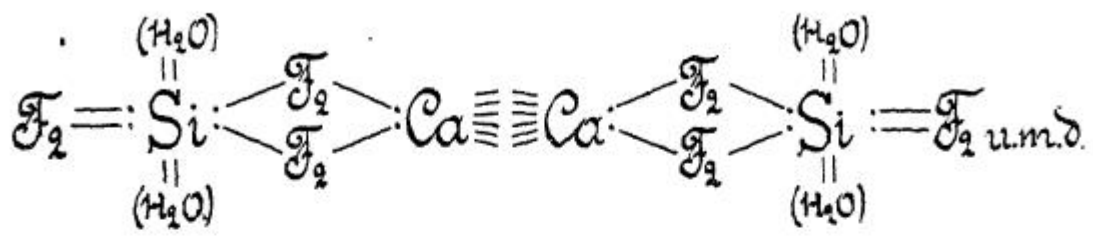
въ которой кислородъ замѣщенъ двувалентными діатомами фтора, соединенными черезъ ихъ избыточные пункты сщѣпленія



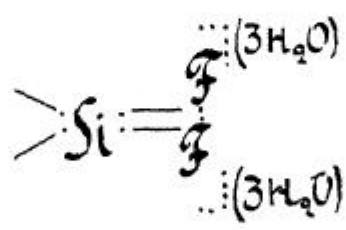
Такая кислота очевидно будетъ давать и соли аналогичныя кислороднымъ. Какъ въ кислородныхъ соляхъ никогда не оводняется гидроксильный кислородъ, такъ и здѣсь *гидроксильные* (изъ  $\text{H} - \text{F}_2 -$ ) діатомы фтора не должны быть способны къ оводненію. Дѣйстви-

<sup>1)</sup> Менделѣевъ. Основы химіи, 4 изд. 765.

тельно, мы и имѣемъ цѣлый рядъ солей кремнефтористо-водородной кислоты, удовлетворяющихъ этимъ требованіямъ. Таковы, напримѣръ,  $\text{CaSiF}_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{SrSiF}_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

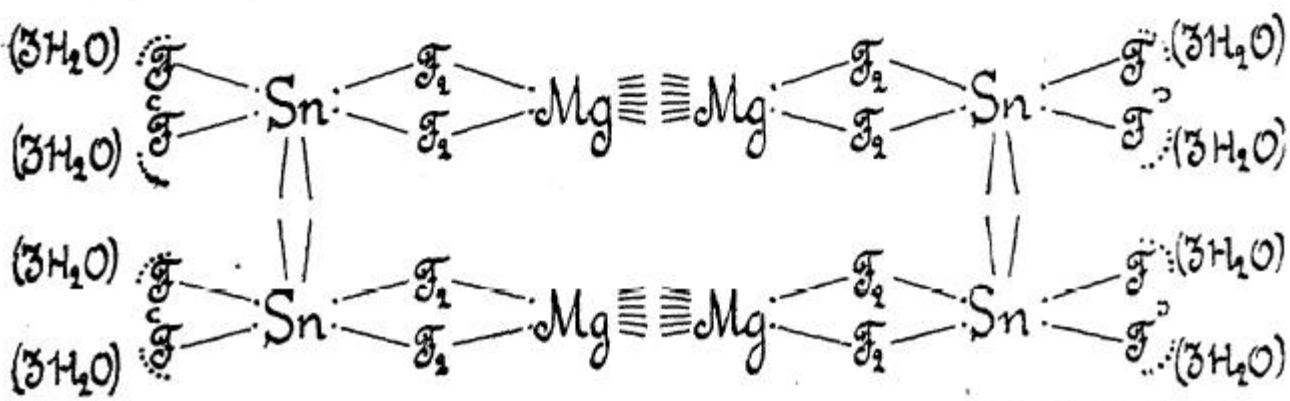


Вся разница этихъ солей съ истинными кислородными будетъ заключаться лишь въ неудобствѣ размыкать двойную связь между послѣднимъ атомомъ фтора и силиціемъ, потому что при этомъ могъ бы отдѣлиться свободный фтороводородъ. Поэтому двойная связь здѣсь и не размыкается кристаллизационной водой, оводняющей послѣдній атомъ галоида обычнымъ способомъ—шестью паями воды,



какъ это мы и видѣли сейчасъ на примѣрѣ чистой кремнефтористо-водородной кислоты.

По этому типу построено много другихъ соединений. Таковы, напримѣръ, производные оловянно-фтористо-водородной кислоты:



Магніевая соль оловянно-фтористо-водородной кислоты:  $\text{Mg SnF}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$



или хлороплатинаты:  $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BePtCl}_6 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{Sr PtCl}_6 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ , у которыхъ, кромѣ того, оводнены и избыточные пункты сцѣпленія платины:



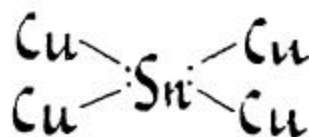
Къ сожалѣнiю, мы не имѣемъ здѣсь мѣста для детальнаго разбора этихъ характерныхъ кислотъ и солей.

## ГЛАВА VI.

### Кристаллизація сплавовъ.

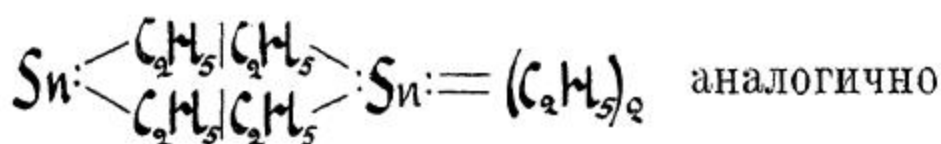
Не менѣе интересныя результаты даетъ наша теорiя, когда мы прилагаемъ ее къ взаимнымъ соединенiямъ металловъ между собою при ихъ отвердѣванiи изъ жидкаго состоянiя. Уже давно было замѣчено <sup>1)</sup>, что нѣкоторые простѣйшiе изъ сплавовъ могутъ быть приняты за опредѣленные паевыя комплексы, нѣчто въ родѣ металло-органическихъ соединенiй, гдѣ карбогидридъ замѣщенъ металломъ по принципу равновалентности.

Въ самомъ дѣлѣ: замѣстивъ, напримѣръ, въ тетраэтилатѣ олова— $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ —все четыре пая его этила *одновалентно-реагирующей* мѣдью, получимъ тетракупратъ олова:

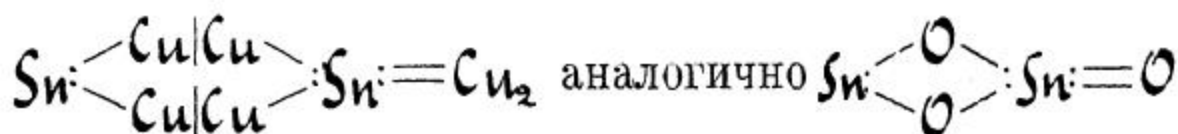


<sup>1)</sup> Менделѣевъ. Осн. химiи, 4 изд. 790—791.

А замѣстивъ такимъ же образомъ, въ такъ-называемомъ «триэтилатѣ олова»  $\text{Sn}_2 (\text{C}_2\text{H}_5)_6$ , который мы считаемъ за «двойное соединеніе» діэтилата съ тетраэтилатомъ черезъ дополнительные пункты сщѣпленія водорода,



получимъ второй типическій сплавъ:



Вотъ какъ описываетъ Менделѣевъ оба эти сплава въ своихъ Основахъ Химіи <sup>1)</sup>. «Сплавъ  $\text{SnCu}_3$  (т.-е.  $\text{SnCu}_2 \cdot \text{SnCu}_4$ ) хрупокъ, синеватаго цвѣта, не имѣетъ ничего по виду и свойствамъ общаго ни съ  $\text{Cu}$ , ни съ  $\text{Sn}$ , остается при охлажденіи совершенно однороднымъ и пріобрѣтаетъ кристаллическое строеніе»... «Подобными же свойствами обладаетъ и сплавъ  $\text{SnCu}_4$ ».

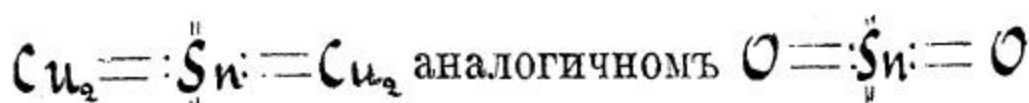
Но если олово могло сплавиться съ мѣдью въ видѣ молекулъ опредѣленнаго состава, аналогичныхъ молекуламъ окисловъ и солей, то и сама мѣдь, атомы которой извѣстны и въ одновалентномъ и въ двувалентномъ состояніи, можетъ оказаться не простымъ агрегатомъ однородныхъ молекулъ, а химическимъ соединеніемъ:

<sup>1)</sup> 4 изд. 790—791.



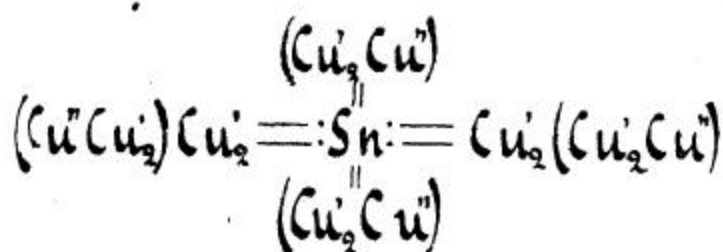
Въ такомъ случаѣ, при соответствующемъ избыткѣ мѣди, она будетъ способна присоединяться къ предыдущимъ «купратамъ олова», какъ кристаллизационная вода. Отсюда вытекаетъ возможность опредѣленныхъ, типичныхъ сплавовъ, болѣе богатыхъ мѣдью, чѣмъ предыдущіе, и мы даже можемъ предугадать ихъ составъ. Попробуемъ же это сдѣлать.

Въ тетракупратѣ олова



есть 4 избыточные пункта сцѣпленія у олова и двѣ двойныя связи. Значить, по законамъ оводненія, такая молекула можетъ привлечь къ себѣ кристаллизационнымъ способомъ еще 4  $\text{Cu} \begin{array}{l} \diagup \text{Cu} \\ \diagdown \text{Cu} \end{array}$

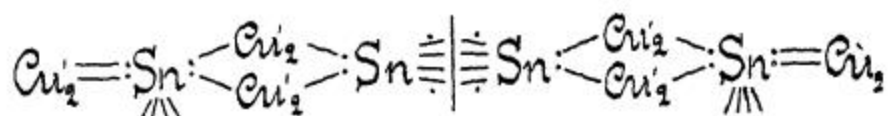
Въ результатѣ получимъ соединеніе



которое при валовомъ счетѣ дастъ  $\text{SnCu}_{16}$ . Но именно такой составъ (около 11% Sn) и имѣетъ типическій «артиллерійскій металлъ», употреблявшійся прежде для отливки мѣдныхъ пушекъ по причинѣ его особенной прочности! Этотъ фактъ невольно приводитъ къ предположенію, что и всѣ остальные *типическіе* однородные сплавы, т.-е. отличающіеся какими-нибудь спе-

ціальними особенностями и не обнаруживающіе подъ микроскопомъ сложнаго строенія могутъ быть объяснены такимъ же способомъ. Возьмемъ, на примѣръ, второе изъ описанныхъ нами въ началѣ молекулярныхъ соединеній мѣди и олова:  $\text{SnCu}'_2 \cdot \text{SnCu}'_4$ .

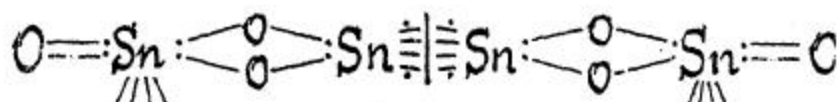
Соединивъ двѣ такія молекулы по общимъ правиламъ въ статѣру, получимъ комплексъ:



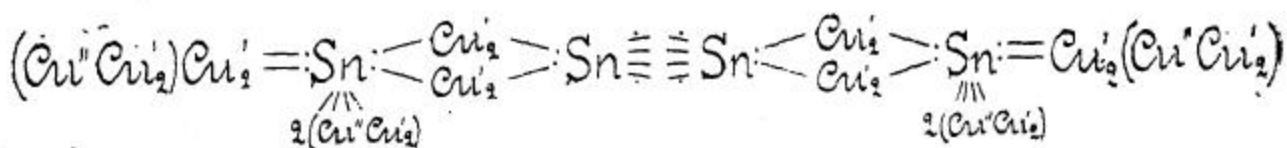
аналогичный двойному соединенію  $\text{SnCl}_2 \cdot \text{SnCl}_4$ :



или соли анологичный  $\text{SnO} \cdot \text{SnO}_2$ :



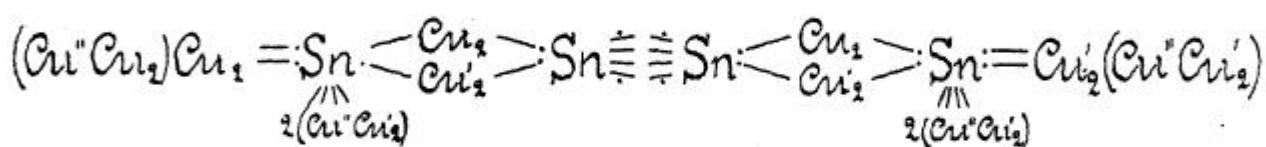
Во всѣхъ трехъ случаяхъ имѣемъ у двухъ атомовъ олова по четыре избыточныхъ пункта сщѣпленія и двѣ двойныя связи на концахъ статѣры. Насытивъ избыточные пункты олова указываемыми теоріей четырьмя молекулами  $\text{Cu}'' : \begin{array}{c} \text{Cu}' \\ \text{Cu}' \end{array}$ , получимъ  $\text{SnCu}_2 \cdot \text{SnCu}_4 \cdot 4 (\text{Cu}''\text{Cu}'_2)$



Валовой составъ такого сплава есть  $\text{SnCu}_6$ .

Но именно этотъ составъ (около 22% Sn) и есть «колокольная бронза», т.-е. сплавъ олова и мѣди, отличающійся своей особенной упругостью и звучностью.

Если же намъ указать, что мы здѣсь не присоединили по молекулѣ  $\text{Cu}''\text{Cu}'_2$  на каждую двойную связь въ группахъ  $\text{Cu}'_2 = \text{Sn}$  по обоимъ краямъ статэры, то мы отвѣтимъ, что наши правила оводненія должны предвидѣть и подобный случай. Попробуемъ сдѣлать это для нашего сплава. Получимъ:

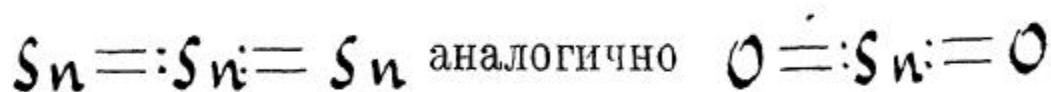


Китайскій сплавъ „тамъ—тамъ“.

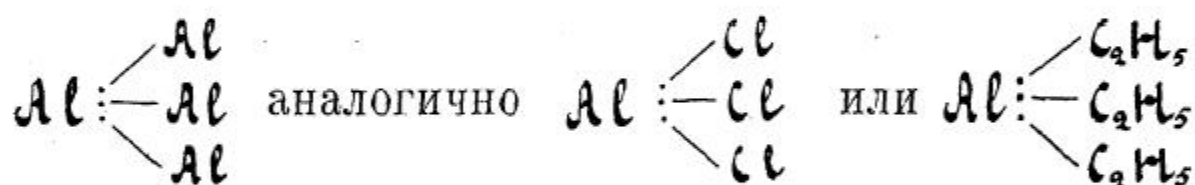
Рациональный составъ такой статэры будетъ:  $2 (\text{SnCu}'_2 \cdot \text{SnCu}'_4 \cdot 3 \text{Cu}''\text{Cu}'_2)$ , валовой же составъ  $\text{SnCu}_8$  соотвѣтствуетъ 19% Sn. Оказывается, что таковъ и есть составъ китайскаго сплава «тамъ—тамъ», тоже отличающагося своей звучностью и упругостью, а потому съ древнихъ временъ употребляющагося въ Китаѣ для музыкальныхъ инструментовъ, извѣстныхъ подъ тѣмъ же именемъ.

Мы не можемъ здѣсь входить во всѣ подробности структуры многочисленныхъ типическихъ сплавовъ, эмпирически найденныхъ техникой. Множество примѣровъ ничего не прибавить. Замѣтимъ только одно: детальнѣйшій разборъ строенія сплавовъ приводитъ къ неизбѣжному заключенію, что и сами металлы въ своемъ чистомъ состояніи не представляютъ *простыхъ* атомныхъ агрегатовъ, а содержатъ болѣе или менѣе сложныя молекулообразныя комбинаціи своихъ атомовъ, изъ которыхъ одна часть реагируетъ своими катиони-

зирующимися пунктами сщплений, а другая—аніони-зирующимися: При этомъ происходитъ, какъ при образованіи галоидныхъ соединеній, выдѣленіе молекулъ нейтральнаго заряда  $Al.-Kt.$  Такъ, напримѣръ, въ свободномъ оловѣ, при его обычной аллотропіи повидимому находится исключительно молекула  $Sn''' Sn_2''$ .



а въ обыкновенномъ алюминіи



Въ сплавахъ же различныхъ металловъ происходятъ новыя комбинаціи, въ родѣ тѣхъ, что мы разбирали выше на образчикахъ мѣдно-оловянныхъ соединеній. Эти новыя комбинаціи, содержащія въ молекулѣ разнородные металлы, конечно могутъ растворяться въ обычныхъ чистыхъ металлахъ, когда они расплавлены, во всѣхъ пропорціяхъ, какъ соли въ водѣ. Но изъ этихъ растворовъ при очень *медленномъ остываніи* будутъ «откристаллизовываться» постепенно опредѣленные типическіе комплексы, въ которыхъ можно отличить, какъ основу комплекса, сложный химическій индивидуумъ, состоящій изъ двухъ или болѣе различныхъ металловъ, скомбинированныхъ въ молекулы, и, затѣмъ, кристаллизаціонный придатокъ из-

быточнаго металла, служившаго растворителемъ. Число паевъ послѣдняго придатка можетъ быть различно, судя по условіямъ кристаллизаціи и степени насыщенія раствора, но ни въ какомъ случаѣ оно не будетъ превышать того количества, которое опредѣляется числомъ избыточныхъ пунктовъ сцѣпленія у раствореннаго въ металлѣ «опредѣленнаго» химическаго соединенія двухъ или нѣсколькихъ компонентовъ.

Только сплавы, правильно подобранные по числу избыточныхъ пунктовъ сцѣпленія, не насыщенныхъ у «первичныхъ сплавовыхъ соединеній», будутъ затвердѣвать даже при быстромъ охлажденіи, какъ одно цѣлое. Такіе же, которые составлены случайно, отвердѣютъ лишь въ видѣ механической смѣси, заключающей въ себѣ микроскопическую или болѣе грубую сѣтъ изъ типическихъ сплавовъ, и избытокъ чистаго металла или новаго типическаго сплава, заполняющей пустоты этой сѣти.

При разсмотрѣніи хорошо отшлифованныхъ поверхностей подобныхъ сплавовъ подъ микроскопомъ, при косомъ отраженномъ свѣтѣ<sup>1)</sup>, онѣ обнаруживаютъ передъ наблюдателемъ картины, поражающія своей своеобразной прелестью.

Кромѣ всюду разсѣянныхъ кристалликовъ чистыхъ металловъ или ихъ химическихъ соединеній между собою, все поле зрѣнія отливаетъ своеобразными струйками, полосками и овальными фигурками, окружающими явно выраженные микрористаллики или мелкія точки, кристаллическія формы которыхъ трудно установить.

---

<sup>1)</sup> Тонкихъ прозрачныхъ шлифовъ, которые можно было бы разсматривать въ проходящемъ свѣтѣ, здѣсь почти никогда не удается приготовить вслѣдствіе чрезвычайной непрозрачности металловъ.

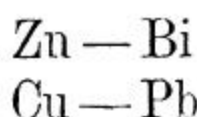
Эта характерная струйчатость происходит оттого, что послѣ выдѣленія внутри жидкаго сплава, при его отвердѣваніи микрокристаллическихъ сѣтей того металла, который находится въ избыткѣ, неизбежно получается такая концентрація обоюднаго раствора, гдѣ оба компонента сплава застываютъ, наконецъ, одновременно, въ перемежку, подобно тому, какъ это мы видѣли въ предыдущей главѣ у криогидратовъ, тоже представляющихъ механическую смѣсь одновременно застывшихъ кристалликовъ льда и данной соли. Такіе остаточные сплавы, называемые *эвтектическими* (хорошо-построенными) и представляютъ изъ себя ничто иное, какъ криогидраты металлическихъ растворовъ. Какъ послѣдній продуктъ затвердѣванія, они характеризуются также наиболее низкой температурой плавленія и обладаютъ вполне опредѣленнымъ процентнымъ составомъ своихъ компонентовъ, хотя и не въ паевомъ химическомъ смыслѣ. Таковъ, на примѣръ, эвтектическій сплавъ мѣди съ серебромъ, содержащій около 27% Ag и 73% Cu и затвердѣвающій при 778°, тогда какъ чистое серебро застываетъ около 960°, а мѣдь около 1080°. Всѣ же остальные сплавы этихъ двухъ металловъ, не эвтектическаго процентнаго состава, выдѣляютъ сначала, при быстромъ охлажденіи микрокристаллики металла, находящагося въ избыткѣ, которые и окажутся потомъ, при окончательномъ затвердѣваніи, связанными между собою струйками и ободками этого эвтектическаго остатка, застывающаго послѣднимъ. Именно благодаря такому обстоятельству и происходитъ то, что многіе сплавы, ранѣе своего полного плавленія или затвердѣванія, переходятъ въ полужидкое или кашицеобразное состояніе. *Полное, окончательное* затвердѣваніе происходитъ у cadaго сплава двухъ данныхъ металловъ (не дающихъ между собою



химическихъ соединеній) какъ разъ при температурахъ ихъ эвтектическаго плавленія, хотя остальные, не эвтектическіе ихъ сплавы и начинаютъ выдѣлять близъ своихъ поверхностей, твердыя кристаллическія сѣти избыточнаго металла уже при болѣе высокихъ температурахъ. Вслѣдствіе этого и все цѣлое кажется иногда принявшимъ твердый, нетекучій видъ ранѣе момента окончательнаго затвердѣванія всей внутренней сплавленной массы.

По взаимнымъ соотношеніямъ въ періодъ застыванія всѣ металлы можно раздѣлить на два типа.

*I типъ:* Комбинаціи жидкихъ металловъ, мало растворимыхъ другъ въ другъ при температурахъ и давленіяхъ, характеризующихъ переходный періодъ. Сюда относятся, напримѣръ, комбинаціи:



Слой перваго и легчайшаго изъ этихъ металловъ, въ каждой парѣ, всплываетъ надъ слоемъ второго, какъ масло надъ водою, и куски одного плаваютъ въ жидкости другого, не подвергаясь растворенію. Сюда же относили прежде и комбинацію Fe—Cu, но потомъ оказалось, что въ совершенно чистомъ видѣ оба эти металла растворимы другъ въ другъ во всѣхъ пропорціяхъ. За то самая незначительная примѣсь углерода, почти моментально растворяющагося въ расплавленномъ желѣзѣ съ образованіемъ молекулъ желѣзнаго карбида, сейчасъ же разъединяетъ оба металла въ такомъ растворѣ на два отдѣльные слоя. Это показываетъ, что каждая молекула желѣзнаго карбида вовлекаетъ съ собою въ прерывистое соединеніе (гидратнаго типа) очень большія количества молекулъ растворяющаго ее жидкаго желѣза, подобно тому, какъ

молекула сѣрной кислоты—значительное количество молекулъ растворяющей ее воды. Иначе ничтожныя примѣси углерода къ взаимнымъ растворамъ желѣза и мѣди не могли бы сразу ихъ разъединить.

*II типъ:* Комбинаціи жидкихъ металловъ, растворяющихъ другъ друга во всѣхъ пропорціяхъ при обычныхъ давленіяхъ и при температурахъ близкихъ къ затвердѣванію даннаго раствора.

Этотъ типъ распадается на четыре группы:

1-я группа. Комбинаціи двухъ жидкихъ металловъ, выдѣляющихъ при быстромъ застываніи, внутри своего обоюднаго раствора, сначала микрокристаллическія сѣти и включенія избыточнаго металла въ его чистомъ видѣ <sup>1)</sup>, пока растворъ не достигнетъ эвтектической концентраціи, застывающей сразу въ промежуткахъ предыдущихъ сѣтей и включеній въ видѣ перемежающихся кристалликовъ или кристаллическихъ агрегатовъ того и другого металла. Сюда принадлежатъ комбинаціи:

Zn — Bi	Pb — Sb	Zn — Bi
Zn — Al	Pb — Cu	Ag — Cu
Zn — Sn	Pb — Sn	
Zn — Cd		

При наблюденіи температуръ, характеризующихъ начало затвердѣванія этихъ комбинацій (вѣрнѣе, начало образованія въ нихъ микрокристаллическихъ сѣтей и агрегатовъ избыточнаго металла) можно замѣтить слѣдующія особенности. Для каждаго процент-

<sup>1)</sup> При медленномъ же остываніи сначала образуется поверхностная корка съ большимъ содержаніемъ избыточнаго металла, а подъ нею еще неокрѣпшій при этой температурѣ болѣе эвтектической (т.-е. близкій къ эвтектическому) сплавъ.

наго состава двухъ компонентовъ даннаго сплава получаютъ особыя температуры затвердѣванія, представляемыя на діаграммѣ въ видѣ двухъ плавно опускающихся вѣтвей, каждая изъ которыхъ исходитъ изъ точки затвердѣванія чистаго металла и пересѣкается съ другою въ нѣкоторой точкѣ, опредѣляющей температуру затвердѣванія и процентный составъ эв-



Фиг. 1.

Начальныя температуры затвердѣванія сплавовъ мѣди съ серебромъ.

960°—затвердѣваніе чистаго расплавленнаго серебра.

1080°—чистой мѣди.

778°—эвтектическаго сплава заключающаго около 27% Cu.

*тектическаго сплава* этой комбинаціи двухъ металловъ (фиг 1). Никакихъ другихъ рѣзкихъ изгибовъ и выступовъ въ этомъ случаѣ не наблюдается.

2-я группа. Комбинаціи двухъ жидкихъ металловъ, дающихъ между собою опредѣленное химическое соединеніе, способное сохраняться и послѣ отвердѣванія.

Сюда принадлежатъ комбинаціи

Cu — Sn	K — Hg	Mg — Sn
Cu — Sb	Na — Hg	Ni — Cu
Cu — Bi	Pb — Hg	Ni — Sn
Cu — Al		Zn — Sb
Ag — Al	Pb — Tl	Al — Sb

Въ этомъ случаѣ каждое опредѣленное химическое соединеніе является какъ бы прибавочнымъ самостоятельнымъ индивидуумомъ раствора, такъ что сплавъ застываетъ аналогично смѣси трехъ веществъ, растворимыхъ другъ въ другѣ во всѣхъ пропорціяхъ, какъ-будто это три отдѣльные металла. При каждой данной концентраціи сплава можетъ быть только одно опредѣленное химическое соединеніе обоихъ металловъ, но по мѣрѣ измѣненія концентраціи, вслѣдствіе предварительной кристаллизаціи избыточнаго металла, вмѣсто этого химическаго соединенія можетъ произойти и новое, другого паевого состава, а потому и кривая температуръ *начальнаго* затвердѣванія приметъ неправильный видъ. Если во все время отъ начала до конца застыванія происходитъ только одно и то же химическое соединеніе, и если оно не привлекаетъ къ себѣ кристаллизаціоннымъ способомъ молекулъ какого-либо изъ двухъ металловъ, то кривая температуръ будетъ имѣть два минимума (или, вѣрнѣе сказать, два наибольшія отступленія внизъ отъ прямой АВ, (фиг. 2, точки 1 и 2) и одинъ максимумъ (С).

Схематично.



Фиг. 2.

Максимальная точка показываетъ своей абсциссой процентный составъ того и другого металла въ образо-

вавшемся ихъ опредѣленномъ соединеніи, а ордината этой точки покажетъ температуру плавленія этого соединенія въ его чистомъ видѣ.

Первый изъ двухъ минимумовъ (1) опредѣлитъ процентный составъ и температуру плавленія эвтектическаго сплава этого соединенія (С) съ первымъ изъ образовавшихъ его металловъ (А), а второй минимумъ—то же самое со вторымъ металломъ (В).

Если явленіе, какъ это обыкновенно бываетъ, усложняется еще тѣмъ, что каждая молекула, выдѣляющаяся изъ общаго раствора фиксируетъ къ себѣ опредѣленное количество молекулъ другихъ компонентовъ, то изгибы кривой тоже усложняются, но такъ, что каждая новая извилина какъ бы вырисовывается передъ нашими глазами какое-либо новое обстоятельство въ химическихъ соотношеніяхъ компонентовъ сплава.

3-я группа. Комбинаціи двухъ жидкихъ металловъ, не дающихъ между собою химическихъ соединеній и кристаллизующихся въ изоморфныхъ формахъ, такъ что каждый отдѣльный кристалликъ, выдѣляющійся изъ сплава, можетъ состоять изъ перемежающихся слоевъ или даже замѣщающихъ другъ друга молекулъ того и другого компонента. Сюда принадлежатъ обыкновенно металлы той же группы періодической системы или, во всякомъ случаѣ, той же валентности въ жидкомъ состояніи. Изъ нихъ изучены комбинаціи:

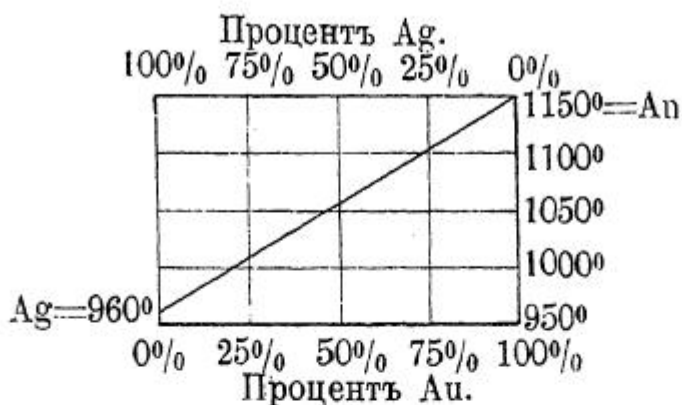
Ag — Au!

Bi — Sb!

Fe — Ni!

Линія начальнаго затвердѣванія такихъ изоморфныхъ комбинацій не имѣетъ рѣзкихъ изгибовъ и бо-

лѣе или менѣе приближается къ прямой, соединяющей температуры плавленія обоихъ компонентовъ въ ихъ чистомъ видѣ (фиг. 3).

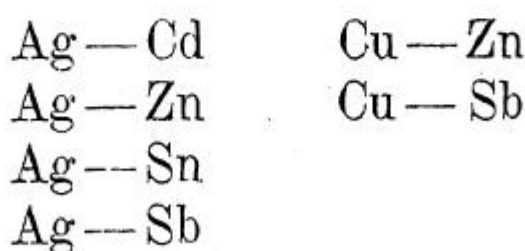


Фиг. 3.

Сплавы серебра съ золотомъ.  
9600 — температура плавленія  
чистаго серебра, 11500—чистаго  
золота.

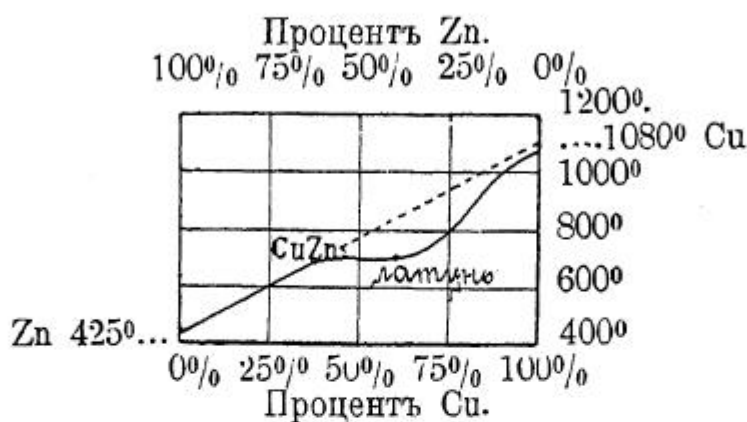
Это обстоятельство даетъ въ руки химика новое средство для опредѣленія родства двухъ элементарныхъ тѣлъ.

4-я группа. Комбинаціи двухъ жидкихъ металловъ, дающихъ между собою опредѣленное химическое соединеніе, выкристаллизовывающееся изоморфно съ однимъ изъ этихъ металловъ. Сюда относятся, напримѣръ, комбинаціи.



Въ этомъ случаѣ, какъ и можно было ожидать на основаніи предыдущаго, одинъ изъ двухъ минимумовъ, характеризовавшихъ группу 2-ю (диагр. 2) исчезаетъ, и соответствующее мѣсто кривой температуръ начинаетъ совпадать съ прямой, соединяющей точку пла-

вления, образовавшагося химическаго соединенія съ точкой плавленія изоморфнаго съ нимъ металла, какъ это можно видѣть на приложенной фигурѣ 4-й, на участкѣ между  $\text{CuZn}_2$  и  $\text{Zn}$ . На второмъ участкѣ, соотвѣтствующемъ неизоморфному сочетанію сплава  $\text{CuZn}_2$  и чистой мѣди, видно обычное пониженіе тем-



Фиг. 4.

*Сплавы мѣди съ цинкомъ.*

425° — точка плавленія чистаго цинка.

1080° — чистой мѣди.

680° — соединенія  $\text{CuZn}_2$  кристаллизующагося изоморфно съ цинкомъ.

Эвтектическій сплавъ  $\text{CuZn}_2$  съ соотвѣтствующимъ количествомъ чистой мѣди представляетъ изъ себя латунь обычныхъ издѣлій (желтая мѣдь).

пературъ плавленія, указывающее эвтектическую точку для комбинаціи  $\text{CuZn}_2$  съ  $\text{Cu}$ , т. е. сплавъ соотвѣтствующій обычной латуни.

Таковы четыре характерныя группы сплавовъ между двумя металлами, насколько онѣ обрисовываются по температурамъ начальнаго затвердѣванія и окончательнаго плавленія данной комбинаціи. Дополнительные особенности обнаруживаются при изученіи диаграммъ ихъ крѣпости, упругости, электропроводности и другихъ физическихъ свойствъ; все указываетъ на то, что жидкіе сплавы въ общемъ аналогичны другимъ

растворамъ. Число возможныхъ парныхъ комбинацій, дающихъ сплавы между 60 извѣстными до сихъ поръ металлическими элементарными тѣлами, должно быть не менѣе 2000, а потому и детальная разработка вопроса объ этихъ соединеніяхъ находится еще въ зародышѣ.

## ГЛАВА VII.

### Кристаллизационная вода у карбогидридныхъ соединеній.

Нашъ краткій очеркъ дѣйствія избыточныхъ пунктовъ атомнаго сцѣпленія былъ бы совершенно одностороненъ, если бъ мы ограничили его одними соединеніями археогелидовъ и водорода, не сказавъ ни слова объ оводненіи карбогидридовъ, послужившихъ исходнымъ пунктомъ для установленія всей нашей теоріи.

Изучая въ продолженіи многихъ лѣтъ кристаллизационныя соединенія органическихъ веществъ, я постоянно встрѣчался съ очень важнымъ затрудненіемъ: почти всѣ органическія соли выдѣляются лишь съ начальными степенями оводненія, а потому установить экспериментальнымъ путемъ крайній предѣлъ кристаллизационной воды у различныхъ карбогидридовъ оказалось въ настоящее время совершенно невозможнымъ. Теоретически же можно вывести слѣдующее основное положеніе.

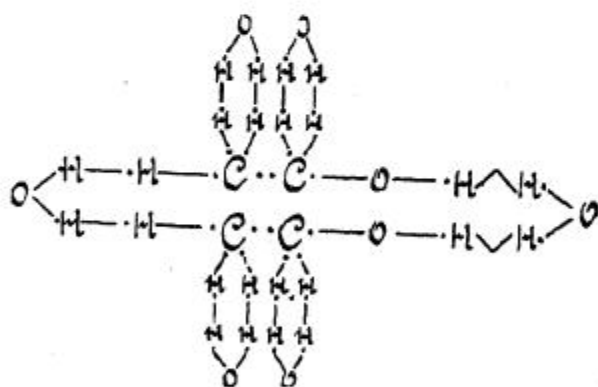
Такъ какъ карбогидриды въ своихъ соляхъ и окислахъ связаны съ кислородомъ оксифильными (катионизирующимися) пунктами сцѣпленія *углерода*, то, по аналогіи со всѣмъ, что мы видѣли у археогелидовъ, кристаллизационныя прибавки должны у нихъ присоединяться къ избыточнымъ пунктамъ сцѣпленія *водо-*



рода, потому что, при кристаллизаціи солей, дѣйствуетъ на окружающую среду обыкновенно внѣшній компонентъ цѣпи, а не тотъ, которымъ атомъ реагируетъ съ кислородомъ. Кажущіяся исключенія бываютъ лишь, въ томъ случаѣ, когда молекула кристаллизаціонной воды замѣщаетъ собою кислородный атомъ у ангидрида при не вполне насыщенныхъ соединеніяхъ. Только при этомъ основномъ условіи и будетъ справедливо правило, что количество кристаллизаціонной воды при атомахъ въ предѣльныхъ солеобразныхъ соединеніяхъ возрастаетъ въ обратномъ направленіи сравнительно съ возрастаніемъ ихъ кислородной валентности.

Разсмотримъ же съ этой точки зрѣнія различныя типы карбогидридовъ, насколько это позволяетъ скудность имѣющихся фактовъ.

Въ типѣ 1, этиловый спиртъ долженъ бы привлекать къ себѣ, въ предѣлѣ, 3 молекулы воды, давая  $2 C_2H_5OH \cdot 6 H_2O$



И дѣйствительно, такіе кристаллы, несомнѣнно, будутъ выдѣлены при очень низкихъ температурахъ, потому что, при вливаніи воды въ безводный этиловый спиртъ, происходитъ значительное нагрѣваніе и сжатіе, максимум котораго приходится какъ разъ на комплексъ  $2 C_2H_5OH \cdot 6 H_2O$ .

Если вмѣсто этиловаго спирта возьмемъ пропиловый  $C_3H_7OH$  и допустимъ, что у карбогидридовъ мо-

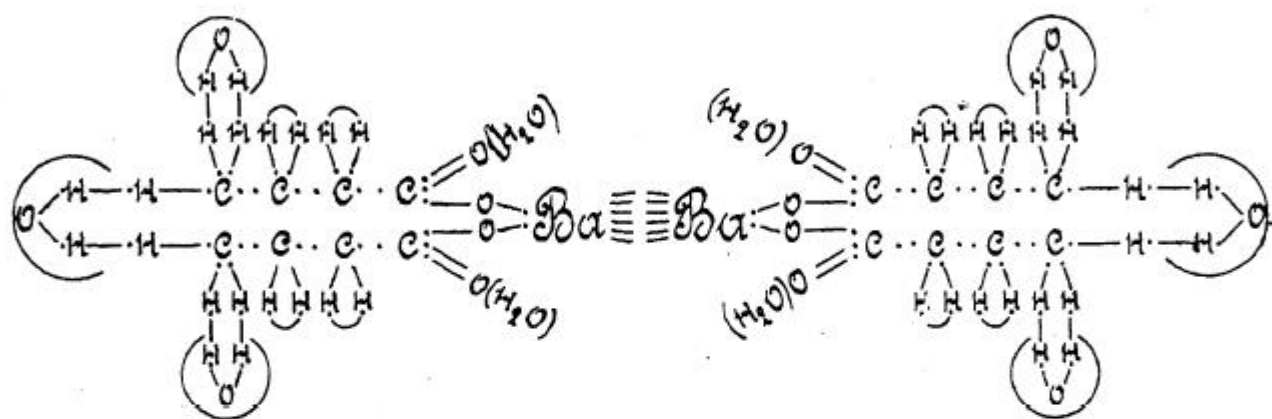
гутъ оводняться и среднія звенья цѣпи (чего нѣтъ у археогелидовъ), то получимъ для него кристаллы состава  $2 C_3H_5OH \cdot 8 H_2O$ , а между тѣмъ, по максимальному пониженію температуры его кипѣнія, въ случаѣ прибавленія воды, можно опредѣлить только начальный гидратъ  $2 C_3H_5OH \cdot 2 H_2O$ .

Для типа 2, содержащаго двухвалентные спирты или гликоли, совсѣмъ не имѣемъ кристаллизаціонныхъ данныхъ, а представители типа 0, т.-е. предѣльные карбогидриды, обыкновенно нерастворимы въ водѣ, а потому и не могли быть откристиализованы съ нею. Значитъ, намъ ничего не остается дѣлать, какъ прямо перейти къ оводненію многовалентныхъ карбогидридовъ въ органическихъ соляхъ.

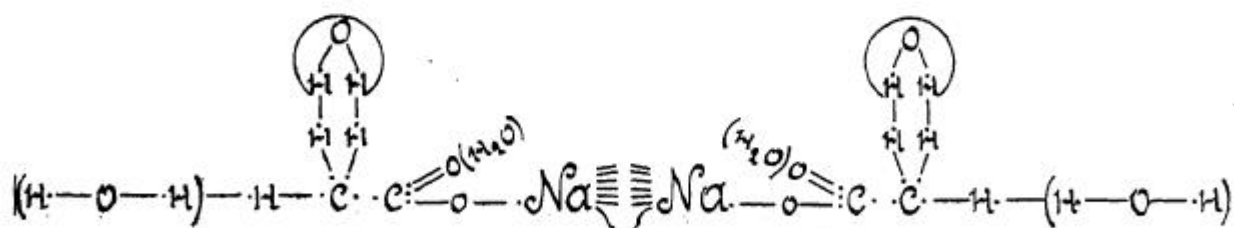
Здѣсь, прежде всего, мы укажемъ на фактъ, который можетъ оказать намъ значительныя услуги. Цѣлая сотня, а можетъ быть и тысячи разсмотрѣнныхъ нами солей единогласно показали, что избыточные пункты сцѣпленія у щелочныхъ (K, Rb, Cs) и щелочно-земельныхъ (Ca, Sr, Ba) металловъ, принадлежащихъ къ нечетнозвеннымъ періодамъ, до того прочно замыкаются между собою путемъ дублированія этихъ металловъ въ діатомы ( $:Ca \equiv \equiv Ca:$  и т. д.), что кристаллизаціонная вода уже не можетъ разомкнуть ихъ. Эти металлы остаются всегда не оводненными въ своихъ соляхъ, какъ кислородныхъ, такъ и галоидныхъ. Изъ этого мы можемъ заключить, что они не оводняются и въ органическихъ соляхъ. Это тѣмъ болѣе вѣроятно, что карбогидриды, какъ мы видѣли имѣютъ болѣе сходства съ галоидами, чѣмъ съ металлами, а въ галоидныхъ соединеніяхъ металлы, какъ мы видѣли выше *вообще не оводняются* при кристаллизаціи, и вся кристаллизаціонная вода у нихъ принадлежитъ галоиду.

Установивъ этотъ фактъ, перейдемъ къ разсмотрѣ-  
нiю органическихъ солей различныхъ типовъ, выби-  
рая преимущественно щелочноземельныя.

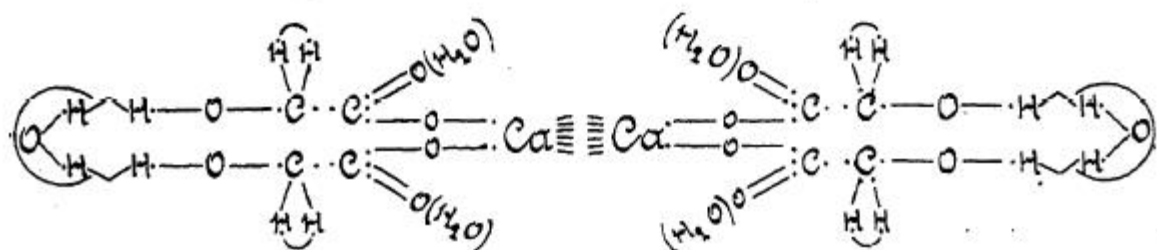
Въ типѣ 3, имѣемъ масляно-баріевую соль съ  
пятью паями воды  $(C_4H_7O_2)_2 Ba + 5 H_2O$ , гдѣ оводненъ  
только карбоксильный кислородъ, да, повидимому  
крайнiй атомъ водорода карбогидридовъ:



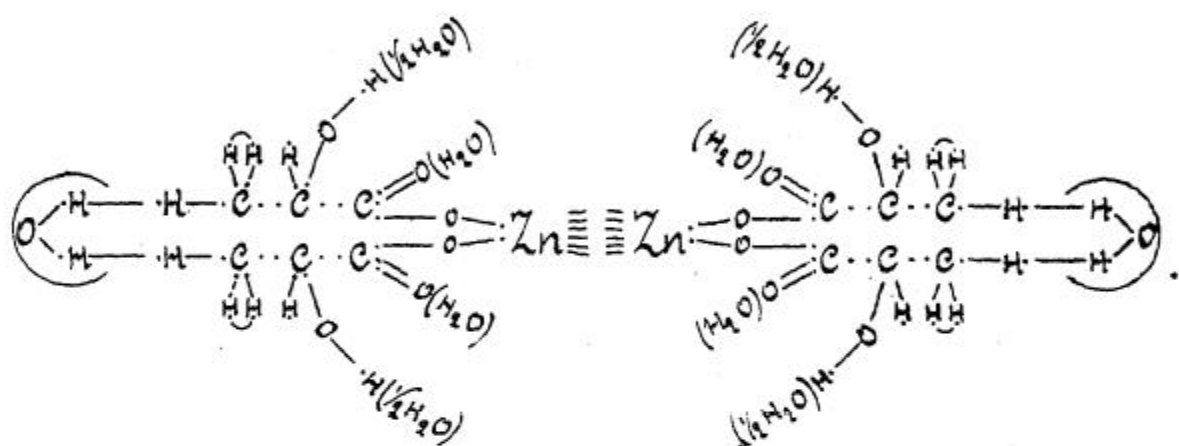
У другихъ солей этого типа не найдено пока да-  
же и такой степени оводненiя; только, для уксусно-  
натровой соли получено нѣчто въ родѣ переоводненiя,  
если вѣрно, что ея кристаллы имѣютъ составъ  
 $NaO_2C_2H_3 \cdot 3 H_2O$ , а не  $NaO_2C_2H_3 \cdot 2\frac{1}{2} H_2O$



Въ типѣ 4, гликолево-кальціевая соль кристалли-  
зуется только съ 3 паями воды  $Ca(O_2CCH_2OH)_2 \cdot 3 H_2O$

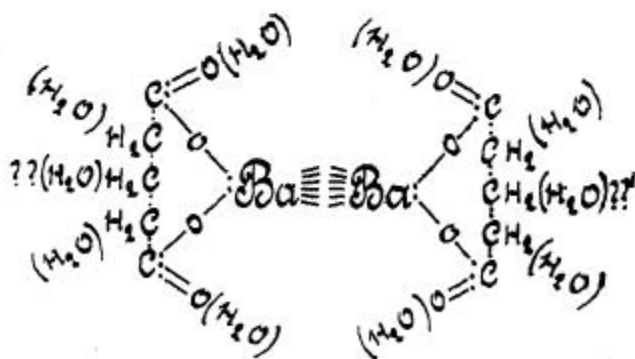


Молочно-цинковая  $Zn [O_2C \cdot CH(OH) \cdot CH_3]_2$ ; молочно-кальцевая и молочная соль закиси желѣза тоже известны съ тремя паями воды, присоединенными по образцу предыдущей гликолево-кальцевой. Только для цинковой соли выдѣлены кристаллы и съ 4 паями воды, изъ которыхъ одинъ, очевидно, пошелъ на оводнение спиртовыхъ гидроксильныхъ этой кислоты.



Изъ типа 5, мы можемъ привести только глицериново-кальцевую соль  $Ca [O_2C \cdot CH(OH) \cdot CH_2OH]_2 \cdot 2 H_2O$ , гдѣ вода размыкаетъ лишь двойныя связи карбоксильнаго кислорода.

Въ типѣ 6, имѣемъ нормальную пировинно-бариевую соль съ 5 паями кристаллизационной воды:

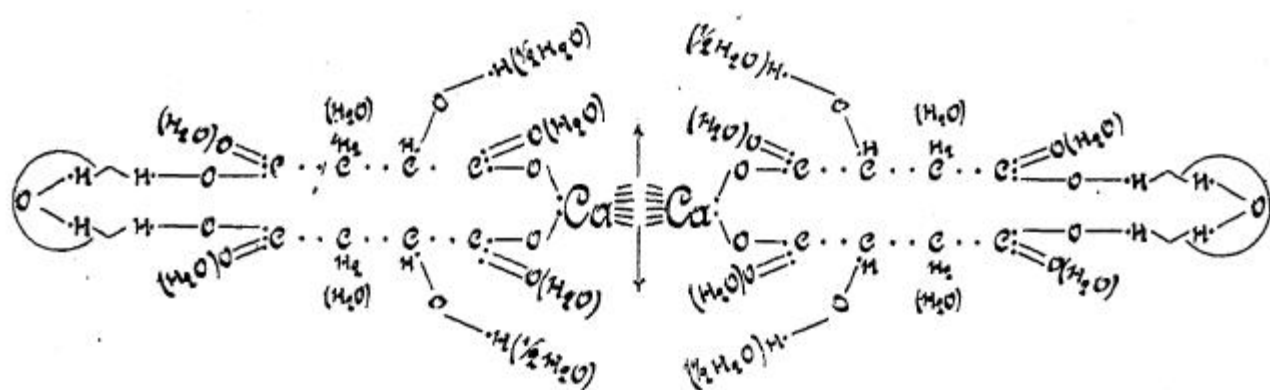


Здѣсь, повидимому, приходится допустить оводнение всѣхъ избыточныхъ пунктовъ водорода у структурныхъ цѣпей, но ни у одной изъ другихъ солей этого типа мнѣ не извѣстно такого большого количе-

ства кристаллизационной воды. Очень можетъ быть, что срединныя звенья карбогидридовъ здѣсь совсѣмъ не оводнены, а приходящіяся на нихъ двѣ молекулы воды пошли на размыканіе вторыхъ связей между баріемъ и карбогидридомъ. Это тѣмъ болѣе вѣроятно, что у принадлежащей къ тому же типу (6-му) щавелевой кислоты существуютъ соли въ родѣ  $Ba(O_4C_2) \cdot H_2O$ , гдѣ единственный пай воды нельзя умѣстить иначе, какъ путемъ гидроксильнаго одного изъ двухъ атомовъ связующаго кислорода:

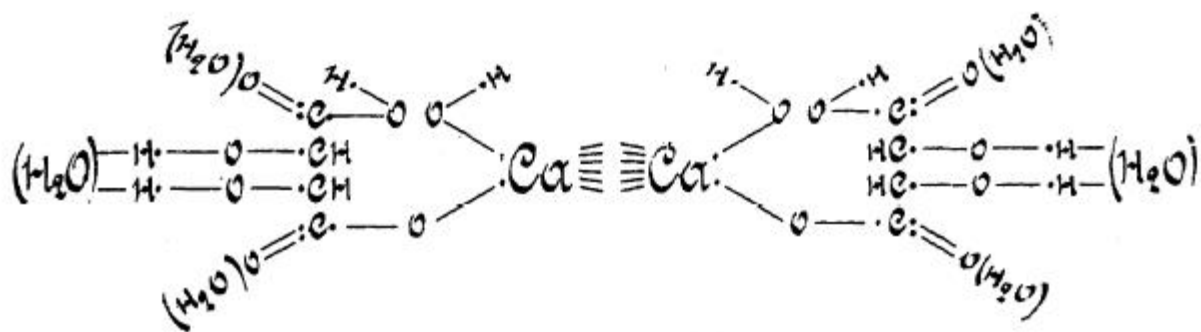


Въ типѣ 7, наибольшее оводненіе имѣетъ, на сколько мнѣ извѣстно, кислая яблочко-кальціевая соль, кристаллизующаяся съ 8 паями воды:



Средняя же яблочко-кальціевая соль обладаетъ лишь однимъ паемъ воды, вѣроятно размыкающимъ вторую гидроксильную связь между радикаломъ и металломъ.

Таково кристаллизаціонное оводненіе главныхъ 8 типовъ періодической системы карбогидридовъ. Больше валентные типы, какъ мы уже говорили, хотя и возможны теоретически, но представители ихъ до того склонны къ распаденію, что среди нихъ нельзя набрать даже и 5—6 примѣровъ, способныхъ выдерживать простое сплавленіе безъ разложенія. У самаго прочнаго изъ нихъ, винной кислоты, принадлежащей къ типу 8-му, мы имѣемъ кальціевую соль съ четырьмя паями воды, вѣроятно, по схемѣ,



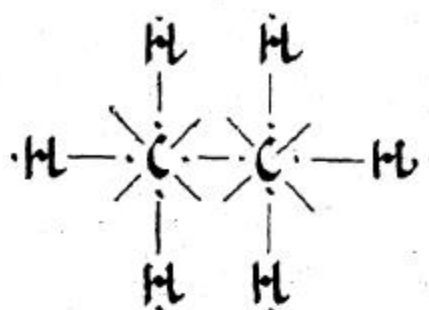
если предположить, что вода, которую мы употребляли на размыканіе второй гидроксильной связи между карбогидридомъ и кальціемъ, не присоединилась къ остаточнымъ пунктамъ сдѣвленія у водорода срединныхъ звеньевъ цѣпи.

Изъ всего сказаннаго можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Кристаллизаціонная вода, при современныхъ космическихъ условіяхъ земной поверхности, привлекается органическими соединеніями большею частью лишь въ начальныхъ количествахъ и, прежде всего, путемъ гидроксильрованія «двойныхъ» связей карбонильнаго кислорода.

2) Четыре анионизирующіеся пункта сдѣвленія углерода, которые мы можемъ назвать *центрально-до-*

полнительными пунктами (см. черточки на схемѣ) въ синатомахъ карбогидридовъ,



(потому что углеродъ суммарно-восьмивалентенъ, какъ это видно на всѣхъ нашихъ схемахъ), совершенно бездѣйствуютъ въ органическихъ соединеніяхъ, при фиксированіи кристаллизаціонной воды, а потому мы ихъ даже и не обозначаемъ на нашихъ схемахъ карбогидридовъ.

3) На основаніи аналогіи карбогидридовъ съ археогелидами, можно бы ожидать, что кристаллизаціонная вода будетъ привлекаться у нихъ только крайними звеньями ихъ синатомныхъ цѣпей, тогда какъ среднія звенья будутъ бездѣйствовать. Тогда и у нихъ проявились бы двѣ валентности: химическая и кристаллизаціонная, возрастающія въ каждомъ періодѣ одна навстрѣчу другой, и всѣ карбогидриды оказались бы въ этомъ отношеніи суммарно-шестивалентными, какъ археогелиды суммарно-восьмивалентны (см. табл. 44 и 45):

Однако не слѣдуетъ забывать, что карбогидридные цѣпи, при современныхъ космическихъ условіяхъ, не являются еще окончательно сформировавшимися химическими индивидуумами въ родѣ атомовъ: это новые атомы въ моментъ ихъ возникновенія. Ихъ срединныя звенья обладаютъ значительной долей своей первоначальной индивидуальности, а потому могутъ привлекать къ себѣ и кристаллизаціонную воду и даже гидроксигироваться, какъ это мы находимъ у глюкозъ. Хотя

Таблица 44.

Типическія схемы полного идеального оводнения карбогидридныхъ соединеній въ кристаллахъ.

							Структурный элемент
$R y_6$	$R y_5$	$R y_4$	$R y_3$	$R y_2$	$R y_1$	$R y_0$	Валентность по галогену (и кислороду)
$R Q_0$	$R Q_1$	$R Q_2$	$R Q_3$	$R Q_4$	$R Q_5$	$R Q_6$	Валентность по кристаллической воде
$6+0=6$	$5+1=6$	$4+2=6$	$3+3=6$	$2+4=6$	$1+5=6$	$0+6=6$	Сумма валентностей
Типъ 6	Типъ 5	Типъ 4	Типъ 3	Типъ 2	Типъ 1	Типъ 0	Типы

Таблица 45.

Типическія схемы полного идеального оводнения археогелидныхъ соединеній въ кристаллахъ.

								Структурный элемент (по идеальным формулам)
$R y_1$	$R y_2$	$R y_3$	$R y_4$	$R y_5$	$R y_6$	$R y_7$	$R y_8$	Валентность по галогену и кислороду
$R Q_7$	$R Q_6$	$R Q_5$	$R Q_4$	$R Q_3$	$R Q_2$	$R Q_1$	$R Q_0$	Валентность по кристаллической воде
$1+7=8$	$2+6=8$	$3+5=8$	$4+4=8$	$5+3=8$	$6+2=8$	$7+1=8$	$8+0=8$	Сумма валентностей
Типъ 7	Типъ 6	Типъ 5	Типъ 4	Типъ 3	Типъ 2	Типъ 1	Типъ 0	Типы

На обѣихъ таблицахъ,  $Y$  означаетъ пай галоида (или  $1/2$  пая кислорода), а  $Q$  полъ-пая кристаллизационной воды, привлекаемой однимъ паемъ  $R$  данного вещества. Типическія схемы у археогелидовъ представляютъ лишь графическое видоизмѣненіе тѣхъ, которыя представлены внизу табл. къ главѣ IX, только элементарные заряды  $Kt$  замѣщены здѣсь атомами галоида  $Y$  (или равнозначущими радикалами), а заряды  $Ap$  обратились въ комплексы, связывающіе данный атомъ съ водородомъ его кристаллизационной воды.



правило объ обратномъ направленіи возрастанія валентности по кислороду сравнительно съ возрастаніемъ валентности по кристаллизационной водѣ и здѣсь имѣеть мѣсто для каждаго даннаго періода, однако здѣсь еще нельзя сказать, что всѣ періоды системы будутъ суммарно-равновалентны.

Въ заключеніе прибавимъ, что циклическіе карбогидриды еще менѣе изслѣдованы по отношенію къ кристаллизационной водѣ, чѣмъ перечисленные нами нормальные. Поэтому мы не можемъ сказать о нихъ ничего особеннаго, кромѣ того, что кристаллы ихъ растворимыхъ соединеній почти всегда безводны. Это же можно замѣтить и у большинства циклическихъ археогелидовъ, напримѣръ: Sc, It, Ti, Zr, V, Nb, Ta и т. д.

## Г Л А В А VIII.

### **О происхожденіи современныхъ минеральныхъ элементовъ.**

Параллелизмъ въ измѣненіи химическихъ свойствъ и спектральныхъ линій позволить, безъ сомнѣнія, установить когда-нибудь химическую исторію тѣлъ по простому наблюденію испускаемаго ими свѣта.

*Lecoq de Boisbaudran (Spectres lumineux).*

Послѣ всего, что мы успѣли установить въ предыдущемъ изложеніи относительно строенія атомовъ, не остается никакого сомнѣнія, что въ космической жизни небесныхъ свѣтилъ, археогелиды являются сравнительно позднимъ продуктомъ. Допускать существованіе современныхъ минеральныхъ элементовъ въ той первичной туманности, изъ которой, по гипотезѣ Лапласа, произошла наша солнечная система,

было бы съ новой точки зрѣнія также невозможно, какъ утверждать, что въ этой же самой туманности уже присутствовали и углеводороды нефти.

По изслѣдованіямъ J. Violle (С. R. 1895) точка кипѣнія углерода лежитъ около  $3600^{\circ}$ , а потому всѣ многозвенные карбогидриды должны разложиться при этой температурѣ, или нѣсколько высшей, на свои отдѣльныя звенья, вслѣдствіе уничтоженія у атомовъ углерода склонности къ полимеризаціи.

Точно такъ же и у центральнаго компонента археогелидовъ, который мы обозначаемъ символомъ Z, должно было совершенно исчезнуть его стремленіе къ полимеризаціи при нѣкоторой температурѣ, едва ли превышающей 10—20 тысячъ градусовъ, а въ такомъ случаѣ неизбѣжна диссоціація почти всѣхъ минеральныхъ элементовъ на ихъ отдѣльныя звенья или компоненты Z, x и h.

И дѣйствительно, физическая астрономія даетъ намъ довольно ясныя указанія, что наше предположеніе справедливо.

До настоящаго времени, изъ многочисленныхъ туманностей, въ которыхъ можно предполагать простое скопленіе газообразныхъ веществъ, около 50 (по Шейнеру) обнаружили спектръ достаточно ясный для его изслѣдованія съ помощью современныхъ астрофизическихъ приборовъ. По внѣшнему виду, ихъ можно раздѣлить на круглыя или эллиптическія (какова, на примѣръ, открытая еще Гершелемъ туманность въ Водолеѣ,  $20^{\text{h}} 26^{\text{m}}$  прямого восх. и  $19^{\circ} 9'$  южн. склоненія) и на совершенно неправильныя, напоминающія клочковыя или кучевыя облака. Представителемъ послѣднихъ служитъ знаменитая туманность въ Орионѣ, центръ которой прекрасно видѣнъ простымъ глазомъ подъ тремя яркими звѣздами пояса Ориона. Несмотря

на рѣзкую разницу во внѣшней формѣ, обѣ группы обнаруживаютъ тотъ же самый химическій составъ: у всѣхъ оказываются 4 главные линіи, которыя, большею частью, только однѣ и можно наблюдать. На приложенной табличкѣ показана длина ихъ волнъ въ милліонныхъ доляхъ милліметра и яркость по 10-бальной системѣ.

Яркость.	Длина волны (въ $\mu$ ).	Х а р а к т е р и с т и к а.
10	500,43	Зеленая проблематическая линія, которую нельзя смѣшивать съ линіей азота.
5	495,72	Зелено-голубая, совершенно неизвѣстнаго вещества, характерная для всѣхъ туманностей.
8	486,09	Зелено-голубая, принадлежитъ водороду.
1	484,67	Синяя, принадлежитъ водороду.

Кромѣ этихъ характерныхъ линій, Гиггинсъ открылъ, путемъ фотографированія, еще нѣсколько чрезвычайно тонкихъ линій въ ультрафіолетовой части спектра, но о нихъ еще нельзя сказать ничего опредѣленнаго, хотя нѣкоторые и замѣчаютъ въ нихъ отдаленное сходство съ линіями желѣза и магнія, которыхъ, по всей вѣроятности, совсѣмъ нѣтъ въ этихъ туманностяхъ.

Разсматривая вышеприведенную таблицу, мы узнаемъ въ составѣ туманностей лишь одинъ находящійся и въ нашей солнечной системѣ элементъ,—водородъ, да и тотъ въ какомъ-то особомъ состояніи, потому что у него недостаетъ здѣсь главной фрауэнгоферовой линіи  $C = 656,3 \mu$ <sup>1)</sup>, которая особенно характеризуетъ его въ хромосферѣ солнца.

<sup>1)</sup>  $\mu$ —обозначаетъ микро микронъ или милліонную долю милліметра.

Изъ остальныхъ двухъ линій, менѣе яркая, принадлежитъ какому-то особому веществу, отсутствующему на всѣхъ изслѣдованныхъ до сихъ поръ звѣздахъ.

Точно также и самая яркая линія туманностей, съ длиной волны  $= 500,43 \mu$ , не найдена ни на одномъ изъ сложившихся свѣтилъ. Нѣкоторые астрономы старались приписать ее азоту, но это едва ли возможно. Прежде всего азотъ, какъ типическій металлоидъ, въ раскаленномъ состояніи не даетъ никакихъ линій въ видимой части спектра. Только при разрывномъ разрядѣ у него получается хорошій спектръ, съ большимъ количествомъ линій и полосъ, между которыми, дѣйствительно, есть одна линія почти съ такой же длиной волны  $\lambda = 500,2$ , какъ у туманностей. Но если мы припомнимъ, что вся видимая область солнечнаго спектра въ буквальномъ смыслѣ иссѣчена чертами архегелидовъ, то совпаденіе одной изъ этихъ черточекъ съ одной изъ главныхъ четырехъ линій туманностей не будетъ представлять для насъ ничего удивительнаго. Пока въ туманностяхъ не найдено хотя бы двухъ—трехъ изъ главныхъ линій азота, характеризующихъ его спектръ при разрывномъ электрическомъ разрядѣ, до тѣхъ поръ и главную линію туманностей  $\lambda = 500,4 \mu$ , приходится считать представительницей одного изъ болѣе первичныхъ элементовъ, вѣроятно, принадлежащихъ къ системѣ водорода и гелія. Что же касается азота, то до настоящаго времени мы не имѣемъ никакихъ указаній даже относительно его существованія на солнцѣ или на другихъ звѣздахъ.

Въ наиболѣе изслѣдованной изъ всѣхъ туманностей—туманности Оріона, окружающей звѣзду  $\theta$  этого созвѣздія (фиг. 1 на стр. 306), открыты, кромѣ этихъ

трехъ надзвѣздныхъ элементовъ, признаки и другихъ. Хотя и очень не ярко, но въ ней видна главная линия гелія (=587,6  $\mu$ ), а затѣмъ, кромѣ нея, еще серия другихъ линий, которыя мы приводимъ по Кемпбеллю, на слѣдующей таблицѣ:

Свѣтлыя линіи въ туманности Оріона.

He	587,6—линія гелія, видимая лишь черезъ ортохроматическую пластинку.
	500,7 — главная линия всѣхъ туманностей, проблематическая.
	495,9 — вторая линия всѣхъ туманностей, проблематическая.
H $\beta$	486,1 — очень яркая линия водорода.
	471,6 — яркая проблематическая.
	466,2 — яркая проблематическая.
He	447,2 — очень яркая, принадлежащая гелію.
He	438,9 — яркая линия гелія.
	436,4 — яркая проблематическая.
H $\gamma$	434,1 — самая яркая, принадлежитъ водороду.
	426,5 — очень слабая проблематическая.
	423,0 — очень слабая проблематическая.
He	414,3 — слабая линия гелія.
	412,1 — слабая проблематическая.
H $\delta$	410,2 — очень яркая линия водорода.
	406,7 — яркая проблематическая.
He	402,6 — яркая линия гелія.
H $\epsilon$	396,9 — очень яркая линия водорода.
H $\zeta$	388,9 — яркая линия водорода.
	386,9 — яркая проблематическая.
H $\eta$	383,5 — яркая линия водорода.
H $\theta$	379,8 — слабая линия водорода.
H $\iota$	377,0 — слабая линия водорода.
H $\chi$	374,9 — очень слабая линия водорода.
	372,7 — очень яркая проблематическая.

Всего интереснѣе то, что хотя составъ туманности Оріона и одинаковъ почти на всемъ протяженіи, но процентное содержаніе веществъ мѣняется по мѣрѣ движенія отъ ея внутреннихъ областей къ наружнымъ. Наблюдая одну изъ небольшихъ туманностей плане-

гарнаго типа, находящуюся въ этой области неба, Кемпбелль замѣтилъ по измѣненіямъ въ напряженности линій водорода и особенно яркихъ линій, принадлежащихъ гелію и какому-то еще неизвѣстному веществу, что это послѣднее вещество особенно скопилось во внутреннихъ областяхъ и какъ-бы окружено атмосферой изъ водорода. Отсюда можно заключить, что внутри этой туманности уже началось выдѣленіе какого-то основнаго, болѣе плотнаго вещества, которое должно послужить центромъ вновь образующейся звѣздной системы.

Переходя теперь къ разсмотрѣнію химическаго состава уже сформировавшихся свѣтилъ, мы должны прежде всего замѣтить, что, по своему сравнительному возрасту, различныя звѣзды также отличаются между собою, какъ, по выраженію Араго, деревья дѣвственнаго лѣса. Вотъ почему, при простомъ сравненіи различныхъ небесныхъ свѣтилъ, мы какъ бы наблюдаемъ ихъ отъ самаго момента ихъ зарожденія и до конца.

Очень молодыя свѣтила и особенно ихъ фотосферы должны испускать лишь такія серіи лучей, которыя находятся далеко въ ультрафіолетовой части спектра, а потому недоступны для нашего зрѣнія,

Однако фотографія успѣла оказать и въ этомъ отношеніи уже значительныя услуги, открывъ нѣсколько туманностей, которыхъ нельзя разсмотрѣть даже въ очень сильныя телескопы, потому что вся серія испускаемыхъ ими лучей обладаетъ чрезвычайно малыми длинами волнъ. Такова, на примѣръ, спиральная туманность (сфотографированная Раул'емъ и Prosper. Henry) вокругъ звѣзды Майа въ Плеядахъ. Было бы въ высшей степени интересно подробнѣе изслѣдовать спектры такихъ свѣтилъ, такъ какъ по самой природѣ своего излученія свѣтила эти должны состоять изъ

невѣдомаго для насъ комплекса болѣе первичныхъ элементовъ.

Однако изслѣдованія крайнихъ ультрафіолетовыхъ областей спектра звѣздъ, насколько мнѣ извѣстно, почти и не начинались по причинѣ техническихъ трудностей <sup>1)</sup>. Поэтому, въ настоящее время, намъ ничего не остается дѣлать, какъ только разсмотрѣть свѣтила лишь въ томъ періодѣ ихъ жизни, когда на нихъ возникаютъ или присутствуютъ химическіе индивидуумы, производящіе въ окружающей ихъ свѣтоносной средѣ ритмическія деформациі, или колебанія, доступныя для нашего глаза.

Такими химическими индивидуумами являются, къ сожалѣнію, только одни археогелиды, да отчасти карбогидриды и нѣкоторые изъ болѣе первичныхъ элементовъ, каковы гелій и водородъ.

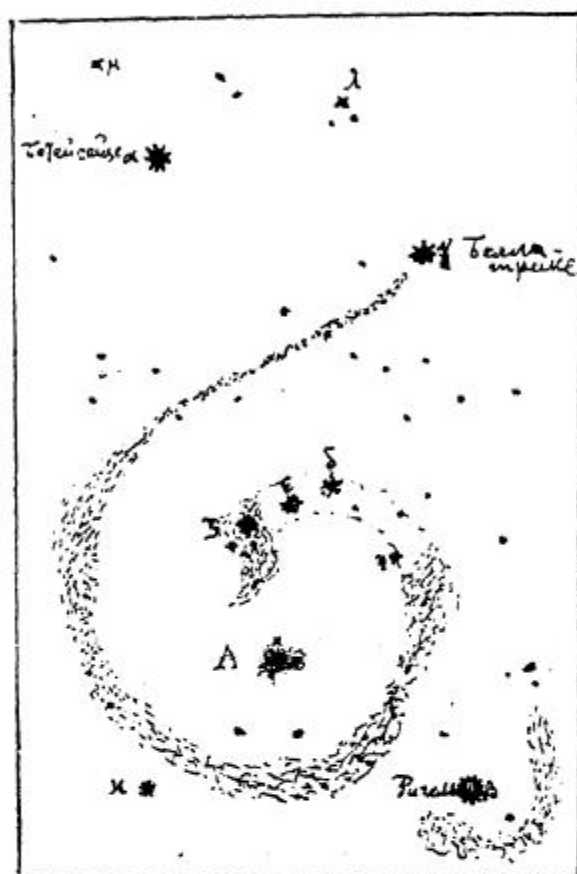
Извѣстно, что, по высотѣ температуры, всѣ видимыя звѣзды можно раздѣлить (какъ это и сдѣлалъ Секки) на четыре типа, связанные между собой всевозможными переходными подраздѣленіями.

Изъ звѣздъ **перваго типа**, излучающихъ синеватый или голубоватый свѣтъ съ огромнымъ количествомъ ультрафіолетовыхъ лучей <sup>2)</sup> и отличающихся особенно высокими степенями каленія, наиболѣе, замѣчательны  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  и нѣсколько другихъ меньшей величины, составляющихъ, повидимому, свою собственную систему въ созвѣздіи Ориона (фиг. 1). Въ этой группѣ, опутанной спиральными отвѣтвленіями величайшей въ видимомъ нами мірѣ туманности, спектроскопъ не

<sup>1)</sup> Только для солнца сдѣлано уже кое-что и въ этомъ направленіи.

<sup>2)</sup> Значительная часть ихъ синихъ лучей поглощается нашей атмосферой, а потому эти свѣтила намъ кажутся болѣе бѣлыми, чѣмъ они есть на самомъ дѣлѣ. Поэтому ихъ и называютъ, не совсѣмъ правильно, *бѣлыми* звѣздами.

показываетъ кромѣ, гелія, почти никакихъ знакомыхъ намъ линій, иногда даже и водородныхъ, хотя этотъ элементъ, какъ мы уже знаемъ, и обнаруженъ въ головѣ туманности, т.-е. той ея блестящей части А,



Фиг. 1.

Туманность Орiona по Барнаду.  
 А—Видимая простымъ глазомъ центральная часть туманности, гдѣ вещество особенно сгущено. Вокругъ нея отъ  $\zeta$  до  $\gamma$  идетъ спиральное отѣтвление, видимое только на фотографическихъ пластинкахъ. Около Ригеля вторая вѣтвь. Контуры всѣхъ трехъ отѣловъ нельзя точно опредѣлить: они сливаются съ общимъ фономъ неба.

которая только одна и видима простымъ глазомъ. На всѣхъ этихъ звѣздахъ особенно отчетливо замѣтна лишь вторая линія  $\lambda = 447,14 \mu$ , гелія, особенно характерная для данной системы и ея центральной туманности, да еще для фотосферы Альголя въ созвѣздіи Персея, лежащаго на разстояніи цѣлыхъ 40 градусовъ отъ Орiona.



Таблица 46.

Спектръ земнаго гелія, выдѣляемаго урановыми минералами и сравненіе его со спектромъ солнечной атмосферы и звѣздъ Оріона.

Ж. Ф. Х. Об. 27 (2) 140.

Интенсивность земныхъ газовъ	Интенсивность линий хромосферы.	Спектръ газовъ назъ урановыхъ минераловъ (по Локіеру).	Спектръ тѣхъ же газовъ по Клеве.	Спектръ тѣхъ же газовъ по Деляндру.	Спектръ хромосферы солнца по Локіеру.	Спектръ хромосферы по Лонгу и Деляндру.	Линіи спектра солнца, сфотографированыя при затмѣніи 1893 г. по Локіеру.	Линіи звѣздъ Оріона, по Локіеру. (Беллатрикса и туманности Оріона).													
									2	4 20	5 50	10 90	4 2	9 10	6 8	7 2	8 25	4 1	6 1	5	5
—	—	—	—	728,5	—	—	—	—													
Красн.	—	706,55	—	706,55	706,55	706,55	—	—													
Желт.	—	—	667,7	667,8	—	667,83	—	—													
Желт.	—	587,598	587,59D <sub>3</sub>	587,60D <sub>3</sub>	587,598	587,60D <sub>3</sub>	—	—													
Зеленый	—	—	504,8	504,84	—	504,82	—	—													
	—	—	501,6	501,60	—	501,58	—	—													
	—	—	492,2	492,22	—	492,23	—	—													
	—	—	471,35	471,335	—	471,34	—	—													
	—	—	458,0	—	—	—	—	—													
	—	—	452,2	—	—	452,27	—	452,29													
	—	—	451,5	—	—	451,47	—	451,45													
	—	—	447,1	—	—	—	—	—													
	—	—	445,3	—	—	—	—	445,40													
	—	—	439,8	—	—	—	—	—													
Синій	—	439,0	—	—	439,92	—	439,07	—													
	—	434,7	—	—	—	—	—	438,90													
	—	433,8	—	—	438,92	438,95	439,00	434,60													
	—	418,2	—	—	—	—	—	433,80													
	—	417,7	—	—	—	—	—	—													
	—	414,5	—	—	—	—	417,78	417,80													
	—	—	—	—	—	—	414,40	414,40													
	—	414,2	—	—	414,39	—	—	—													
	—	—	—	—	—	—	—	—													
	—	402,65	—	—	412,09	—	—	—													
Ультрафиолетовый	—	398,2	—	—	402,62	—	402,65	402,65													
	—	—	—	—	—	—	398,20	—													
	—	394,7	—	—	396,46	—	396,40	—													
	—	—	—	—	—	—	—	—													
	—	388,9	—	—	—	—	394,60	—													
	—	—	—	—	388,875	—	—	—													
	—	—	—	—	—	388,87	388,91	388,9													
	—	—	—	—	381,77	—	—	—													
	—	—	—	—	370,54	—	—	—													
	—	—	—	—	361,38	—	370,59	—													
—	—	—	—	344,77	—	—	—														
—	—	—	—	318,77	—	—	—														
—	—	—	—	294,57	—	318,95	—														

Примѣчаніе: Первые два столбца даютъ интенсивность ли ній; для земныхъ веществъ она считается отъ 1 до 10, а для небесныхъ отъ 1 до 100 единицъ интенсивности. Чернымъ обведе ны тѣ линіи, которыя совпадаютъ съ тремя постоянными линіями солнечной атмосферы. Длины волнъ даны въ миллионныхъ доляхъ миллиметра (микро-микронахъ —  $\mu$ ).

Въ этой замѣчательной группѣ свѣтилъ мы имѣемъ, повидимому, представителей такого періода космическаго развитія звѣзды, когда водородъ еще не могъ образовать хромосферы надъ ея поверхностью, вѣроятно, вслѣдствіе слишкомъ высокой температуры и, зависящихъ отъ нея, слишкомъ большихъ поступательныхъ движеній мелкихъ молекулъ водорода, уносящагося за сферу притяженія такихъ свѣтилъ. Даже гелій, и тотъ, какъ будто, не успѣлъ еще окончательно сформироваться на ихъ поверхности, потому что его главная линія  $D_3=587,6$   $\mu$  здѣсь едва замѣтна, а въ такомъ случаѣ здѣсь не могло образоваться и археогелидовъ.

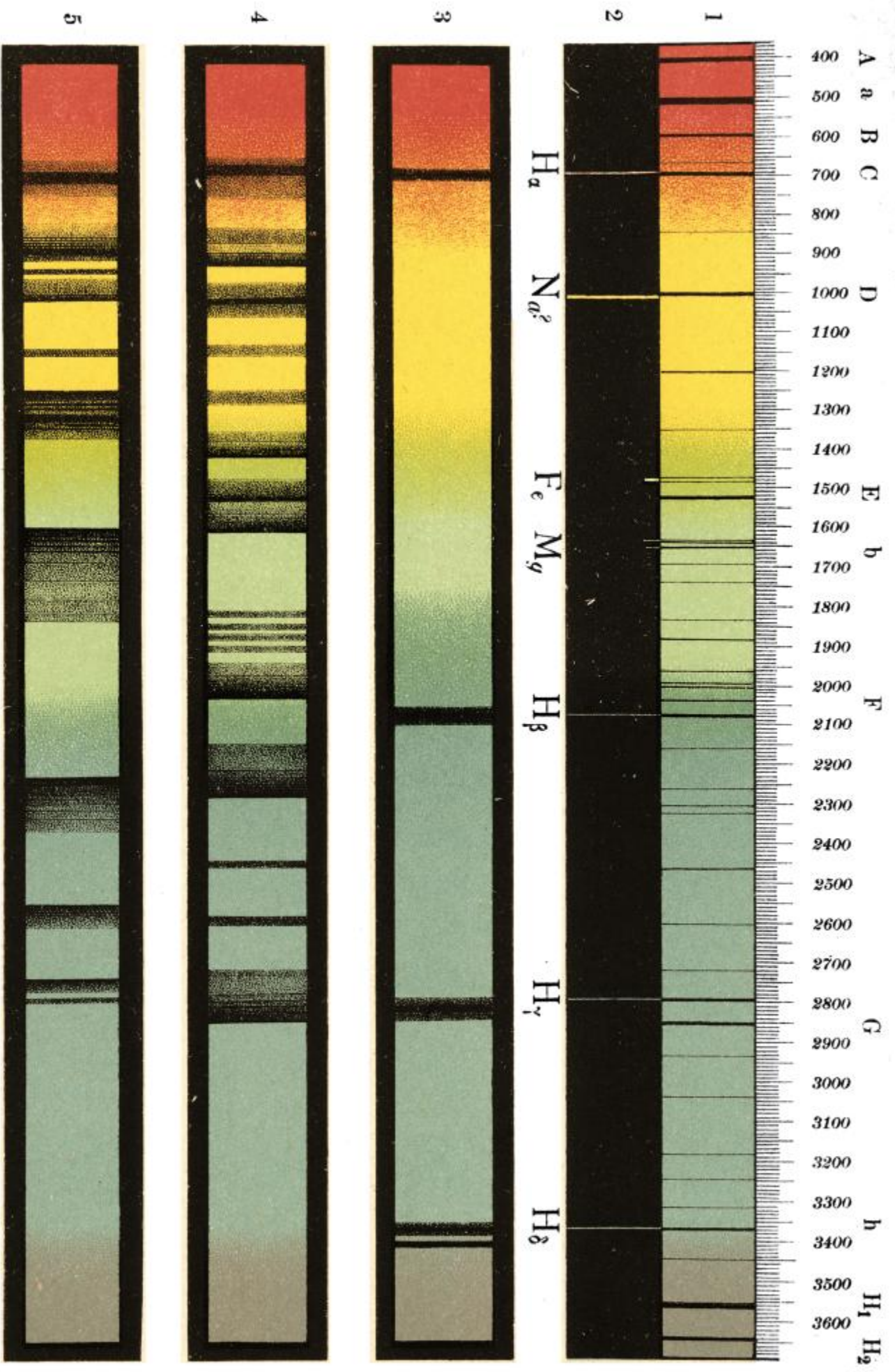
Хотя нѣкоторые астрономы и стараются отождествить нѣсколько чрезвычайно тонкихъ и неясныхъ черточекъ, видимыхъ на тѣхъ или другихъ изъ свѣтилъ типа *Оріона*—съ линіями желѣза, но спектры этого металла такъ изсѣчены повсюду сотнями мелкихъ чертъ, что совпаденія двухъ-трехъ случайныхъ линій становаются здѣсь почти неизбѣжными. По всей вѣроятности, на этихъ свѣтилахъ еще совсѣмъ нѣтъ представителей системы археогелидовъ или же существуютъ только нѣкоторые изъ нихъ, да и то лишь въ моментъ своего образованія и диссоціаціи. Но, взамѣнъ этого, можно ожидать, что изслѣдованіе невидимыхъ частей спектровъ укажетъ намъ въ этихъ случаяхъ цѣлыя серіи совершенно своеобразныхъ линій и обнаружить, можетъ быть, существованіе на такихъ свѣтилахъ новой періодической системы химическихъ индивидуумовъ, которая такъ же относится къ археогелидамъ, какъ эти послѣдніе къ карбогидридамъ.

При нѣкоторомъ пониженіи температуры звѣзднаго ядра (напр.,  $\gamma$   $\beta$  — Лиры и  $\gamma$  — Кассіопеи принадлежащихъ къ этому же, I типу Секки) выступаютъ, какъ пред-

вѣстники возникновенія системы археогелидовъ, линіи двухъ изъ ихъ компонентовъ: гелія и водорода. И замѣчательно, что эти линіи оказываются свѣтлѣе сплошного фона внутренняго ядра звѣзды, а потому рисуются на спектральномъ полѣ не въ видѣ темныхъ черточекъ поглощенія, а въ видѣ свѣтлыхъ поперечныхъ насѣчекъ. Не свидѣтельствуетъ ли это, что нижнія области такихъ свѣтилъ, дающія сплошной спектръ, излучаютъ, главнымъ образомъ еще ультра-фіолетовые лучи, а потому свѣтятся для нашего глаза сравнительно слабо? Другого рѣшенія, мнѣ кажется нельзя найти, потому что допускать, что ядро этихъ свѣтилъ холоднѣе ихъ наружныхъ оболочекъ такъ же неправдоподобно, какъ, на примѣръ, сказать, что верхніе слои земной атмосферы могутъ обладать вообще болѣе высокой температурой, чѣмъ земная поверхность. А воображать ихъ фотосферы неизмѣримо громадными оболочками водорода и гелія, затемняющими свѣтъ центральнаго ядра, тоже нѣтъ особенныхъ основаній.

На дальнѣйшей и послѣдней ступени охлажденія голубо-капильныхъ звѣздъ I-го типа, находится почти половина всѣхъ, видимыхъ на нашемъ небѣ. Характерной ихъ особенностью является необыкновенное развитіе водорода, пять главныхъ линій котораго, пересѣкаютъ поле спектра темными отчетливыми полосами, свидѣтельствующими о необыкновенной толщинѣ водородныхъ оболочекъ (спектръ З, на табл. 47) <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Мы нарочно взяли спектральную таблицу (табл. 45) изъ „Описательной Астрономіи“ М. Хандрикова (1886 г.) въ виду того, что на ней представленъ *общій* видъ звѣздныхъ спектровъ для каждаго изъ 4 типовъ Секки, оставляя въ сторонѣ частности второстепенныхъ подраздѣленій. Прекрасный обстоятельный обзоръ этого предмета въ его современномъ состояніи даетъ А. Fowler (Knowledge, 1903 г.) въ своей статьѣ „The Chemistry of the Stars“. Всѣ подраздѣленія Секки удержаны, но введены еще и переходные типы, сглаживающіе рѣзкіе скачки.



1. Солнечный спектр, спектр II-го типа.
2. Спектр хромосферы солнца.
3. Спектр I-го типа.
4. Спектр III-го типа.
5. Спектр IV-го типа.

Повидимому, большая часть водорода еще не поглощена на этихъ свѣтилахъ въ качествѣ третьяго компонента (h) возникающими на нихъ археогелидами, а въ такомъ случаѣ, вся система этихъ химическихъ индивидуумовъ должна отличаться тамъ такою же стройностью (и математической правильностью въ приращеніяхъ атомныхъ вѣсовъ по мѣрѣ приращенія валентности), какъ у насъ на землѣ система карбогидридовъ.

У крайнихъ представителей описываемой теперь огромной группы свѣтилъ (Регула,  $\beta$  — Вѣсовъ,  $\alpha$  — Офіуха и т. д.), еще нельзя замѣтить почти никакихъ другихъ линій, кромѣ водородныхъ. У среднихъ представителей, къ которымъ относится большинство звѣздъ первой величины (Сиріусъ, Вега и др.) уже замѣтны очень хорошо чрезвычайно тонкія, но ясныя, черты желѣза. Повидимому этотъ металлъ возникаетъ однимъ изъ первыхъ среди всѣхъ остальныхъ археогелидовъ (если онъ дѣйствительно принадлежитъ къ ихъ системѣ, а не внесенъ туда по поверхностному сходству) и пары его составляютъ одну изъ существенныхъ частей звѣздныхъ атмосферъ въ періодъ ихъ голубоватаго и бѣлаго каленія. Для остальныхъ металловъ найдены здѣсь черточки натрія, магнія и нѣкоторыхъ другихъ, однако въ виду возможности случайнаго совпаденія одной или двухъ едва замѣтныхъ линій, еще нельзя сказать, чтобы существованіе этихъ металловъ было вполне доказано въ фотосферахъ обычныхъ свѣтилъ перваго типа.

Однако у послѣднихъ представителей этой группы, на примѣръ, у Атаира ( $\alpha$  — Орла), служащаго переходомъ къ слѣдующему II-му типу, спектроскопъ обнаруживаетъ уже много металлическихъ линій. На этихъ звѣздахъ несомнѣнно образовалось нѣсколько различныхъ археогелидовъ, но и у нихъ находимъ мы ха-

ракетное различіе съ вполнѣ сложившимися солнечными и земными образчиками. Ихъ линіи какъ будто нѣсколько растушевались и слились въ полоски, какъ бы указывая этимъ, что ихъ компоненты  $Z$ ,  $x$  и  $h$  еще не вполнѣ спаялись другъ съ другомъ, и потому, при взаимныхъ столкновеніяхъ, атомы этихъ археогелидовъ еще не могутъ вибрировать какъ цѣльные, недѣлимые камертончики, дающіе вполнѣ чистыя и опредѣленныя системы свѣтовыхъ волнъ.

Растушеванность линій и полосатость спектра показываетъ, что индивидуальность химическихъ единицъ у археогелидовъ здѣсь почти такъ же несовершенна, какъ и у карбогидридовъ тоже дающихъ при обычныхъ земныхъ температурахъ пока только полосатый спектръ. Изъ этого мы заключаемъ, что система археогелидовъ слагается лишь въ концѣ того періода жизни свѣтила, когда при своемъ послѣдовательномъ остываніи они переходятъ изъ перваго типа во второй.

Во **второмъ типѣ**, къ которому принадлежитъ около трети всѣхъ изслѣдованныхъ звѣздъ, спектроскопъ открываетъ, наконецъ, совершенно ясно и отчетливо всѣ главнѣйшіе металлическіе археогелиды и при этомъ въ такомъ же самомъ, вполнѣ сложившемся состояніи, въ какомъ они находятся на солнечной поверхности. (Спектръ 1, табл. 47).

Этотъ II-й типъ не совсѣмъ удачно называютъ «желтыми» звѣздами, хотя на самомъ дѣлѣ принадлежащія къ нему свѣтила находятся въ крайней степени бѣлаго каленія. Онѣ кажутся намъ желтоватыми только потому, что земная атмосфера сильнѣе поглощаетъ ихъ синіе лучи, чѣмъ красные. Температура ихъ поверхностей по новѣйшимъ изслѣдованіямъ должна быть приблизительно между четырьмя и десятью тысячами градусовъ. Такъ, по крайней мѣрѣ,

# Таблица 48.

## Періодическая система археогелидовъ на солнцѣ.

(Вполнѣ установлены только тѣ, которые обозначены черными буквами).

1	Li 1 <sub>L</sub>	Be 3 <sub>L</sub>	B	C R	N	O	F	
2	Na 11 <sub>R</sub>	Mg 20 <sub>R</sub>	Al 4 <sub>R</sub>	Si R	P	S	Cl	
3			Sc R	Ti 118 <sub>A,Th</sub>	V 200 <sub>R</sub>	Cr 18 <sub>R,Th</sub>	Mn 57 <sub>A,Th</sub>	Ni 33 <sub>A,Th</sub>
4	K 2 <sub>L</sub>	Ca 75 <sub>R</sub>				Fe 2008 <sub>R</sub>	Co 19 <sub>A,Th</sub>	
5	Cu 2 <sub>R</sub>	Zn 2 <sub>L</sub>	Ga	Ge R	As	Se	Br	
6			75 <sub>R</sub>	R	A	4 <sub>L</sub>		
7	Rb	Sr 4 <sub>L</sub>	It R	Zr R	Nb R	Mo 4 <sub>L</sub>	Rh R	Ru? Pd 5 <sub>L</sub>
8	Ag 2 <sub>R</sub>	Cd 2 <sub>L</sub>	In?	Sn R	Sb	Te	I	
9					Pr			
10	Cs	Ba 11 <sub>A,Th</sub>	La R	Ce 2 <sub>L</sub>	Nd R			
11				Tb	Er			
12					Ta?	W?		
13						Ir?	Os?	Pt?
14	Au	Hg	Tl?	Pb 3 <sub>L</sub>	Bi			
15						Th?		U 3 <sub>L</sub>

Цифры около названій элементовъ показываютъ число найденныхъ у нихъ линій спектра, совпадающихъ съ ихъ земными представителями. Подстрочныя или надстрочныя буквы обозначаютъ изслѣдователей: R—Rowland, L—Lockyer, A—Angström, Th.—Thalen. Красныя буквы съ вопросомъ обозначаютъ элементы, присутствіе которыхъ на солнцѣ еще сомнительно. Красныя буквы—элементы, которыхъ искали, но не могли найти въ солнечной фотосферѣ.

можно сказать о солнцѣ, ихъ наиболѣе изслѣдованномъ представителѣ. По лучшему изъ примѣнявшихся до сихъ поръ методовъ изслѣдованія его температуры, такъ называемому «оптическому методу» (состоящему въ опредѣленіи максимума энергіи излученія въ спектрѣ) Paschen, Lummer и Pringsheim (Nat.-Wiss. Wochenschr. 4.438 (1905 г.) опредѣляютъ максимумъ его температуры, въ  $5880^{\circ}$  abs. и минимумъ въ  $5260^{\circ}$  abs. На этомъ свѣтилѣ до послѣдняго времени успѣли установить, кромѣ надзвѣздныхъ элементовъ: коронія, водорода и гелія, составляющихъ самые верхніе слои ихъ атмосферы, присутствіе около 35 металлическихъ археогелидовъ, названіе и положеніе которыхъ въ ихъ періодической системѣ, читатель можетъ видѣть на приложенной табличкѣ (табл. 48). Однако помимо спектральныхъ линій извѣстныхъ намъ веществъ, спектроскопъ открываетъ на солнцѣ еще цѣлыя сотни и даже тысячи мелкихъ линій, которыя не могли пока отождествить ни съ однимъ изъ извѣстныхъ намъ минеральныхъ элементовъ.

Абсолютнымъ повтореніемъ солнца является Капелла въ созвѣздіи Возничаго, у которой Scheiner насчиталъ около 300 линій тѣхъ же самыхъ металловъ, что и на солнцѣ. Къ этой же группѣ относятся  $\alpha$  — Овна, Поллуксъ, Альдебаранъ и др. Однако и здѣсь замѣчаются всѣ различія и переходы къ сосѣднимъ типамъ по мѣрѣ постепеннаго уменьшенія температуръ каленія. У послѣднихъ представителей этихъ псевдожелтыхъ звѣздъ появляются въ фіолетовой части полосы поглощенія, зависящія, вѣроятно отъ того, что цѣлыя молекулы начинаютъ вибрировать, какъ одно физическое тѣльце, давая свои самостоятельныя системы свѣтовыхъ колебаній. Но особенно интереснымъ для нашей теоріи является въ этомъ типѣ



звѣздъ сильное ослабѣваніе водородныхъ линій. Не свидѣтельствуешь ли этотъ фактъ о томъ, что по мѣрѣ образованія археогелидовъ, водородъ дѣйствительно поглощался ими въ качествѣ третьяго компонента  $h$  ихъ атомовъ? Въ согласіи съ этимъ находится и сильное уменьшеніе количества гелія, который у большинства такихъ звѣздъ даже и совсѣмъ еще не найденъ, вѣроятно, по причинѣ слабости его линій.

Въ третьемъ типѣ, заключающемъ еще болѣе охлажденные звѣзды, линіи гелія, водорода и многихъ металловъ начинаютъ совершенно отсутствовать. Свѣтила этого типа (Спектръ 4, табл. 47) находятся въ состояніи оранжеваго и краснаго каленія, а потому температура ихъ фотосферъ или ядеръ, не можетъ быть выше  $1000^{\circ}$ , когда начинается уже бѣлое каленіе. Сюда относятся не болѣе  $\frac{1}{6}$  части изслѣдованныхъ спектроскопомъ звѣздъ видимаго неба. Между ними можно отмѣтить  $\alpha$  — Оріона (Бетейгейзе),  $\alpha$  — Геркулеса,  $\beta$  — Пегаса,  $\alpha$  — Скорпіона (Антаресь),  $\sigma$  — Кита (Мира) и др., менѣе блестящія. У большинства изъ нихъ еще можно замѣтить линіи знакомыхъ металловъ: у  $\alpha$  — Оріона Scheiner открылъ даже цѣлыхъ 169 линій съ длинами волнъ, заключающимися между 429  $\mu$  и 463  $\mu$ , большинство которыхъ принадлежитъ желѣзу. Но особенной характеристикой этихъ звѣздъ служатъ полосы поглощенія, рѣзко ограниченные со стороны фіолетовой части спектра и постепенно ослабѣвающія къ красному концу. Многіе изслѣдователи приписываютъ ихъ молекуламъ окисловъ и солей, которыя при низкихъ температурахъ начинаютъ вибрировать какъ цѣлыя физическія тѣла и поэтому могутъ давать свои собственные, хотя и нѣсколько «дребезжащія» (если можно такъ выразиться) свѣтовые тоны. Что же касается до самаго остыванія,

то оно, повидимому, не вполне одинаково на разныхъ мѣстахъ поверхности такихъ свѣтилъ, подобно тому, какъ мы видимъ это и на землѣ, гдѣ высокія плоскогорья на тѣхъ же самыхъ широтахъ уже очень сильно охладились, тогда какъ въ соответствующихъ имъ низменностяхъ и моряхъ, характеризующихся теплыми теченіями, господствуетъ еще сравнительно высокая температура. Неравномѣрность температуры разныхъ мѣстъ и обуславливаетъ переменность блеска есѣхъ этихъ красноватыхъ звѣздъ.

Теперь мы переходимъ къ послѣднему по степени остыванія четвертому звѣздному типу **Секки**, къ звѣздамъ, находящимся уже въ самой низшей степени краснаго или темно-краснаго каленія (отъ 700 до 500 С. по Пулье), когда они почти угасають (спектръ 5 табл. 47) для нашего зрѣнія. Изъ самаго этого опредѣленія видно, что такія свѣтила не могутъ намъ казаться особенно яркими, и дѣйствительно, изъ нихъ извѣстно лишь нѣсколько телескопическихъ представителей, т.-е. не выше 6-й величины. Таковы, на примѣръ, звѣзды № 152 и № 273 каталога красныхъ звѣздъ Schjellerup'a. На нихъ замѣтна еще натровая линія  $D = 589,7 \text{ м}\mu$ , и другая какая-то темная линія  $\lambda = 576 \text{ м}\mu$ . Но всего интереснѣе на свѣтилахъ 4-го типа, — это широкія полосы поглощенія, характеръ которыхъ противоположенъ полосамъ предыдущаго (3-го) типа: здѣсь онѣ рѣзко ограничены со стороны краснаго конца спектра и постепенно ослабѣвають къ фіолетовому. (Спектръ 5 табл. 47). Нѣкоторыя изъ этихъ полосъ несомнѣнно принадлежатъ углеводороднымъ соединеніямъ. Значитъ въ послѣдней эпохѣ краснаго каленія, представители періодической системы археогелидовъ уже начинаютъ медленно выходить изъ активнаго участія въ атмосферной жизни своего свѣтила и посте-

пенно замѣщаются на поверхности звѣзды первыми представителями періодической системой карбогидридовъ.

Такимъ образомъ спектроскопія вполне подтвердила наше предположеніе о томъ, что современные минеральные элементы земной поверхности, архегелиды, дѣйствительно, не могутъ быть первичными химическими элементами, заключавшимися еще въ туманностяхъ, изъ которыхъ образовались безчисленные «солнечныя системы» вселенной съ ихъ центральными звѣздами, планетами и ихъ спутниками. Всѣ эти окружающія насъ вещества возникли въ тотъ періодъ, когда поверхностные слои свѣтила перешли уже отъ ультрафіолетоваго каленія къ голубоватому и переходили къ бѣлому. Неизбѣжнымъ ихъ предвѣстникомъ являлось всегда огромное скопленіе въ атмосферѣ даннаго свѣтила перваго изъ извѣстныхъ намъ надзвѣздныхъ элементовъ — гелія, а затѣмъ и втораго — водорода, значительная часть котораго должна была въ послѣдствіи поглотиться въ видѣ третьяго компонента  $h$  уже сформировавшимися первичными архегелидами, а затѣмъ послужить источникомъ для образованія въ позднѣйшія эпохи и новыхъ химическихъ индивидуумовъ — карбогидридовъ.

Что же касается до архаическаго элемента  $Z$ , который играетъ роль углерода въ интра-атомныхъ цѣпяхъ архегелидовъ, то не зная пока его собственнаго спектра, мы, конечно, не можемъ опредѣлить и того, когда онъ впервые появляется на свѣтилахъ.

Значить, каждое свѣтило, совершенно независимо отъ другихъ, проходитъ въ своей космической жизни черезъ тѣ же самые циклы развитія, обнаруживая этимъ самымъ единство физическихъ законовъ, управляющихъ ростомъ и эволюціей небесныхъ тѣлъ.

Теперь намъ остается только сказать нѣсколько словъ о кометахъ и метеоритахъ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что первыя изъ нихъ сравнительно очень недавняго происхожденія. Мы знаемъ, что головы кометъ состоятъ, главнымъ образомъ, изъ углеводовъ, а кинетическая теорія газовъ въ приложеніи къ атмосферамъ свѣтилъ подсказываетъ, что космическія образованія такого состава могутъ быть результатами простыхъ «испареній» метана, ацетилена или этилена съ поверхностей небольшихъ свѣтилъ, на которыхъ сила тяготѣнія не въ состояніи противоудѣйствовать максимальнымъ скоростямъ молекулъ этихъ газовъ, улетающихъ изъ сферы вліянія ихъ родныхъ свѣтилъ. Потерявъ, наконецъ, свои первоначальныя скорости подъ дѣйствіемъ могучаго солнечнаго притяженія всѣ эти заблудившіяся молекулы снова могутъ скопляться въ отдаленныхъ областяхъ системы и падать по направленію къ солнцу по псевдо-параболическимъ (т.-е. длиннымъ эллиптическимъ) орбитамъ, какъ падаютъ дождевыя капли на поверхность земли.

Невольно приходитъ въ голову, что даже и небольшія между-звѣздныя туманности могли возникнуть тѣмъ же самымъ путемъ испаренія болѣе первичныхъ веществъ на очень сильно раскаленныхъ большихъ свѣтилахъ. Однако мы не можемъ здѣсь вдаваться въ подробности этого предмета, такъ какъ въ настоящее время намъ необходимо поговорить хоть немного и о тѣхъ химическихъ реакціяхъ на раскаленныхъ дѣбѣлахъ свѣтилахъ, которыя могли привести къ образованію на ихъ поверхностяхъ цѣлой системы археогелидовъ.

Посмотримъ, не окажетъ ли намъ и здѣсь какихъ-либо существенныхъ услугъ детальное знакомство съ химическими процессами, обуславливающими возник-

новеніе карбогидридовъ. Однако, чтобъ стоять, по возможности, на почвѣ конкретныхъ фактовъ, избѣгая всякихъ общихъ мѣстъ, разберемъ этотъ вопросъ на одномъ изъ частныхъ случаевъ. Посмотримъ, какимъ путемъ могли бы возникнуть археогелиды на земномъ шарѣ.

Мы знаемъ изъ теоріи Лапласа (которую напрасно называютъ до сихъ поръ гипотезой), что основное ядро земли образовалось, путемъ кольцеванія изъ веществъ, принадлежащихъ огромной атмосферѣ первичнаго солнца или даже изъ замѣщавшей его дискообразной туманности. Содержалъ ли этотъ зародышъ земли какія-нибудь изъ извѣстныхъ намъ археогелидовъ? Наша теорія прямо отвѣчаетъ, что этого не могло быть, такъ какъ современныхъ минеральныхъ элементовъ не существовало еще въ то время и на самомъ солнцѣ. А кинетическая теорія планетныхъ атмосферъ безусловно подтверждаетъ этотъ выводъ.

Со времени изслѣдованій Waterston'a, Jonston'a, Stoney и, наконецъ, въ послѣднее время G. H. Bryan'a <sup>1)</sup> не остается никакого сомнѣнія, что ни одного изъ легкихъ газовъ, составляющихъ въ настоящее время земную атмосферу, не могло въ ней быть въ свободномъ состояніи даже при температурѣ краснаго каленія земной поверхности. Огромныя молекулярныя скорости этихъ газовъ и даже паровъ легкихъ металловъ, каковы, напримѣръ, литій и берилій, очень скоро унесли бы эти вещества за предѣлы земнаго притяженія.

G. H. Bryan <sup>2)</sup>, допуская для простоты вычисленій, что поступательныя скорости молекулъ однѣ и тѣ же

<sup>1)</sup> Chem. News. 81, 217.

<sup>2)</sup> Тамъ же. Замѣтимъ кстати, что температура верхнихъ слоевъ нашей атмосферы не можетъ быть ниже температуры *затвердѣванія* кислорода или другихъ газовъ атмосферы, напримѣръ, аргона при низкихъ давленіяхъ, иначе мы никогда не видѣли бы яснаго неба (аргонъ замерзаетъ при—189,6 С., азотъ при—214 С.).

какъ вверху, такъ и внизу атмосферы, опредѣляетъ, что количество газа, равное его сплошному слою, покрывающему поверхность планеты на толщину въ 1 см., улетучилось бы въ мировое пространство въ слѣдующее число лѣтъ:

I. Для гелія на землѣ:

При темпер.—	73° С	въ	3,5.10 <sup>36</sup>	лѣтъ.
»	»	+	27°	» 8,4.10 <sup>10</sup> »
»	»	+	127°	» 600,000 »
»	»	+	327°	» 222 года.

II. Для водорода на землѣ:

При темпер.—	73° С	въ	8,4.10 <sup>10</sup>	лѣтъ.
»	»	—	23°	» 600,000 »
»	»	+	27°	» 222 года.

III. Для водяныхъ паровъ на Марсѣ:

При темпер.—	73° С	въ	12. 10 <sup>33</sup>	лѣтъ.
»	»	+	27°	» 1,9.10 <sup>16</sup> »
»	»	+	227°	» 430,000 »
»	»	+	327°	» 106 »

При дальнѣйшихъ повышеніяхъ температуръ, время разсѣянія начинаетъ опредѣляться уже часами и минутами.

Изъ этого неизбежно слѣдуетъ, что основныя ядра современныхъ планетъ, образовавшіеся отъ кольцеванія первичныхъ солнечныхъ оболочекъ, были значительно меньше, чѣмъ сами эти планеты въ настоящее время. Кромѣ того, они должны были состоять изъ очень тяжелыхъ по своей природѣ или очень сложныхъ по конструкціи молекулъ совершенно своеобраз-

наго характера. Тугоплавкость такихъ веществъ у земного шара должна была быть тоже чрезвычайно велика, а потому основное ядро земли, какъ это и слѣдуетъ изъ точныхъ астрономическихъ опредѣленій и геологическихъ соображеній, должно находиться въ настоящее время въ твердомъ состояніи <sup>1)</sup>. Вращаясь въ зодіакальной атмосферѣ въ продолженіи милліоновъ лѣтъ, первоначальныя вещества земного ядра, должны были удерживать при встрѣчѣ разсѣяныя въ ней молекулы надзвѣздныхъ элементовъ силами своего химическаго сродства, и это влекло за собой увеличеніе земного шара.

Уже въ самую послѣднюю эру космическаго развитія земли, кислородъ ея атмосферы вовлекъ въ ея составъ водородъ, молекулы котораго были въ то время разсѣяны далеко вокругъ солнца, какъ теперь молекулы коронія, и, вѣроятно вращались вокругъ солнца по тому же направленію, какъ и планеты. Въ результатъ появился современный водный океанъ, а его дѣйствіе на карбиды первичныхъ отложеній земного шара привело къ образованію окисловъ и гидратныхъ соединеній современной земной поверхности. Это сопровождалось выдѣленіемъ огромнаго количества ацетилена, періодически или постепенно сгоравшаго въ угольный ангидридъ и воду, при чемъ земная атмосфера, можетъ-быть, вспыхивала не разъ, какъ теперь

---

<sup>1)</sup> Ученіе о твердомъ состояніи внутренности земного шара было впервые обосновано Гопкинсомъ, Ляйелемъ, Пуллетъ-Скропомъ, Сарторіусомъ-фонъ-Вальтерсгаузенемъ и др. Оно развито далѣе многими позднѣйшими геологами. Однако большинство остается въ нерѣшительности, исходя изъ предвзятаго положенія, что внутренность земли состоитъ изъ тѣхъ же минеральныхъ элементовъ, какъ и поверхностные слои, а эти послѣдніе должны быть тамъ расплавлены и даже обращены въ газы. По нашему мнѣнію, ни одного изъ археогелидовъ нѣтъ уже на глубинѣ, превышающей сотню километровъ.

вспыхиваютъ по временамъ атмосферы такъ называемыхъ «временныхъ звѣздъ».

Въ еще болѣе раннюю эпоху жизни земного шара, когда ни водородъ, ни вода еще не могли держаться въ его атмосферѣ по причинѣ сильнаго жара, первичныя вещества, погребенныя теперь подъ толщами позднѣйшихъ образованій, точно такъ же должны были вовлечь въ составъ земли безчисленныя молекулы, разсѣяннаго тогда вокругъ солнца гелія и вызвать (путемъ химическаго соединенія съ его полуатомами) образованіе на землѣ своеобразнаго океана, въ которомъ роль водорода игралъ гелій, а роль кислорода—какое-то неизвѣстное или неузнанное нами болѣе первичное вещество. Понятно, что дѣйствіе этого геліеваго океана на химическіе индивидуумы, составлявшіе его почву могло метаморфизировать ея первичныя соединенія, аналогично тому, какъ дѣйствіе современнаго воднаго океана метаморфизируетъ въ настоящій геологическій періодъ поверхностныя горныя породы земного шара, начиная отъ самыхъ верхнихъ силикатовъ и кончая лежащими глубже карбидами металловъ.

Таковы въ общихъ чертахъ были основныя химическіе процессы, приведшіе земной шаръ къ его современному виду. Тѣ же самыя процессы, несомнѣнно, будутъ служить и для будущаго его развитія.

Обращаясь вмѣсто прошлаго къ будущему, мы не можемъ не указать на вѣроятность образованія, черезъ нѣсколько милліоновъ лѣтъ, на обледенѣлой землѣ еще новаго океана, вслѣдствіе осажденія на нее (и, вѣроятно, соединенія съ однимъ изъ ея собственныхъ химическихъ компонентовъ) безчисленныхъ молекулъ болѣе легкаго, чѣмъ водородъ коронія, переполняющихъ теперь зодіакальную атмосферу солнца.



Недавнія изслѣдованія Назини и Андерлини (спектральная линія  $\lambda = 531,6$ , найденная ими въ газахъ большой сольфатары въ Поццуоли <sup>1)</sup>) указываютъ, по видимому, что этотъ газъ уже и теперь начинаетъ поглощаться нѣкоторыми земными веществами (вѣроятно, ацетиленомъ?) Вспомнивъ о ледящемъ холодѣ, который долженъ царить теперь на поверхности нашего сосѣда Марса, невольно приходитъ въ голову, не состоитъ ли его океанъ именно изъ этого вещества, привлеченнаго въ его атмосферу однимъ изъ газообразныхъ карбогидридовъ, замѣщающихъ, можетъ быть, на этой планетѣ его предшественниковъ археогелидовъ? Но, къ сожалѣнію, спектроскопъ еще не рассказалъ намъ ничего о составѣ атмосферы Марса...

Сопоставляя все сказанное, мы приходимъ къ слѣдующимъ положительнымъ выводамъ: и наша структурная теорія и кинетическая теорія газовъ, единогласно свидѣтельствуютъ, что планеты не остаются навсегда такими, какъ онѣ возникли первоначально. Ихъ первичныя ядра, а затѣмъ и сами планеты, какъ бы питаются надзвѣздными веществами, скопляющимися въ зодіакальныхъ атмосферахъ звѣздъ, пока эти вещества еще не осѣли плотно на центральное свѣтило. Планеты растутъ на ихъ счетъ, мало измѣняя скорость своего поступательнаго движенія по орбитамъ, потому что и сами питающіе ихъ надзвѣздные элементы обращаются вмѣстѣ съ ними почти по тѣмъ же самымъ направленіямъ и вокругъ того же центра. Однако отъ нѣкотораго несогласія въ движеніяхъ первоначальнаго ядра и осѣдающихъ на него новыхъ частицъ, легко могли произойти наклоненія осей вращенія и нѣкоторое перемѣщеніе плоскости самихъ орбитъ.

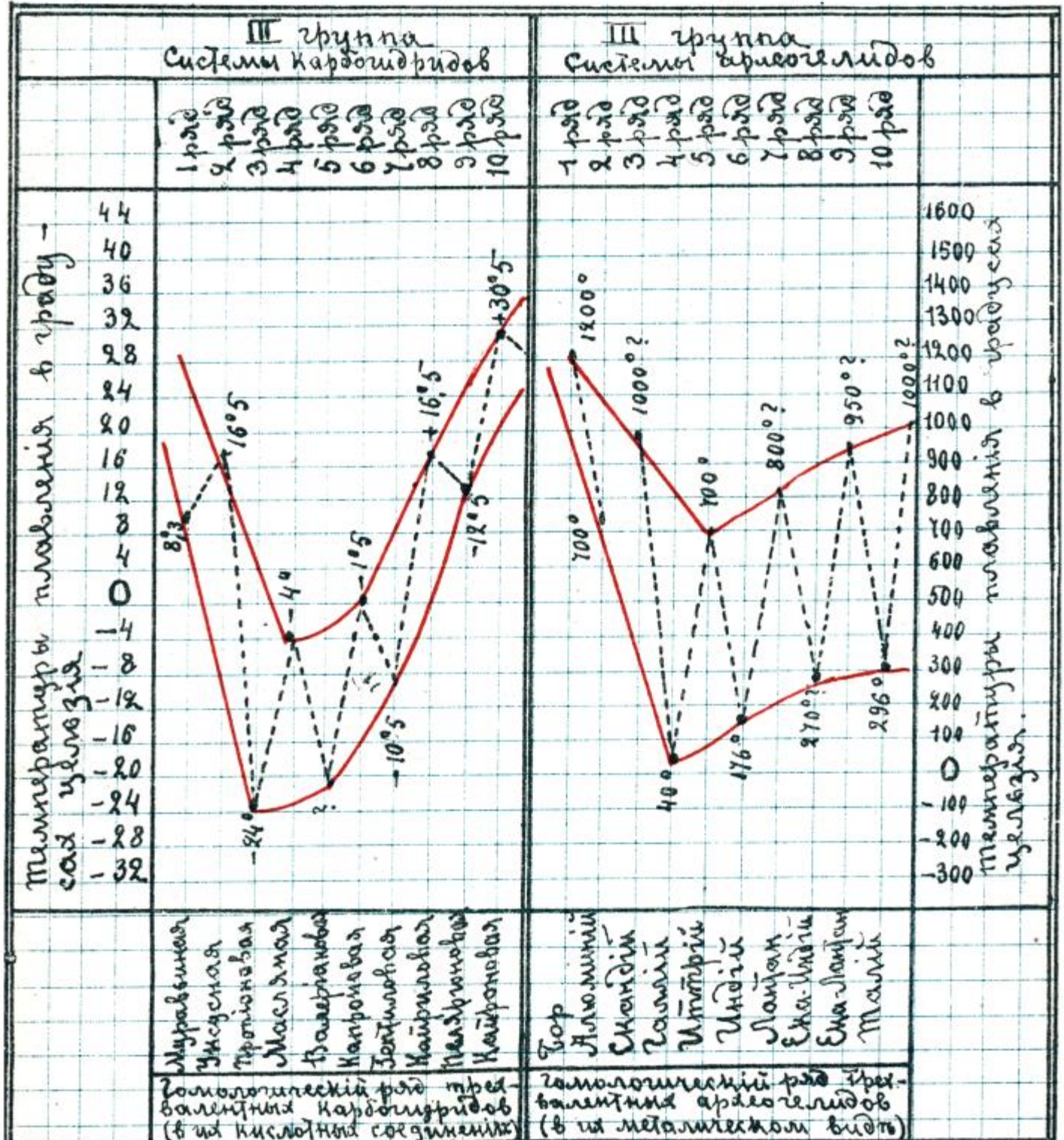
<sup>1)</sup> Atti. della R. Accadem. dei Lincei 7, 1898 г., по Chem. News.



### Таблица 49.

Альтернативныя пониженія и повышенія температуръ плавленія по мѣрѣ увеличенія паеваго вѣса у представителей того же самаго гомологическаго ряда, какъ въ системѣ карбогидридовъ, такъ и въ системѣ археогелидовъ.

(Показано на представителяхъ III-й группы).



Весь процессъ планетнаго роста, съ этой точки зрѣнія, долженъ носить характеръ послѣдовательнаго осажденія на поверхность планеты все новыхъ и новыхъ атмосферъ и сгущенія ихъ въ жидкое состоянiе въ видѣ все новыхъ и новыхъ океановъ, аналогичныхъ нашему водному или тому океану невѣдомаго вещества, который волнуется теперь на Марсѣ. Все время своего существованія въ жидкомъ и газообразномъ видѣ, эти новые космическіе ингредиенты должны производить могучее метаморфизирующее вліяніе на лежащія подъ ними уже окрѣпшія породы, растворяя, размывая и перенося ихъ компоненты съ мѣста на мѣсто, а также вызывая въ нихъ химическія процессы съ развитіемъ теплоты и вулканической дѣятельности. Всѣ эти физико-химическіе процессы могли, конечно, сопровождаться возникновеніемъ своихъ спеціальныхъ системъ химическихъ элементовъ и даже (какъ это мы видимъ въ настоящее время на землѣ) развитіемъ своеобразной органической жизни.

Такимъ образомъ мы прямо подошли къ послѣднему вопросу, который неизбежно приходится хоть слегка затронуть въ концѣ нашего изслѣдованія: какіе же именно химическіе процессы могли привести къ образованію на земномъ шарѣ современныхъ минеральныхъ элементовъ?

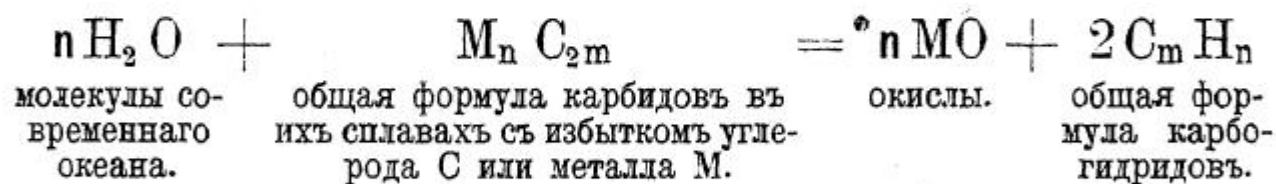
Тѣ поразительныя аналогіи періодической системы археогелидовъ съ системой карбогидридовъ, которыя мы уже указали въ нашемъ изложеніи и рядъ другихъ аналогій <sup>1)</sup>, приводитъ къ неизбежному

<sup>1)</sup> Относительно замѣчательныхъ правильностей и соотвѣтствій въ температурахъ плавленія, кипѣнія и др. физическихъ свойствахъ у представителей той и другой системы см., напримѣръ, приложенную діаграмму (табл. 49), которую я беру, какъ образчикъ, изъ моей рукописи „Строеніе Вещества“.

выводу, что и химическіе процессы, вызвавшіе существованіе обѣихъ системъ были аналогичны между собою. Система минеральныхъ элементовъ должна была возникнуть по тѣмъ же законамъ, какъ и система карбогидридовъ въ первичныхъ мѣсторожденіяхъ современной нефти. Значить весь вопросъ заключается въ томъ, какъ мы будемъ смотрѣть на происхожденіе этой послѣдней.

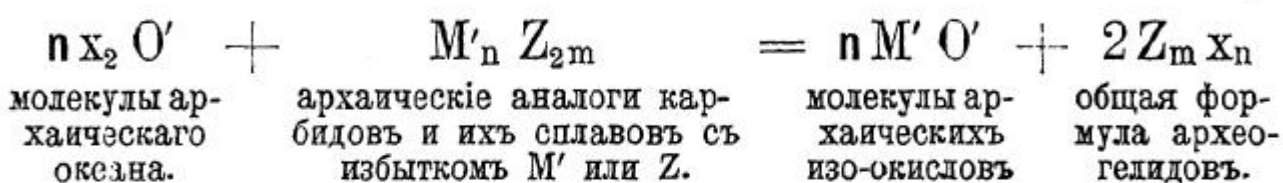
Съ точки зрѣнія сторонниковъ неорганической теоріи, выставленной Д. И. Менделѣевымъ, вопросъ рѣшается очень коротко и просто. Нефть произошла, происходитъ въ настоящее время и будетъ еще долго происходить «почти въ безпредѣльномъ количествѣ» отъ разлагающаго дѣйствія воды на металлическіе карбиды, погребенные огромными массами подъ толстыми пластами окисловъ и силикатовъ современной земной коры.

Самый процессъ образованія заключается по этой гипотезѣ въ замѣщеніи водородомъ воды, металла у карбидовъ путемъ двойного обмѣна по схемѣ.



Отсюда слѣдуетъ заключить, что въ болѣе отдаленную эпоху, когда водорода еще не было на землѣ, первичный гелій х (полуатомъ современнаго гелія съ вѣсомъ = 2) былъ впервые привлеченъ въ земную атмосферу изъ окружающихъ зодіакальныхъ пространствъ. На землѣ онъ составилъ съ какимъ-то изъ архаическихъ элементовъ О', аналогичнымъ современному кислороду, своеобразный океанъ. Этотъ океанъ химически дѣйствовалъ на лежація подъ нимъ напластованія и тѣмъ самымъ вызвалъ къ существованію всю серію минеральныхъ элементовъ, заклю-

чающуюся въ періодической системѣ археогелидовъ. Реакція образованія могла быть и здѣсь совершенно аналогична вышеприведенной. Архаическій океанъ состава  $x_2 O'$  просачивался въ свою почву, состоявшую изъ карбидо-образныхъ напластованій  $M'Z$  (гдѣ  $M'$  были архаическіе аналоги современныхъ металловъ, а  $Z$ , съ атомнымъ вѣсомъ = 4, былъ аналогомъ современнаго углерода) и реагировалъ съ нею по схемѣ:



Мы видимъ, что эта реакція была совершенно аналогична предыдущей, а потому нѣтъ ничего удивительнаго и въ томъ, что результатомъ ея оказалась періодическая система химическихъ индивидуумовъ аналогичная системѣ карбогидридовъ. Читатель видитъ, однако, что въ первичномъ составѣ археогелидовъ —  $Z_m x_n$  — еще не было ихъ третьяго компонента  $h$ , который мы считаемъ водородомъ, и это совершенно понятно. Разъ водородъ осѣлъ на земномъ шарѣ позднѣе гелія, то моментъ его присоединенія къ внутреннимъ звеньямъ интраатомныхъ цѣпей долженъ былъ наступить лишь впоследствии. Только тогда окружающіе насъ минеральные элементы получили свой современный составъ:  $Z_m x_n h_p$ .

Вотъ и все, что можно сказать о вѣроятномъ происхожденіи системы археогелидовъ съ точки зрѣнія карбидной гипотезы образованія нефти. Ни о числѣ, ни о характерѣ указываемыхъ ею въ глубинѣ земли архаическихъ элементовъ, ни о томъ, существуетъ ли ихъ только три:  $Z$ ,  $O'$  и  $M'$ , или подѣ  $M'$  мы должны подразумѣвать цѣлую серію веществъ, укладываемыхъ въ свою собственную періодическую систему и воз-

никшихъ аналогичнымъ путемъ въ еще болѣе древнія эпохи космическаго развитія земного шара, мы въ настоящее время ничего не можемъ даже и предполагать.

Съ точки зрѣнія сторонниковъ **органическаго происхожденія нефти** вопросъ о возникновеніи современныхъ минеральныхъ элементовъ представляется несравненно болѣе сложнымъ. Эта теорія (или гипотеза) основана на томъ, что путемъ дѣйствія воды на металлическіе карбиды могутъ произойти, и дѣйствительно происходятъ, лишь очень немногіе простѣйшіе углеводороды, каковы: ацетиленъ, этиленъ или бензолъ, а всѣ остальные, особенно болѣе тяжелые карбогидриды нефти, могутъ образоваться только путемъ сухой перегонки остатковъ животныхъ и растеній, погребенныхъ въ геологическихъ напластованіяхъ нештуническаго происхожденія и подвергшихся затѣмъ вліянію внутренняго жара земли. И дѣйствительно, путемъ перегонки рыбьяго жира, Энглеру удалось получить значительную часть углеводородовъ, находимыхъ въ пенсильванской нефти.

Съ этой точки зрѣнія реакція, формулированная нами выше могла бы вызвать къ существованію лишь нѣсколько изъ особенно распространенныхъ минеральныхъ элементовъ, на примѣръ, кислородъ (если большая часть его не осѣла изъ зодіакальной атмосферы солнца), кремній, алюминій, желѣзо, кальцій и магній (см. табл. 50). Всѣ остальные, особенно рудные элементы (если проводить аналогію до конца) должны были возникнуть, какъ результатъ сухой перегонки остатковъ какого-то своеобразнаго населенія, оживлявшаго геліевый океанъ и омываемые имъ континенты въ ту отдаленную эпоху развитія земного шара. Однако при такомъ предположеніи пришлось бы сильно обобщить наши современные представленія объ орга-

### Т а б л и ц а 50.

Составъ атмосферы, океана и земной коры на приблизительную глубину 15—20 километровъ (E. W. Clarke. J. Phyl. Soc. of Washington. II. 129).

O — 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	K и Na — 2,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Si — 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	(H — 0,94 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> <small>новый ин- гредиентъ?</small> )
Al — 7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	C — 0,21 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fe — 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	P — 0,09 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ca — 3,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	N — 0,02 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Mg — 2,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Cl — 0,05 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

нической жизни, и прежде всего признать, что не одни археогелиды C, N и O съ нѣкоторой помощью P, S, Fe и надзвѣзднаго элемента H, имѣютъ исключительную привилегію на созданіе живыхъ организмовъ, но также и ихъ прошлые и будущіе аналоги въ другихъ періодическихъ системахъ, возникавшихъ и способныхъ возникнуть при космическомъ развитіи свѣтила. На вопросъ, поставленный такимъ образомъ, современная химія не можетъ отвѣтить отрицательно. Мы знаемъ много сложныхъ веществъ, которыя сохраняютъ всѣ свои химическія особенности, несмотря на замѣщеніе одного изъ ихъ компонентовъ другимъ того же типа.

Таковы спирты и тіо-спирты, кислоты и тіо-кислоты и ихъ взаимныя соединенія. Таковы всевозможныя квасцы, гдѣ калий замѣщается и натріемъ, и рубидіемъ, и даже аммоніемъ, а кристаллическая форма и даже количество привлекаемой воды, остаются тѣми же самыми: Отъ подобныхъ замѣщеній въ химическихъ радикалахъ измѣняется только температура, наиболѣе удобная для ихъ реакціи и среда, въ которой они особенно легко реагируютъ. Изъ этого слѣдуетъ, что если бъ мы могли мгновенно замѣщать въ бѣлковыхъ и другихъ веществахъ у современныхъ организмовъ ихъ водородъ, углеродъ, азотъ, кислородъ и т. д. рядомъ другихъ химическихъ индивидуумовъ тѣхъ же са-



мыхъ типовъ, но изъ другихъ періодическихъ системъ, то могли бы получать тѣлесные комплексы, не способные къ обмѣну веществъ, или даже и къ самому существованію, при современныхъ космическихъ условіяхъ на землѣ, но за то вполне приспособленные къ жизненной дѣятельности при другихъ средахъ, атмосферахъ и температурахъ.

Изъ всего этого читатель можетъ видѣть, что гипотеза органическаго происхожденія современныхъ ископаемыхъ карбогидридовъ, а съ ними и всѣхъ тяжелыхъ рудныхъ археогелидовъ, способна внести болѣе поэзіи въ наши представленія о космическомъ развитіи небесныхъ свѣтилъ, чѣмъ карбидная теорія, которая прежде всего бьетъ на схематическую простоту.

Однако, заканчивая наше изслѣдованіе, мы не должны слишкомъ увлекаться и переступать черезъ тотъ порогъ, который въ настоящее время отдѣляетъ область чистой науки отъ области научныхъ фантазій или полуфантазій.

. Предлагаемая нами теорія послѣдовательныхъ системъ для «химическихъ элементовъ» во вселенной является на свѣтъ не въ полномъ блескѣ и силѣ своего окончательнаго развитія, а какъ слабое новорожденное дитя. Ей прежде всего нужно вырасти, окрѣпнуть и попытать свои силы на рѣшеніи проблемъ, менѣе трудныхъ, чѣмъ внезапно представшій передъ нами вопросъ объ общихъ законахъ возникновенія и угаданія сознательной жизни на небесныхъ свѣтилахъ.

**Конецъ.**

# ПРИЛОЖЕНІЯ.

I. Периодическая система нормальных органических радикаловъ (набогидридовъ).

Классификация  
Система  
H<sub>2</sub>=2

II. Периодическая система нормальных минеральных радикаловъ (археогелидовъ).

Классификация  
Система  
z=HP=4

период 1 <sup>й</sup>										
2 <sup>й</sup>			(2=12)	PH=13	CH <sub>2</sub> =14	CH <sub>3</sub> =15	CH <sub>4</sub> =16			
3 <sup>й</sup>										
4 <sup>й</sup>										
5 <sup>й</sup>										
6 <sup>й</sup>										
7 <sup>й</sup>										
8 <sup>й</sup>										
9 <sup>й</sup>										
10 <sup>й</sup>										
11 <sup>й</sup>										

Циклическая система  
не Циклическая

1 <sup>й</sup> период	Li=7	Be=9	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	Nb=20			
2 <sup>й</sup>											
3 <sup>й</sup>											
4 <sup>й</sup>											
5 <sup>й</sup>											
6 <sup>й</sup>											
7 <sup>й</sup>											
8 <sup>й</sup>											
9 <sup>й</sup>											
10 <sup>й</sup>											
11 <sup>й</sup>											

8	7	6	5	4	3	2	1	0	Важность по кристаллизационной базе, металлам и водороду
Наб.	-люда-	-етса,	но	не	бо	везк	сизр	каж	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	
8 <sup>й</sup>	7 <sup>й</sup>	6 <sup>й</sup>	5 <sup>й</sup>	4 <sup>й</sup>	3 <sup>й</sup>	2 <sup>й</sup>	1 <sup>й</sup>	0 <sup>й</sup>	Названия или их типы

Важность по кристаллизационной базе	0?	1?	2?	3?	4?	5?	6?	7?	8?
	но	наб-	-люда-	-етса	в	пол-	-ном	ви-	-до
Названия или их типы	8 <sup>й</sup>	7 <sup>й</sup>	6 <sup>й</sup>	5 <sup>й</sup>	4 <sup>й</sup>	3 <sup>й</sup>	2 <sup>й</sup>	1 <sup>й</sup>	0 <sup>й</sup>

Таблица I-я. Две периодические системы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I.

### Явленія радиоактивности и катодные корпускулы съ точки зрѣнія нашей структурной теоріи.

#### I.

#### Предварительная замѣтка.

Въ исторіи естественныхъ наукъ нерѣдки случаи, когда представленія и системы, составленныя чисто теоретическимъ путемъ, подтверждались впоследствии съ такой стороны, о которой и не думали ихъ авторы. То же самое случилось и съ изложенной въ этой книгѣ теоріей строенія атомовъ. Выработанная мною въ общихъ чертахъ еще въ 80-хъ годахъ прошлаго столѣтія, она оправдалась съ тѣхъ поръ уже тремя важными открытіями: открытіемъ гелія и его аналоговъ, а затѣмъ въ настоящее время, открытіемъ катодныхъ корпускулъ и медленнымъ распаденіемъ атомовъ радія на гелій и остаточный элементъ, повидимому, сходный по химическимъ реакціямъ съ обычнымъ радіемъ, но нѣсколько меньшій по атомному вѣсу. Разсмотримъ отдѣльно всѣ эти обстоятельства.

II.

**Безусловная необходимость гелія и его аналоговъ для нашей структурной теоріи и ихъ послѣдующее открытіе.**

Тѣ схемы строенія атомовъ, которыя приложены нами въ концѣ этой книги, выработаны, какъ легко можетъ видѣть самъ читатель, не случайно, а на основаніи строгой аналогіи періодической системы археогелидныхъ химическихъ элементовъ съ разработанной авторомъ этой книги такой же періодической системой углеводородныхъ радикаловъ, или, какъ мы ихъ называемъ для краткости, карбогидридовъ. Аналогія эта особенно ясно указывается на таблицѣ 7-й (стр 17), этой книги, а также и на приложенной здѣсь. Такая пара таблицъ была составлена мною еще въ 80-хъ годахъ, задолго до открытія гелія и его аналоговъ. Благодаря этому всѣ клѣтки послѣдней, (т.-е. 0-й) и при томъ главной колонки у таблицы минеральныхъ элементовъ, гдѣ теперь поставлены гелій, неонъ, аргонъ и т. д., оставались пустыми, съ одними стоящими въ нихъ числами: 4, 20, 36 или 40), 82, и т. д., показывающими теоретическіе атомные вѣса этихъ недостававшихъ элементовъ. Очевидно, что это былъ большой недочетъ, и одно, очень компетентное въ химіи лицо, возражая противъ моей аналогіи <sup>1)</sup>, прямо указывало мнѣ, что, если бъ она была справедлива, то въ этой 0-й колонкѣ, были бы очень важные элементы, неактивные химически, подобно предѣльнымъ

<sup>1)</sup> На которую навели меня нѣсколько отрывочныхъ сопоставленій, сдѣланныхъ еще Дюма и приведенныхъ у Секки въ его книгѣ „Единство физическихъ Силъ“. Возраженія же были сдѣланы письменно моимъ това ищемъ по заключенію І. Д. Лукашевичемъ еще въ концѣ 80 годовъ и сохранились среди моихъ рукописей.

углеводородамъ, находящимся въ первомъ отдѣлѣ таблицы I-й. Я самъ чувствовалъ всю важность этого возраженія, такъ какъ аналогія подсказывала, что недостающіе элементы должны бы быть подобно метану, этану и т. д. газообразными или, во всякомъ случаѣ, не такими тяжелыми твердыми тѣлами, которыя могли бы погрузиться въ глубину земной коры при ея расплавленномъ состояніи. Искать ихъ, по теоріи, слѣдовало именно въ атмосферѣ, а она казалась такъ хорошо изслѣдованной, что никакого подозрѣнія о дѣйствительномъ присутствіи въ ней подобныхъ тѣлъ мнѣ, какъ и всѣмъ другимъ, и въ голову не приходило. Я долженъ былъ, за неимѣніемъ лучшаго, довольствоваться предположеніемъ, что эти элементы существовали ранѣе, при высокихъ температурахъ земной поверхности, но затѣмъ, вѣроятно, ихъ атомы распались на половинки, которыя, какъ указывала сама теорія, были бы тождественны съ атомами галоидовъ и смѣшались бы съ ними. Приходилось довольствоваться этимъ оправданіемъ, хотя я и чувствовалъ его неудовлетворительность, такъ какъ сама теорія подсказывала, что атомы у этихъ безвалентныхъ по водороду и металламъ газовъ не должны бы быть менѣе прочны, чѣмъ и у остальныхъ элементовъ.

За то велика была моя радость, когда впервые дошла до меня вѣсть <sup>1)</sup> объ открытіи Рамзаемъ и лордомъ Раллеемъ перваго вѣстника изъ этой недостававшей серіи элементовъ—аргона! Въ тотъ же самый моментъ, какъ я узналъ, что его атомный вѣсъ близокъ къ 40, онъ былъ зарегистрированъ мною въ то самое мѣсто періодической системы Менделѣева (дополненной на основаніи моихъ структурныхъ предста-

<sup>1)</sup> Писано въ Шлиссельбургской крѣпости въ октябрѣ 1903 г.

влений недостававшей въ ней полной 8-й колонкой), гдѣ онъ теперь и находится. Послѣ этого у меня уже не было ни малѣйшаго сомнѣнія, что будутъ открыты и всѣ остальные элементы этой необходимой для меня серіи, и открытіе каждаго новаго ея члена было для меня настоящимъ праздникомъ.

Съ этого времени мнѣ оставалось только ждать опытнаго подтвержденія и другого свойства химическихъ элементовъ предсказываемаго моею теоріей: возможности разложенія нѣкоторыхъ изъ нихъ на гелій, водородъ и неизвѣстный въ свободномъ состояніи (или еще не узанный пока) элементъ Z моихъ структурныхъ схемъ. Вѣроятность этого, а также и одинъ изъ способовъ, казавшихся мнѣ наиболѣе осуществимымъ, я и указалъ въ главѣ I-й четвертой части этой книги (стр. 218), но не считалъ удобнымъ входить въ дальнѣйшія детали этого предмета, не имѣя возможности сдѣлать необходимые провѣрочные опыты. Но вотъ, повидимому, и это второе важное указаніе моею теоріи теперь находитъ себѣ подтвержденіе въ явленіяхъ, замѣченныхъ при изученіи радиоактивныхъ веществъ, особенно же радія, соли котораго удалось, наконецъ, приготовить въ чистомъ видѣ.

### III.

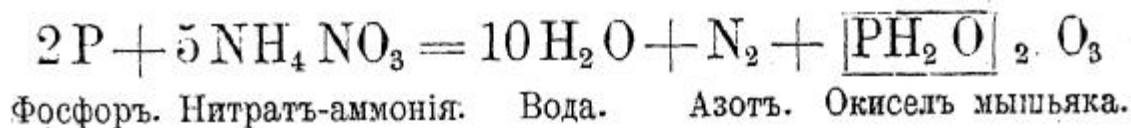
## Постепенное распаденіе радія на гелій и остаточное элементарное тѣло.

Еще съ 1900 года до меня доходили попытки проф. T. Fittica доказать превращаемость химическихъ элементовъ періодической системы однихъ въ другіе и разлагаемость тяжелыхъ на болѣе легкія. Такова, на примѣръ, была его попытка доказать будто атомъ мышьяка есть не что иное, какъ соединеніе вмѣстѣ

въ одно цѣлое атома фосфора съ атомомъ кислорода и двумя атомами водорода <sup>1)</sup>, т.-е. соотвѣтствуетъ комбинаціи:



Однако несмотря на согласіе этого комплекса (если слить все въ одну продольную цѣпь, послѣ чего уже не будетъ болѣе ни фосфора, ни водорода, ни кислорода въ отдѣльномъ видѣ) съ нашей схемой для атомной цѣпи мышьяка, и на замѣчательное совпаденіе полученнаго здѣсь атомнаго вѣса съ находимымъ опытомъ вѣсомъ мышьяка (очень близко къ 75,0), а также и на утвержденіе Fittica, что его препараты, по предварительному испытанію не содержали въ себѣ этого элемента, — какое-то внутреннее чувство все-таки заставляло относиться съ недоувѣріемъ къ возможности образованія атомовъ мышьяка при простомъ процессѣ окисленія фосфора азотно-аммоніевой солью по реакціи, указываемой Фиттикой <sup>2)</sup>.



1) Chem. News. 81. 257.

2) Фиттика „смѣшивалъ два грамма аморфнаго фосфора, *свободнаго отъ мышьяка по предварительному испытанію*, съ 12,9 грам. превращеннаго въ тонкій порошокъ нитрата аммонія и нагрѣвалъ смѣсь въ трубкѣ до 180° С.“ Начинаясь реакція, которую онъ умѣрялъ, отодвигая пламя, чтобъ температура въ трубкѣ не поднималась свыше 200° (Chem. News. 81, 257). По окончаніи реакціи, среди возникшихъ здѣсь окисловъ фосфора, оказывалось до 2% и даже болѣе окисловъ мышьяка, котораго, по Фиттика, не было въ первоначальной смѣси, а потому онъ и приписываетъ его появленіе, новообразованію изъ фосфора, водорода и кислорода, бывшихъ въ первоначальной смѣси.

С. Wincler, рѣзко возражая проф. Фиттикѣ противъ возможности такихъ превращеній, утверждаетъ, что мышьякъ былъ уже заранѣе въ его фосфорѣ, и доказываетъ это тѣмъ, что въ *продажномъ* фосфорѣ очень часто содержится примѣсь мышьяка (Chem. News 81. 304). Однако Фиттика остался при своемъ мнѣніи.



Здѣсь, дѣйствительно, можно было возразить, что всѣ факты, добытыя химіей со времени Лавуазье, не указывали еще ни одного достовѣрнаго случая превращенія какого-либо изъ элементарныхъ тѣлъ въ другое, при простыхъ химическихъ реакціяхъ, въ родѣ только что приведенной. То же самое можно было сказать (и дѣйствительно говорилось въ химическихъ журналахъ) и относительно остальныхъ попытокъ Фиттика въ томъ же самомъ родѣ, каковы, на примѣръ, переходы мышьяка и азота въ сурьму или бора и кислорода въ кремній. Всѣ эти «превращенія» считаютъ возможнымъ объяснить нечистотой употребленныхъ Фиттика препаратовъ <sup>1)</sup>.

Но вотъ, наконецъ, послѣдній номеръ *Knowledge's* <sup>2)</sup> принесъ мнѣ извѣстіе, которое при его сопоставленіи съ тѣмъ, что мнѣ было уже извѣстно изъ *Chemical News* и журнала «Русскаго Физико-Химическаго Общества» за 1902 годъ, до того поразительно соотвѣтствуетъ моему структурной теоріи, что я сразу склоненъ признать его такимъ же фактомъ, какимъ призналъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ, открытіе аргона, еще въ то время, когда большинство считали его за простую полимеризацію азота. Дѣло въ томъ, что установленное теперь Рамзаемъ и другими выдающимися англійскими физиками, выбрасываніе изъ себя атомами радія частичекъ гелія, является по моему теоріи обязательнымъ, если мы допустимъ, что нециклическій атомъ радія циклизуется при своей «радіоактивности». Теорія предусматриваетъ даже и всѣ детали этого явленія совершенно въ томъ видѣ, какъ онѣ обнаружены наблюдателями. Покажемъ все это наглядно на нашихъ «атомныхъ схемахъ», изложивъ

<sup>1)</sup> Ж. Р. Ф. Х. Общ. 34. 149 (1902 г.).

<sup>2)</sup> Knowledge 24. 217 (october, 1903).

предварительно главные факты, замѣченные до сихъ поръ.

Въ томъ, что радій есть дѣйствительно такой же металлъ, какъ и всѣ другіе, входящіе въ періодическую систему, въ этомъ теперь не можетъ сомнѣваться ни одинъ компетентный человѣкъ. Самъ Менделѣевъ, отличающійся большой осторожностью въ этомъ отношеніи, уже помѣстилъ его въ послѣднемъ (7-мъ) изданіи своихъ *Основъ Химіи*, на томъ самомъ мѣстѣ періодической таблицы, которое, какъ разъ и оставалось въ ней незанятымъ для него. Его атомный вѣсъ определенъ въ 1902 году г-жей Складовской-Кюри на препаратѣ хлористаго радія  $Rd Cl_2$ , чистота котораго была предварительно удостовѣрена Demarçay спектральнымъ анализомъ, и онъ оказался по нѣсколькимъ опредѣленіямъ между 224 и 225,8 (при  $Cl = 35,4$ ). Спектръ радія въ электрическихъ искрахъ содержитъ между прочимъ рѣзкія характерныя линіи съ длинами волнъ 482,6; 468,3; 453,3; 434,1; 381,5 и 365,8  $\mu$ . Его соли окрашиваютъ пламя въ карминово-красный цвѣтъ и даютъ въ этомъ пламени (какъ бываетъ и съ остальными элементами), новый видоизмѣненный спектръ съ двумя широкими интенсивными линіями въ оранжево-красной части (*Chem. News.* 86. 250, 1902 г.).

Хлористый радій  $Rd Cl_2$  выдѣляется изъ водныхъ растворовъ въ безцвѣтныхъ кристаллахъ и свѣтится въ темнотѣ голубоватымъ свѣтомъ, ослабѣванія котораго отъ времени еще не было замѣчено до сихъ поръ. При долгомъ сохраненіи эта соль получаетъ постепенно желтоватый или розовый оттѣнокъ, но послѣ вторичнаго растворенія снова дѣлается безцвѣтной.

Бромистый радій  $Rd Br_2$  тоже флуоресцируетъ чуднымъ голубоватымъ свѣтомъ, дающимъ постоянный спектръ. Но эта соль не вполне прочна, она медленно

выдѣляетъ часть своего брома, замѣщая его гидроксидомъ и угольнымъ ангидридомъ, притягиваемымъ изъ воздуха, вслѣдствіе чего кристаллы пріобрѣтаютъ щелочныя свойства и буроватый или красноватый оттѣнокъ отъ выдѣлившагося брома или бромоводорода, а воздухъ по близости озонируется. Вмѣстѣ съ тѣмъ и свѣченіе сильно ослабѣваетъ уже черезъ сутки, но, выгнавъ бромъ нагрѣваніемъ, снова получаютъ безцвѣтную соль и временное оживленіе флуоресценціи.

Все это, какъ видитъ читатель; еще не представляло бы чего-нибудь особенно поразительнаго. Но вотъ два явленія, обнаруженные въ соляхъ радія, которыя привели въ изумленіе весь ученый міръ. Первое изъ нихъ, это постоянное выдѣленіе ими тѣхъ самыхъ корпускулъ (т.-е. тѣлецъ какого-то вещества въ тысячу разъ болѣе размельченнаго, чѣмъ водородъ), выбрасываніе которыхъ наблюдалось ранѣе только на катодахъ электрическихъ цѣпей, при пропусканіи черезъ нихъ электрическаго тока. Объ этомъ явленіи мы будемъ подробно говорить въ концѣ нашей замѣтки, а теперь остановимся спеціально лишь на второмъ, и при томъ наиболѣе изумительномъ, явленіи: на постоянномъ выдѣленіи атомами радія еще другихъ болѣе крупныхъ частичекъ, которыя оказались теперь атомами гелія и при томъ съ удивительнымъ свойствомъ очень быстро разряжать отрицательно наэлектризованныя тѣла, не заряжая въ то же время нейтральныхъ тѣлъ противоположнымъ электричествомъ.

Даже тонкая алюминіевая пластинка задерживаетъ цѣликомъ эти брызги, постоянно исходящія изъ радія. То же самое дѣлаетъ и слой воздуха, въ нѣсколько сантиметровъ толщины, что не трудно показать на опытѣ. Если поставить передъ кусочкомъ соли радія экранъ, покрытый смѣсью сѣрнистаго цинка съ

желатиномъ, то онъ сильно флуоресцируетъ на всемъ томъ протяженіи своей поверхности, разстояніе которой не превосходитъ нѣсколькихъ сантиметровъ отъ кусочка соли <sup>1)</sup>, и притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе данное мѣсто къ кусочку. При спокойномъ состояніи воздуха, это свѣтящееся пятно бываетъ кругло и блескъ его постепенно ослабѣваетъ къ краямъ (по мѣрѣ удаленія отъ кусочка соли). Но если подуть сбоку, то теченіе воздуха сейчасъ же отнесетъ пятно въ сторону, показывая, что выброшенные радіемъ частицы на нѣкоторомъ разстояніи уже потеряли свою первоначальную скорость и затѣмъ свободно носятся въ воздухѣ, какъ примѣсь постороннихъ газообразныхъ молекулъ. Еще лучше выходитъ этотъ опытъ, если дуть на такой экранъ черезъ трубку, въ которой лежитъ кусочекъ хлористаго радія или даже фильтръ, на которомъ осталось немного его соли. Свѣтящееся пятно будетъ всегда тамъ, куда дуютъ.

Если зарядить экранъ отрицательно (Kt), то онъ будетъ самъ притягивать къ себѣ изъ воздуха, даже на довольно значительномъ разстояніи, выбрызгиваемыя радіемъ частицы, такъ что свѣтится точками и кольцами на всемъ своемъ протяженіи. При положительномъ же (An) зарядѣ экрана, его свѣченіе исчезаетъ вслѣдствіе отталкиванія эманации радія положительнымъ электричествомъ.

Эти странныя брызги, исходящія очевидно изъ самихъ атомовъ радія (потому что соли его уже десятки разъ растворялись, выпаривались, высушивались и переводились одни въ другія, не теряя своихъ особенностей) лишь слегка отклоняются очень сильными магнитами отъ ихъ первоначальнаго направленія, такъ что этого обстоятельства сначала даже и не замѣчали.

<sup>1)</sup> Chem. News 86. 250.

Начальная ихъ скорость, тотчасъ по выходѣ изъ кусочка соли по опредѣленію проф. Rutherford'a близка къ 25 тысячамъ километровъ въ секунду ( $2,5 \cdot 10^9 \frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$ ), но быстро ослабѣваетъ въ воздухѣ вслѣдствіе столкнове- нія съ его молекулами и потому, какъ мы уже гово- рили, поступательное движеніе этихъ брызгъ совер- шенно прекращается черезъ нѣсколько сантиметровъ пути. Ударяя въ экранъ, изобрѣтеннаго Круксомъ инструмента—спинтарископа <sup>1)</sup>—передъ которымъ кла- дуть на разстояніи 1—3 сантиметровъ кусочекъ соли радія, они производятъ на немъ въ разныхъ мѣстахъ быстро вспыхивающія и постепенно замирающія свѣт- лыя точки, ясно видимыя въ увеличительное стекло, и показывающія мѣста, куда попали отскочившія отъ атомовъ радія частички геліе—образующей эманации.

А въ томъ, что это полимеръ гелія, въ настоящее время не можетъ быть, повидимому, никакого сомнѣнія.

Проф. E. Rutherford и F. Soddy пропускали въ струѣ воздуха, а также и водорода, эти эманации ра- дія черезъ металлическіе спирали, охлажденные жид- кимъ воздухомъ до температуры минусъ  $215^{\circ}\text{C.}$ , и что же оказывалось? И воздухъ и водородъ выходили изъ спирали уже совершенно свободными отъ этихъ эма- націй. Отсюда они заключили, что брызги отъ ато- мовъ радія сгущались въ ихъ спирали въ жидкое или твердое состояніе, а, слѣдовательно, представляютъ изъ себя газъ, температура кипѣнія котораго выше, чѣмъ у азота воздуха <sup>2)</sup>).

Чтобъ убѣдиться въ этомъ, они удаляли отъ спи- рали какъ соль радія, такъ и охлаждающую смѣсь, и, продолжая пропускать черезъ ея трубку струю чистаго

<sup>1)</sup> Отъ греческаго *σπινταρίς*—искра.

<sup>2)</sup> Chem. News. 86. 291 (1902 г.).

воздуха или водорода, слѣдили за составомъ выходящаго газа.

Какъ только температура спирали поднималась приблизительно до  $-130^{\circ}$  изъ нея вдругъ снова начинали выходить эти самыя эманации, и такимъ образомъ обнаружили, что температура ихъ испаренія въ спирали была близка къ  $-130^{\circ}$  С. Пораженный этимъ наблюденіемъ Рамзай, сейчасъ же началъ опредѣлять природу этого газа. Помѣстивъ кусочекъ соли радія въ сосудъ, плотно соединенный съ колбой, охлаждаемой жидкимъ водородомъ, и выкачавъ изъ обоихъ воздухъ, онъ держалъ въ такомъ видѣ весь снарядъ въ продолженіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, а затѣмъ, изслѣдовавъ содержаніе колбы спектроскопомъ, нашелъ, что собравшійся въ ней газъ былъ гелій, котораго не могло быть во взятомъ на испытаніе кусочкѣ соли <sup>1)</sup>.

Отсюда онъ заключилъ, что атомы радія постепенно распадаются на гелій и остаточное вещество. Къ этому же выводу, т.-е. къ постоянному выдѣленію гелія кусочками и растворами солей радія, пришли и другіе изслѣдователи. Такъ, сэръ Вильямъ и леди Геггинсъ изслѣдовали спектроскопически свѣтъ, самопроизвольно испускаемый люминисцирующими въ темнотѣ солями радія и, сфотографировавъ спектръ этихъ голубоватыхъ лучей, нашли въ немъ рядъ линій, принадлежащихъ гелію, хотя въ окружающей насъ атмосферѣ спектроскопъ не обнаруживаетъ даже и слѣдовъ гелія. Отсюда видно, что выбрасываемыя радіемъ частицы въ первый моментъ свѣтятся своимъ собственнымъ свѣтомъ и этимъ обуславливаютъ, если не всѣ, то часть лучей флуоресценціи радіевыхъ солей.

<sup>1)</sup> Knowledge 26. 219.

Однако гелій, какъ извѣстно, не сгущается въ жидкость даже и при температурѣ кипѣнія водорода, т.-е. при минусъ  $256^{\circ}$ . Какимъ же образомъ могъ онъ сгуститься въ спиральной трубкѣ Рутерфорда и Содди при минусъ  $130^{\circ}$ ? Здѣсь ничего не остается дѣлать, какъ предположить, что въ моментъ своего выдѣленія изъ атомовъ радія, гелій былъ въ аллотропическомъ, сильно полимеризированномъ состояніи, кипящемъ при значительно высшей температурѣ, чѣмъ его обычное состояніе, въ которомъ его молекула заключаетъ въ себѣ только одинъ атомъ. Но это аллотропическое состояніе должно быть непрочно и должно переходить въ обычное постепенно или въ моментъ снятія имъ отрицательныхъ зарядовъ (Kt) съ листовъ электрофора.

Вотъ явленія, которыя вмѣстѣ съ непотухающимъ свѣченіемъ хлористаго радія и постояннымъ, неизвѣстно откуда берущимся, выдѣленіемъ его солями тепловой энергіи, поражаютъ изумленіемъ современныхъ физиковъ и химиковъ и возбуждаютъ среди нихъ массу недоумѣній.

«Откуда появился этотъ гелій? спрашиваетъ Edser въ послѣднемъ номерѣ Knowledge'a <sup>1)</sup>. Здѣсь нѣтъ основаній предполагать, что гелій уже присутствовалъ, какъ гелій, въ соли радія. Намъ ничего не остается, какъ предположить, что элементъ радій обладаетъ исключительной способностью распадаться на другіе элементы, одинъ изъ которыхъ есть гелій!.. Можетъ-быть, окажется въ концѣ концовъ, что элементы съ большими атомными вѣсами, находящіеся на одномъ концѣ Менделѣевскихъ группъ, способны самопроизвольно трансформироваться въ элементы другого конца этихъ группъ».

<sup>1)</sup> idem. p. 219.

«Неужели, въ такомъ случаѣ, мечта алхимиковъ близка къ осуществленію?—Повидимому, такъ, или, во всякомъ случаѣ, отчасти. Но только, вмѣсто превращенія въ золото другихъ веществъ, кажется болѣе вѣроятнымъ, что само золото (какъ элементъ съ очень большимъ атомнымъ вѣсомъ) можетъ оказаться способнымъ къ трансформациі въ гелій и другіе газы<sup>1)</sup>».

Таковы вопросы, поднимающіеся въ современныхъ научныхъ журналахъ. Посмотримъ же, какъ объясняетъ эти явленія наша структурная теорія.

Она показываетъ прежде всего, что атомъ радія *не-циклизованъ*, какъ и атомы торія и урана (и, вѣроятно, также актинія съ полоніемъ), принадлежащіе къ этому же одиннадцатому періоду системы археогелидовъ (см. табл. на стр. 329). Если бъ они были циклизированы, то ихъ атомные вѣса были бы, по крайней мѣрѣ, на четыре единицы менѣе, чѣмъ они есть, *вслѣдствіе отбрасыванія отъ каждаго ихъ атома двухъ полуатомовъ гелія для освобожденія двухъ единицъ сжатія, необходимыхъ для замыканія въ кольцо ихъ атомныхъ цепей*. А между тѣмъ, говоритъ наша теорія <sup>1)</sup> представители этого *одиннадцатаго* періода, какъ нечетнаго, а слѣдовательно обладающаго нечетнымъ (11) числомъ звеньевъ въ атомѣ, по природѣ своей очень склонны къ циклизированію.

Структура атома радія, въ плоской развѣткѣ имѣетъ видъ, показанный на прилагаемой схемѣ (фиг. 1), гдѣ каждый  $x$  представляетъ полуатомъ гелія (съ вѣсомъ = 2), каждый  $h$  частичку какого-то вещества (съ вѣсомъ равнымъ 1), чрезвычайно сходнаго съ водородомъ. Это и есть, повидимому, *струк-*

<sup>1)</sup> Edw. Edser, Radium. Knowledge. 26. 217.

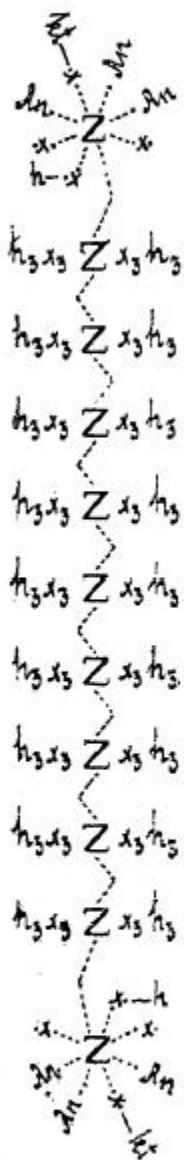
<sup>1)</sup> См. часть вторая. Глава I (стр. 74), глава IX (табл. 27, на стр. 162). а такъ же табл. 32 и 33 и объясненія къ нимъ (стр. 174 и др.)



турный водородъ архегелидныхъ атомовъ, принадлежащихъ къ многозвеннымъ періодамъ, т.-е. чрезвычайно тѣсно приставшій къ нимъ и вѣроятно находящійся въ особомъ состояніи, дѣлающимъ его трудно отщепимымъ <sup>1)</sup>. Изъ остальныхъ же компонентов

атома радія,  $Z$  — означаетъ атоمیкуль какого-то изъ первичныхъ веществъ, обладающаго восьмивалентностью и вѣсомъ = 4 ед. Онъ неизвѣстенъ на землѣ въ свободномъ состояніи, или полимеризовался до такой степени, что стало трудно его узнать среди изслѣдованныхъ до сихъ поръ веществъ (тѣмъ болѣе, что принадлежность нѣкоторыхъ изъ нихъ, напримеръ, изъ рѣдкихъ земель, къ періодической системѣ архегелидовъ еще не доказана). Символь  $Kt$  означаетъ на этой схемѣ отрицательные элементарные заряды или электроны, а  $An$  — положительные электроны, обуславливающіе второго рода валентность у этого атома и его электрохимическія особенности.

Таковъ атомъ радія по нашей структурной теоріи. Разсмотримъ же теперь, какія характерныя особенности обнаружилъ бы кусочекъ соли радія, если бъ отъ такого его атома начали постепенно отскакивать и улетать

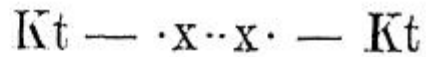


Фиг. 1.

Атомъ радія.

<sup>1)</sup> Интересно, что самый видный изъ современныхъ астрофизиковъ— Лоуэрь (N. Lockyer) пришелъ къ заключенію, на основаніи звѣздныхъ сопоставленій, что на самыхъ раскаленныхъ изъ звѣздъ Ориона типа, недостающія металлическія вещества (въ родѣ желѣза и проч.) „можетъ-быть диссоциированы на водородъ и гелій“. Въ альнитаніанской группѣ этого типа представителемъ которой считается  $\epsilon$ —Ориона, онъ отмѣчаетъ даже особое состояніе водорода, которое и называетъ прото-водородъ. (The Chemistry of the stars, by A. Fowler. knowledge, 26. 238).

въ окружающую среду частички  $\cdot X \cdot$ , т.-е. полуатомы гелія, принимая, что современный гелій обладает атомомъ изъ двухъ прот-атомовъ  $\cdot X \cdot$  и двухъ зарядовъ катоднаго электричества ( $Kt$ ), какъ это представленно на фиг. 2-й.



Фиг. 2.

Атомъ обычнаго гелія.

Замѣтимъ прежде всего, что наша теорія прямо указываетъ на вѣроятность такого явленія именно у тяжелыхъ атомовъ. Та самая аналогія между строеніемъ атомовъ и строеніемъ углеводородныхъ радикаловъ, которая лежитъ въ основѣ всѣхъ нашихъ структуръ, помогаетъ намъ и здѣсь. Прочность углеводородныхъ цѣпей уменьшается при увеличеніи числа ихъ звеньевъ <sup>1)</sup>, а, слѣдовательно, долженъ, наконецъ, наступить и такой предѣлъ удлиненія цѣпи, при которомъ она сама собою распадается на части отъ своей собственной массивности. Это же самое должно быть справедливо и для атомовъ археогелидовъ, если они построены именно такъ, какъ учитъ наша теорія. И дѣйствительно отсутствіе многихъ элементовъ въ нижней

<sup>1)</sup> Это видно изъ термохимическихъ данныхъ. Возьмемъ, на примѣръ, цифры изъ Термохиміи Яна (переводъ Н. Дрентельна, 1893 г., стр. 115).

	Масса грам-мо- лекулы.	Число звеньевъ въ цѣпи.	Число связей въ цѣпи.	Теплота образова- нія всей цѣпи.	Средняя теплота образова- нія каж- дой связи.
Метанъ $C_1 H_4$ . . .	16	1	4	21,17 кал.	5,3 кал.
Этанъ $C_2 H_6$ . . .	30	2	7	27,40 „	3,9 „
Пропанъ $C_3 H_8$ . . .	44	3	10	33,37 „	3,3 „
Бутанъ $C_4 H_{10}$ . . .	58	4	13	40,13 „	3,1 „
Пентанъ $C_5 H_{12}$ . . .	72	5	16	44,95 „	2,8 „
Гексанъ $C_6 H_{14}$ . . .	86	6	19	57,60 „	3,0 „

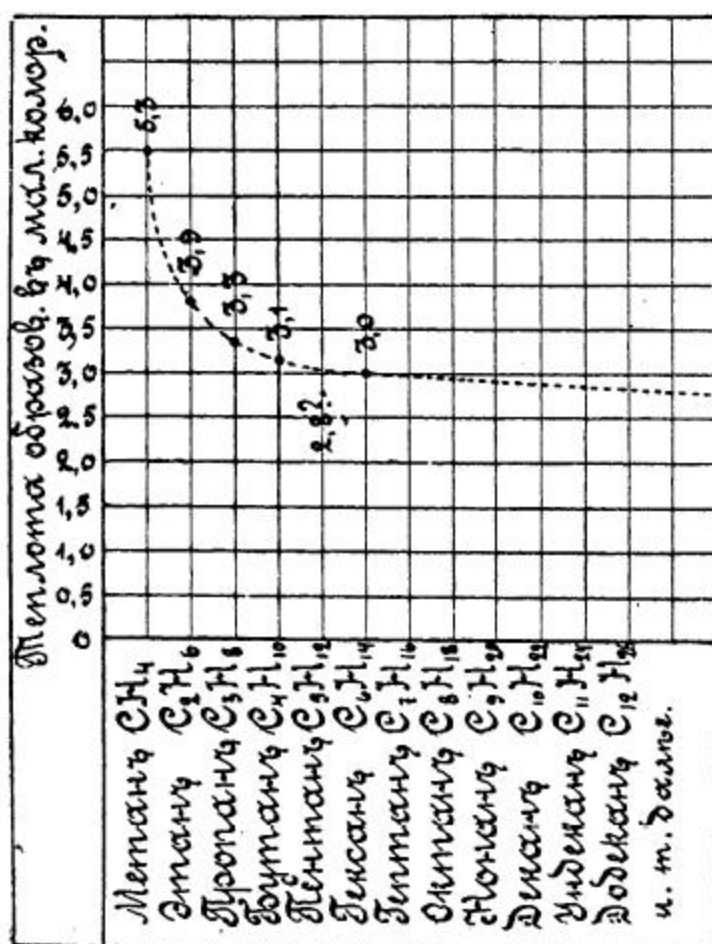
Изъ послѣдней колонки, которая переложена для большей ясности на діаграммѣ (фиг. 3-й), мы видимъ, какъ послѣдовательно падаетъ средняя теплота образованія, а слѣдовательно убываетъ и прочность отдѣльныхъ связей съ увеличеніемъ массы карбогибрида.

тяжелой половинѣ періодической системы уже достаточно показываетъ справедливость этого вывода.

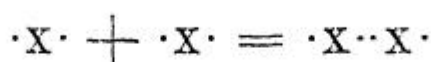
Значить, медленное распадение (или циклизирование) одиннадцати-звенныхъ атомовъ радія съ выбро-сомъ ими пары полуатомовъ гелія  $\cdot x$  не представляло бы чего-либо особенно невѣроятнаго. На это, конечно, понадобилась бы прежде всего извѣстная затрата внѣшней энергіи, напримѣръ, теплоты окружающей среды. Но въ такомъ случаѣ диссоціирующійся радій оказался бы болѣе охлажденнымъ, чѣмъ окружающій его воздухъ, если бъ его диссоціація не сопровождалась какимъ-либо новымъ синтезомъ, вознаграждающимъ или даже превышающимъ охлаждающее дѣй-ствие диссоціаціи. А такой синтезъ здѣсь несомнѣнно

Фиг. 3.

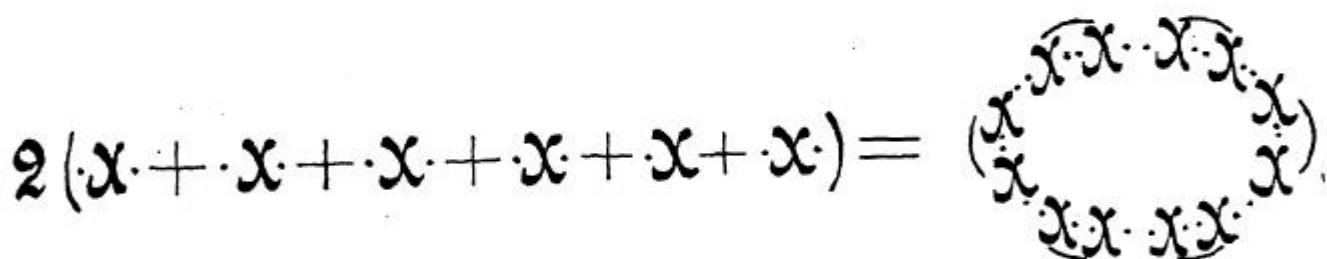
Средняя теплота образования каждой от-дѣльной связи у предѣльныхъ карбогидри-довъ.



произойдетъ. Прежде всего, отщепленные полуатомы гелія не могутъ оставаться въ такомъ раздробленномъ видѣ. Подобно тому, какъ атомы водорода, отдѣляющіеся отъ карбогидриднаго радикала, сейчасъ же соединяются по два вмѣстѣ въ одну молекулу (выдѣляя при этомъ по Wiedemann'у 126 мал. калорій на каждую граммъ-молекулу), такъ и полуатомы гелія сейчасъ же будутъ соединяться попарно въ атомы гелія,



или (при отсутствіи въ окружающей средѣ готовыхъ отрицательныхъ электроновъ) даже въ кольцеобразное соединеніе нѣсколькихъ такихъ атомовъ, напримѣръ, шести (какъ у бензола):



Число калорій теплоты, которое выдѣлится при такихъ соединеніяхъ, будетъ, конечно, несравненно больше, чѣмъ при образованіи молекулъ водорода, потому что связь полуатомовъ гелія въ его атомѣ несравненно прочнѣе, чѣмъ у атомовъ водорода въ его молекулѣ. Это количество теплоты будетъ не только вознаграждать то, которое пошло на отщепленіе полуатомовъ гелія отъ атомовъ радія, но даже дастъ избытокъ, способный вызвать повышеніе температуры во всемъ кускѣ диссоціирующагося радія, какъ это и наблюдается. Кромѣ того, эта самая теплота пойдетъ отчасти и на отщепленіе полуатомовъ гелія отъ тѣхъ атомовъ радія, у которыхъ еще не было такой диссоціаціи, такъ что кусочекъ соли радія, у котораго разъ начался такой процессъ, будетъ самопроизвольно продолжать свою

диссоціацію далѣ, какъ кусокъ раскаленнаго кокса въ каминѣ будетъ продолжать свое медленное горѣніе, пока весь не превратится въ золу и газы, несмотря на то, что окружающая его температура можетъ быть очень низкой <sup>1)</sup>).

Всѣ эти особенности, указываемыя теоріей уже и обнаружены на дѣлѣ. Проф. Dewar замѣтилъ что радій даже при очень низкихъ температурахъ продолжаетъ давать свои эманации. Проф. Кюри съ изумленіемъ нашель, что кусочекъ радія, помѣщенный въ изотермическій футляръ, постоянно сохраняетъ температуру на  $1,5^{\circ}$  С. выше окружающей среды. Одинъ граммъ радія въ теченіи часа неизмѣнно выдѣляетъ около 100 граммъ-калорій и могъ бы, слѣдовательно, плавить ежечасно и неопредѣленно долгое время по куску льда, бѣльшему его собственнаго вѣса <sup>2)</sup> подобно тому, какъ это дѣлалъ бы тлѣющій по близости отъ льда уголь. Что же касается до постоянно выдѣляемаго прото-гелія, то проф. Rutherford опредѣляетъ, что одинъ граммъ радія выдѣляетъ въ теченіе года приблизительно 0,21 куб. сантиметръ гелія, что соотвѣтствуетъ потерѣ его собственнаго вѣса на  $\frac{1}{10}$  миллиграмма въ годъ <sup>3)</sup>, т.-е. на 0,01%. А такъ какъ для полного циклизированія граммъ-атома радія (=224 грамма) онъ долженъ выдѣлить  $2 \cdot x$  (т.-е. 4 грамма гелія), то отсюда не трудно вычислить, что свѣченіе, самонагрѣваніе и вообще выдѣленіе энергіи солями радія, будетъ продолжаться не вѣчно, а только 180 лѣтъ со времени перваго приготовленія этихъ солей изъ урановой руды,

<sup>1)</sup> Эта аналогія, повидимому, вполне подходитъ къ данному случаю. Есть указанія, что радій заражаетъ своей радиоактивностью соприкасающіеся съ нимъ атомы обычно не радирующихъ тѣлъ, какъ одинъ горящій уголь зажигаетъ и другой холодный.

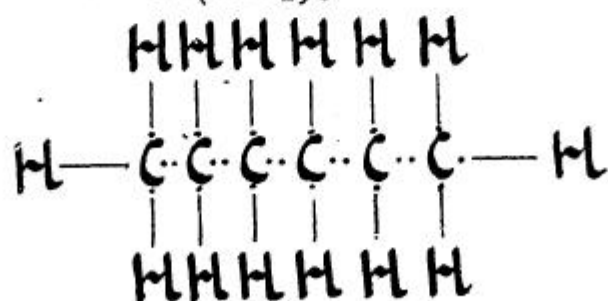
<sup>2)</sup> Knowledge 26. 219.

<sup>3)</sup> Knowledge, idem.

а затѣмъ онѣ навсегда потухнутъ вслѣдствіе полного циклизированія атомовъ радія.

Однимъ словомъ, всѣ тѣ обстоятельства, которыя въ послѣднее время такъ поразили всѣхъ физиковъ и химиковъ на нашей планетѣ и заставили нѣкоторыя слишкомъ поспѣшныя головы усумниться даже въ самомъ законѣ сохраненія энергіи, получаютъ съ точки зрѣнія нашей теоріи самое простое объясненіе и даже при внимательномъ ея разборѣ предвидятся заранѣе.

Дѣйствительно, остановимся еще разъ, но болѣе спеціально, на главномъ изъ этихъ удивительныхъ явленій, на постоянномъ выдѣленіи теплоты солями радія. Противорѣчитъ ли оно закону сохраненія энергіи?—Нисколько, если атомы періодической системы археогелидовъ дѣйствительно построены изъ трехъ родовъ болѣе первоначальнаго вещества, аналогично углеводороднымъ радикаламъ. Это такъ же мало противорѣчитъ закону сохраненія энергіи, какъ и самонагрѣваніе алифатическаго карбогидрида въ случаѣ его превращенія въ циклическій путемъ отбрасыванія отъ конечныхъ звеньевъ его цѣпи двухъ атомовъ водорода для того, чтобъ освободить двѣ единицы сродства, необходимыя для замыканія цѣпи въ кольцо. Посмотримъ, на примѣръ, что было бы, если бъ сталъ циклизироваться гексанъ  $\text{H}(\text{CH}_2)_6\text{H}$



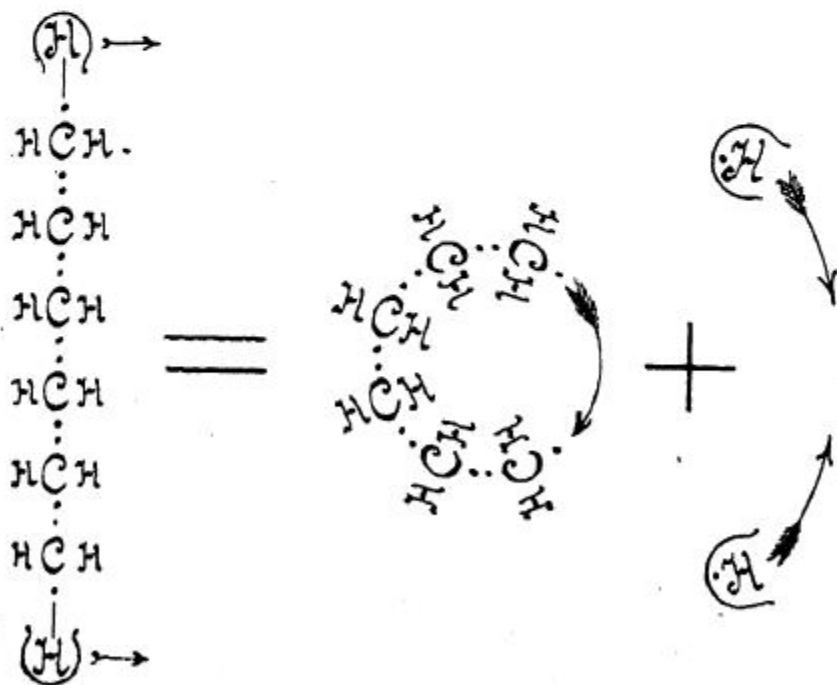
Для этого будемъ руководиться слѣдующими термохимическими соображеніями.

1) Теплота диссоціаціи, а слѣдовательно, и образованія изъ отдѣльныхъ атомовъ одной граммъ-моле-

кулы <sup>1)</sup> водорода равняется по E. Wiedemann'у 126 калоріямъ (въ первомъ случаѣ затрата (—), во второмъ выдѣленіе(+)).

2) Средняя теплота образованія или распаденія одиночной связи въ гексанѣ, по табличкѣ, приведенной выше (стр. 343) около  $\pm 3,0$  калорій. Конечно, не всѣ связи въ гексанѣ равноцѣнны по своему калорическому эффекту, но колебанія (по общимъ термохимическимъ сопоставленіямъ) не превосходятъ одной добавочной или недостающей калоріи на связь, такъ что для приблизительныхъ расчетовъ мы смѣло можемъ употреблять это среднее число.

Теперь намъ не трудно вычислить и тотъ калорическій эффектъ, который обнаружится при циклизированіи гексана (а съ нимъ и другихъ карбогидридовъ) путемъ выброса двухъ атомовъ водорода изъ его структурной цѣпи, по схемѣ:



Алифатическій карбогидридъ (гексанъ), отъ цѣпи котораго отскакиваютъ два атома водорода.

Его циклизированіе послѣ отскакиванія двухъ атомовъ водорода.

Отскакившіе отдѣльные атомы водорода, улетая, соединяются въ молекулу  $H_2$ .

<sup>1)</sup> На основаніи современныхъ данныхъ кинетической теоріи газовъ, *граммолекула* равна для каждаго вещества 453 тысячамъ триллионовъ (т.-е.  $453 \cdot 10^{21}$ ) его дѣйствительныхъ молекулъ.

Калорическій эффектъ при этой трансформациі будетъ слѣдующій.

А. Отбросъ двухъ атомовъ водорода отъ цѣпи будетъ сопровождаться разрывомъ двухъ связей, а слѣдовательно (по пункту 2-му) *поглощеніемъ* теплоты около 6,0 калорій.

В. Ихъ соединеніе въ молекулу водорода будетъ сопровождаться (по пункту 1-му) *выдѣленіемъ* 126 калорій.

С. Замыканіе остаточной цѣпи гексана въ кольцо, т.-е. его переходъ въ цикло-гексанъ, будетъ сопровождаться, образованіемъ одной новой связи, а слѣдовательно, выдѣленіемъ теплоты около 3,0 калорій.

Сумма же всѣхъ этихъ трехъ эффектовъ А, В и С, т.-е. наблюдаемое выдѣленіе теплоты каждой граммъ-молекулой гексана (а съ нимъ и всѣхъ его тяжелыхъ гомологовъ) при ихъ циклизированіи путемъ выброса 2 атомовъ водорода изъ структурной цѣпи будетъ.

$$A + B + C = -6 + 126 + 3 = 123 \text{ калоріи.}$$

Отсюда мы видимъ, что кусокъ алифатическаго карбогидрида самопроизвольно, но медленно циклизирующаго свои атомы этимъ путемъ, былъ бы: 1) само-нагрѣтъ все время выше окружающей его температуры; 2) все время испускалъ бы изъ себя во всѣ стороны брызги водородныхъ атомовъ и молекулъ, которые, ударяясь о какой-либо специально приспособленный экранъ, вызывали бы въ немъ свѣтящіяся точки (какъ въ спинтарископѣ Крукса) и, если бь удары были достаточно сильны, чтобъ довести эти брызги до свѣченія, то давали бы также и спектръ водорода; 3) стремясь насытить освободившіяся при отскакиваніи отъ карбогидрида связи соотвѣтствующими электронами, улетающій водородъ снималъ бы ихъ съ

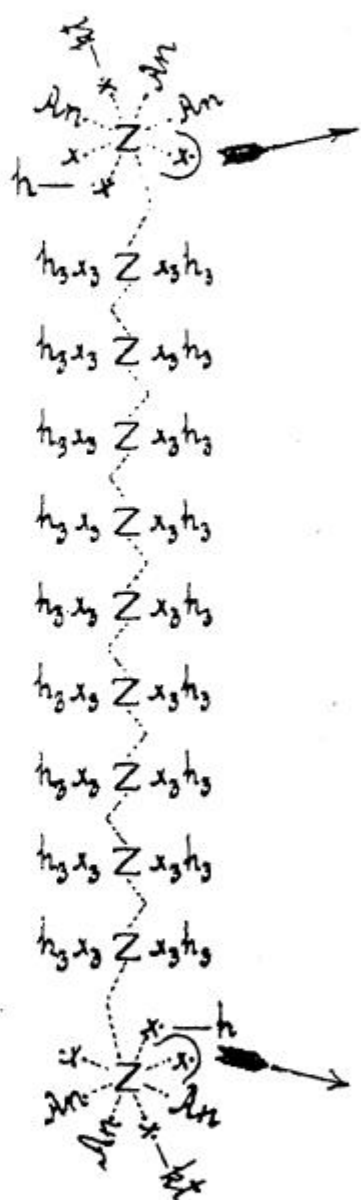


соотвѣтственно заряженныхъ тѣлъ, т.-е. разряжалъ бы ихъ, не заряжая въ то же время нейтральныхъ тѣлъ противоположнымъ электричествомъ. Точно такъ же и самъ онъ не казался бы намъ заряженнымъ, такъ какъ, вступая въ химическое соединеніе съ обычными атомами, электроны сейчасъ же теряютъ свое поле притяженія или отталкиванія, какъ кислота въ соединеніи со щелочью, теряетъ свои кислыя свойства. Полеобразующая энергія переходитъ здѣсь въ химическую, а потому вмѣсто электрическаго поля будетъ уже поле химическаго притяженія и отталкиванія, возникшее на счетъ электрической энергіи.

Мы видимъ, что всѣ явленія при циклизированіи любого карбогидрида были бы совершенно аналогичны тѣмъ, какія наблюдають на радіи, а отсюда мы съ увѣренностью можемъ утверждать, что самое загадочное изъ всѣхъ явленій, наблюдаемыхъ при люминисценціи его солей, есть, дѣйствительно, не что иное, какъ результатъ циклизированія его атомовъ.

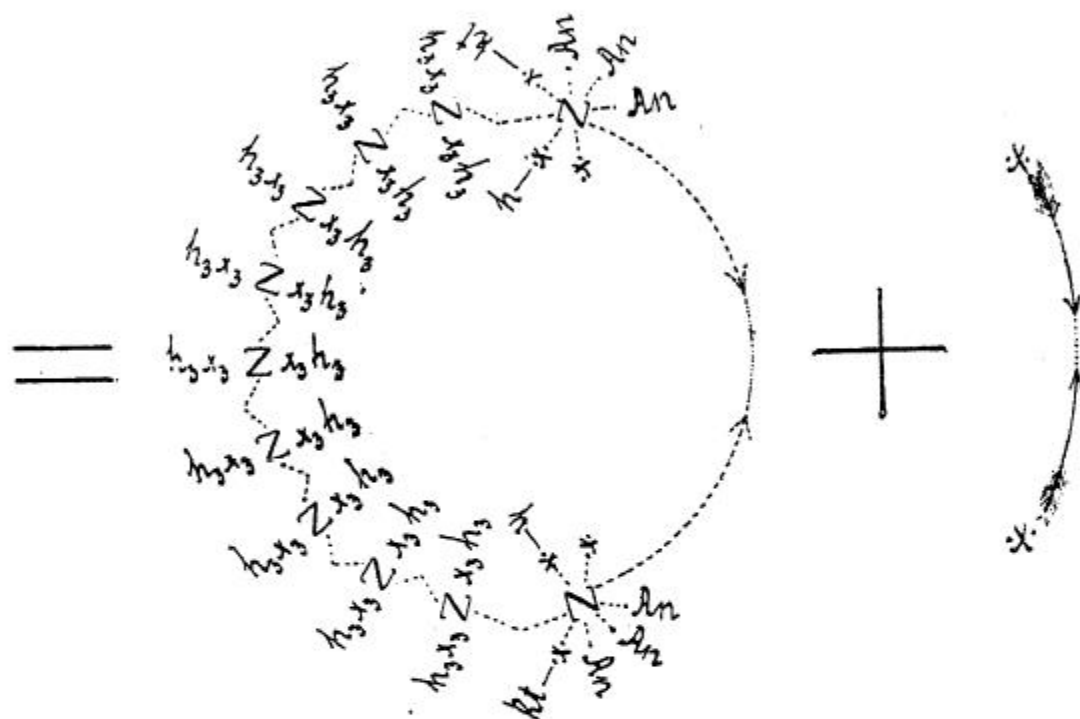
Механизмъ же циклизированія долженъ соотвѣтствовать слѣдующей схемѣ, совершенно аналогичной только что приведенной при циклизированіи гексана:

Мы видимъ на приложенной фигурѣ какъ отъ конечныхъ звеньевъ атома радія отскакивають два полуатома гелія ( $\cdot x \cdot$ ) и этимъ освобождаютъ два пункта



Не циклизированный атомъ радія, отъ структурной цѣпи котораго отскакивають два полуатома гелія ( $\cdot x \cdot$ ) →

сцѣпленія, необходимыя для замыканія цѣпи въ кольцо, къ чему, какъ мы уже не разъ показывали, очень склонны всѣ нечетнозвенные атомы. Остальныя же связи этихъ звеньевъ не могутъ служить для замыканія, такъ какъ онѣ уже замкнуты положительными электронами ( $An$ ) и притомъ, повидимому, негодны для



Процессъ циклизирования предыдущаго (т.-е. на стр. 350) атома послѣ отброса двухъ полуатомовъ гелія.

Средняя часть схемы.

Отскочившіе полуатомы гелія стремятся соединиться вмѣстѣ, чтобъ образовать (замкнувъ свои ненасыщенные пункты сцѣпленія) одинъ атомъ гелія.

замыканія и по своему стереометрическому положенію и служатъ лишь для привлеченія кристаллизационной воды.

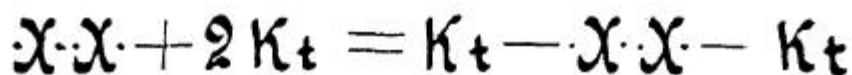
Въ средней части схемы мы видимъ остатокъ отъ атома радія, уже замыкающійся въ кольцо съ образованіемъ новаго элемента цикло-радія, сходнаго съ радіемъ во всѣхъ химическихъ свойствахъ, но обладающаго вѣсомъ, меньшимъ на четыре единицы.

Въ послѣдней же части схемы мы видимъ, какъ отскочившіе полуатомы гелія ( $\cdot x \cdot$ ) стремятся, улетаая, соединиться между собою въ полный атомъ.

Предположимъ теперь, что они уже соединились и мы имѣемъ комбинацію, представляющую атомъ гелія



Мы видимъ, что эта группировка еще не можетъ считаться окончательной, потому что полуатомъ гелія двувалентенъ (что символизируется двумя точками при каждомъ  $\cdot x \cdot$ ). Крайнія единицы его сцѣпленія остались здѣсь ничѣмъ не насыщены. Если бъ въ окружающей средѣ присутствовали отрицательные электроны, т.-е. элементарные электрическіе заряды  $K_t$ , то они тотчасъ же насытили бы эти пункты сцѣпленія по реакціи:



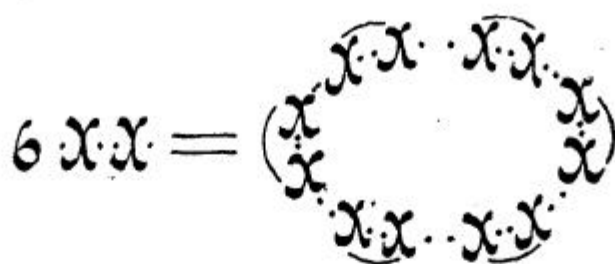
Атомъ гелія  
безъ зарядовъ.

Отрицательные электроны или атомы электричества.

Обычный атомъ гелія съ двумя его электронами.

Въ такомъ случаѣ мы имѣли бы сразу обычный гелій, кипящій при чрезвычайно низкой температурѣ, ниже— $256^{\circ}C$  ( $= 17^{\circ} abs$ ).

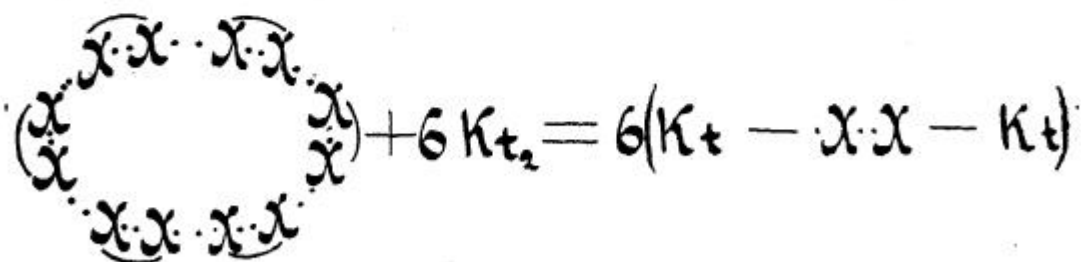
Но предположимъ, какъ это обыкновенно и бываетъ на дѣлѣ, что въ окружающемъ воздухѣ нѣтъ достаточнаго количества свободнаго отрицательнаго электричества. Тогда новообразовавшимся атомамъ гелія ничего не остается, какъ самимъ насытить свои свободные пункты сцѣпленія, т.-е. замкнуться по нѣскольку въ кольцеобразныя молекулы, на примѣръ, (какъ у бензола) по шести атомовъ въ одну молекулу.



Въ результатѣ получится полимеризированный гелій, кипящій значительно выше обыкновеннаго, какъ это и показали Е. Rutherford и F. Soddy, опредѣлившіе опытомъ температуру кипѣнія этой эманации радія около—130° C (= 143° abs), какъ мы уже рассказывали выше.

Однако не трудно видѣть, что этотъ полимеризированный гелій будетъ постоянно стремиться перейти въ свое обычное состояніе, молекула котораго, по нашимъ структурнымъ схемамъ есть  $\text{Kt} - \text{X} \cdot \text{X} - \text{Kt}$ .

Для этого онъ нуждается только въ присутствіи свободныхъ зарядовъ Kt катоднаго (отрицательнаго) электричества. Встрѣтивъ на своемъ пути заряженный электронами (Kt) предметъ, онъ сниметъ съ него эти электроны и вслѣдствіе того распадется на обычный гелій по схемѣ:



Молекула полимеризированнаго гелія, испаряющагося около 143° abs.

Свободные заряды на отрицательно заряженномъ тѣлѣ.

Молекула (одноатомная) обыкновеннаго гелія кипящаго около 17° abs.

Такимъ образомъ отрицательно заряженное тѣло разрядится, молекула гелія перестанетъ быть поли-

мерной, т.-е. не сгустится болѣе при проходѣ черезъ охлажденную жидкимъ воздухомъ спираль Rutherford'a и Soddy, и въ то же время не будетъ обнаруживать сама электрическаго поля, такъ какъ электрическіе атомы Kt будутъ теперь связаны въ своихъ движеніяхъ, войдутъ въ химическое соединеніе съ полуатомами гелія и, слѣдовательно, ихъ полеобразовательная энергія превратится въ энергію химическаго сродства.

Этимъ же объясняется то поразительное явленіе, что эманации гелія, испускаемая радіемъ, *только снимаютъ съ листковъ электроскопа отрицательное электричество, но сами не заряжаютъ ихъ положительно при дальнѣйшемъ пропусканіи.*

Этимъ же объясняется, почему они не сообщаютъ окружающему воздуху положительнаго потенціала и даже проходятъ черезъ металлическія спирали, т.-е. прекрасные проводники, которые сняли бы съ нихъ всякій электрическій зарядъ, не теряя своей способности разряжать отрицательно заряженные предметы.

Читатель видитъ самъ, съ какой отчетливостью объясняются съ этой точки зрѣнія всѣ изумительныя съ перваго взгляда явленія, только что обнаруженныя при изслѣдованіи солей радія. Даже самый фактъ нецикличности атомовъ радія и его склонности къ циклизированію предусматривается теоріей. Дѣйстви-тельно, взглянувъ на таблицу 30 (стр. 169) и другія таблицы нашей книги, мы видимъ, что атомный вѣсъ циклическаго радія былъ бы лишь около 218 единицъ, тогда какъ вѣсъ нециклизованнаго—на четыре единицы болѣе, т.-е. около 222. По изслѣдованію же г-жи Складовской-Кюри, этотъ вѣсъ опредѣлился опытами въ среднемъ около 225 единицъ, при чемъ наи-

меньшій случай изъ 7 опредѣленій былъ 220,7, а наибольшій—225,8, т.-е. опытъ всегда безъ исключенія указывалъ на нециклизованный атомъ.

О склонности же всѣхъ нечетнозвенныхъ атомовъ, каковъ атомъ радія съ его одиннадцати звеньями, къ циклизированію мы уже достаточно говорили выше. Разсматривая наши таблицы періодической системы археогелидовъ (напримѣръ, табл. 30-ю (стр. 169), или ту, которая помѣщена въ концѣ книги), мы видимъ, что почти всѣ нечетнозвенные атомы «способные къ циклизированію» уже успѣли циклизироваться въ продолженіи длинныхъ геологическихъ періодовъ ихъ существованія на земномъ шарѣ и только представители самой тяжелой одиннадцатой строки системы, къ которой принадлежитъ радій, вмѣстѣ съ ураномъ и торіемъ, еще почему-то не успѣли этого сдѣлать.

Въ чемъ причина такого замедленія, лежитъ ли она въ сравнительно недавнемъ происхожденіи этихъ элементовъ вслѣдствіе ихъ синтеза изъ другихъ подъ громадными давленіями внутри земной коры (на возможность чего указываютъ соображенія Н. Н. Бекетова, изложенныя во второмъ приложеніи) или въ томъ, что металлы рѣдкихъ земель, содержащихъ радіоактивные элементы, находились въ специальныхъ условіяхъ, гдѣ циклизированіе было затруднено,—этого мы, конечно, еще не можемъ рѣшить. Но фактъ на лицо: ихъ атомные вѣса, при сравненіи ихъ съ даваемыми нашей теоріей, показываютъ, что эти атомы еще не циклизировались. Вотъ почему мы и думаемъ, что выдѣленіе гелія радіемъ, не является результатомъ простого отбрасыванія атомами радія ихъ компонентовъ,  $\cdot X \cdot$ , т.-е. одиночныхъ полуатомовъ гелія, при чемъ каждый атомъ радія превращался бы въ атомъ новаго щелочного металла, аналога рубидія и цезія.

До тѣхъ поръ пока образованія такого новаго металла не обнаружено, идея циклизированія, какъ мы ее излагали выше, является единственно соотвѣтствующей всѣмъ обстоятельствамъ изучаемаго явленія. Но мы ни въ какомъ случаѣ не отвергаемъ и того, что самъ радій, полоній и актиній, въ уранитѣ и другихъ рѣдкихъ минералахъ, могли появиться, какъ продукты распаденія атомовъ урана или торія, на эти болѣе легкіе и менѣе валентные по кислороду элементы. Этимъ обстоятельствомъ и объяснилось бы присутствіе гелія въ рѣдкихъ уранитовыхъ и торитовыхъ минералахъ, тогда какъ его нѣтъ ни въ какихъ другихъ, да и въ самой атмосферѣ земли присутствія его не удается замѣтить даже спектральнымъ анализомъ.

Итакъ въ явленіяхъ, обнаруживаемыхъ солями радія, мы, повидимому, дѣйствительно, имѣемъ дѣло съ однимъ частнымъ случаемъ превращенія элементовъ. Это все равно, какъ если бь, напримѣръ, кобальтъ (атомный вѣсъ = 59,0), который по нашей структурной теоріи есть нециклизованный марганецъ (вѣсъ = 55,0) вдругъ сталъ бы самопроизвольно переходить въ этотъ послѣдній, выбрасывая изъ каждаго конечнаго звена структурной цѣпи своего атома по полуатому гелія  $\cdot x \cdot$  и циклизуясь посредствомъ освобожденной пары связей, какъ это можетъ схематизировать самъ читатель, пользуясь нашими атомными развертками на послѣдней таблицѣ этой книги.

Но съ кобальтомъ ничего подобнаго не происходитъ, потому что благодаря незначительному числу звеньевъ (всего 3) въ его атомѣ, соединяющіе ихъ связи очень прочны, тогда какъ у радія съ его одиннадцатью звеньями въ атомѣ, онѣ уже достаточно расшатаны и, повидимому, разрываются время отъ

времени самопроизвольно, вслѣдствіе температурныхъ колебаній и столкновеній между собою его атомовъ.

#### IV.

**Испусканіе атомами обычныхъ тѣлъ чрезвычайно мелкихъ корпускулъ, снимающихъ съ окружающихъ предметовъ заряды положительнаго электричества.**

До сихъ поръ мы еще ни разу не упоминали о томъ, что кромѣ выбрасыванія прот-атомовъ гелія, снимающихъ съ предметовъ отрицательные (Kt) заряды, радій постоянно выбрызгиваетъ и другія несравненно болѣе мелкія частички или, какъ ихъ называютъ, корпускулы, снимающія съ постороннихъ предметовъ въ моментъ прикосновенія къ нимъ, уже не отрицательные, а положительные (An) заряды. Это мы сдѣлали потому, что испусканіе корпускулъ свойственно не одному атому радія, но и всѣмъ остальнымъ атомамъ при специальныхъ физическихъ условіяхъ, особенно на катодахъ электрическихъ баттарей, а потому мы и должны разобрать этотъ предметъ въ общемъ видѣ.

Первыя ясныя указанія на истинную природу такъ называемыхъ «катодныхъ лучей» были даны въ 1897 году профессоромъ J. J. Thomson'омъ въ *Philosophical Magazine* (44, 293). Основываясь на сдѣланномъ имъ открытіи, что они снимаютъ съ электроскопа положительные заряды электричества и на томъ обстоятельстве, что магнитъ отклоняетъ эти псевдо-лучи совершенно такъ же, какъ онъ отклонялъ бы пролетающія въ томъ же направленіи маленькія тѣльца сильно заря-



женныя отрицательно (какъ это и должно быть съ веществомъ, вылетающимъ изъ катода), — Дж. Томсонъ совершенно правильно вывелъ заключеніе, что это вовсе не лучи, а частички какого-то чрезвычайно мелко раздробленнаго вещества, вылетающаго изъ катода, при его дѣйствиіи, подобно тому, какъ брызги воды изъ пульверизатора. При всѣхъ катодахъ, изъ какого бы вещества они ни были сдѣланы, эти частицы, по изслѣдованіямъ Томсона и всѣхъ остальныхъ физиковъ, продолжавшихъ его опыты, оказались тѣми же самыми. Начальная скорость ихъ, по опредѣленіямъ самого Томсона, оказалась близка къ 10 тысячамъ километровъ въ секунду ( $10^9 \frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$ ), а по опредѣленіямъ Майорана (Maiorana) въ Nuovo Cimento 1897 г. (6. 336<sup>1</sup>) значительно менѣе, около 600 километровъ въ секунду ( $6 \cdot 10^7 \frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$ ), тогда какъ скорость распространенія всякой лучистой энергіи ээира равна 300 тысячамъ километровъ въ секунду. Масса этихъ частичекъ, по дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ проф. Дж. Томсона, оказалась около одной тысячной доли массы водороднаго атома. Отсюда Томсонъ заключилъ, что это должно быть примордіальныя частицы, изъ которыхъ состоятъ всѣ атомы обычныхъ тѣлъ, и что, подъ дѣйствиемъ электрической энергіи, нѣкоторая часть атомовъ катода распадается на нихъ. Всѣ дальнѣйшія изслѣдованія оказались въ полномъ согласіи съ фактической частью открытія Томсона, т.-е. съ тѣмъ, что это не лучи, а, дѣйствительно, брызги какихъ-то мельчайшихъ матеріальныхъ частицъ въ особомъ состояніи, дѣлающемъ ихъ способными разряжать положительно заряженныя тѣла. Обнаружилось, кромѣ того, и еще много интересныхъ явленій. Оказалось, что не одни катоды во

1) По реферату въ „Ж. Р. Ф.-Х.“ Общ.

время ихъ дѣйствія, но и всевозможные другіе предметы способны испускать ихъ при особыхъ обстоятельствахъ. Такъ, Эльстеръ и Гейтель<sup>1)</sup> показали, что накаленные металлическія проволоки «обладаютъ свойствами отрицательно заряженныхъ тѣлъ», т.-е. тоже снимаютъ съ предметовъ положительные заряды. Профессоръ Кюри и другіе излѣдователи обнаружили, что корпускулы, во всемъ тождественныя съ катодными, выбрасываются (вмѣстѣ съ уже описанными брызгами прото-гелія) радіемъ и другими радіоактивными веществами и могутъ быть отдѣлены отъ геліевыхъ брызгъ пропусканіемъ черезъ тонкую алюминіевую пластинку, совершенно задерживающую послѣднія, какъ болѣе крупныя, но пропускающую безъ большого ущерба мелкія корпускулы Томсона. Проф. Rutherford и Curie установили, что всякое вещество, полежавшее рядомъ или даже просто вблизи радіоактивнаго тѣла само дѣлается радіоактивнымъ въ своемъ поверхностномъ слоѣ, т.-е. накапливаетъ въ немъ корпускулы, выбрасываемыя радіоактивнымъ тѣломъ и испускаетъ ихъ затѣмъ нерѣдко нѣсколько часовъ послѣ удаленія послѣдняго<sup>2)</sup>. Тяжелые металлы, полежавшіе нѣкоторое время рядомъ съ «радіо-свинцомъ»<sup>3)</sup>, какъ бы всасываютъ въ себя изъ него весь запасъ накопившихся въ немъ корпускулъ, такъ что «радіо-свинецъ» на значительное время остается почти совершенно не активенъ, а лежавшіе съ нимъ металлы активны, хотя бы по природѣ они и не были такими. Но съ

1) Рефератъ въ „Ж. Ф.-Х. Общ.“ Ч. Физ. II. 97 (1902 г.).

2) „Ж. Ф.-Х. Общ.“ Ч. Физ. II. 49 (1902 г.).

3) Такъ пока называется новый элементъ въ родѣ радія, но съ атомнымъ вѣсомъ, по опредѣленіямъ К. Hofmann'a и А. Strauss'a, около 172,0, т.-е. находящійся въ 9 строкѣ періодической системы, между баріемъ и радіемъ, и не уменьшившій своей радіоактивности уже около года („Ж. Ф.-Х. Общ.“ 1902 г., II., 148).

теченіємъ времени они истрачиваютъ весь приобрѣтенный ими запасъ, тогда какъ въ «радіо - свинцѣ» онъ, послѣ долгаго лежанія отдѣльно, снова цѣликомъ возобновляется<sup>1)</sup>. Такое же наведеніе радіоактивности на обычно не радіоактивныя тѣла происходитъ и въ томъ случаѣ, если вмѣсто соприкосновенія съ радіемъ и другими, естественно радірующими, веществами, по дѣйствовать на нихъ прямо катодными брызгами Дж. Томсона. Е. Rutherford и S. J. Allen дѣлали радіоактивными верхніе слои металлическихъ проволокъ даже и безъ этого, а просто держа ихъ въ воздухѣ при потенциалѣ въ нѣсколько десятковъ тысячъ вольтъ. При положительномъ зарядѣ, т.-е. когда проволоки прикрѣплялись къ аноду, въ нихъ почти совершенно не обнаруживалось по снятіи никакой активности<sup>2)</sup>, т.-е. испусканія положительно заряженныхъ тѣлецъ, тогда какъ въ случаѣ прикрѣпленія къ катоду, послѣдующее выдѣленіе катодныхъ корпускулъ обнаруживалось очень отчетливо, но быстро ослабѣвало. Уже черезъ сорокъ пять минутъ послѣ снятія проволокъ съ катода интенсивность выдѣленія корпускулъ уменьшалась вдвое, тогда какъ если эти же самыя проволоки лежали нѣкоторое время въ соприкосновеніи, или очень близко отъ соли радія или содержащихъ ее веществъ, то проявлявшаяся въ нихъ радіоактивность была прочнѣе. Она ослабѣвала наполовину не черезъ 45 минутъ, а только черезъ 11 часовъ, изъ чего можно заключить что вліяніе радія заходитъ глубже въ проволоки<sup>3)</sup>. Однако и въ томъ и другомъ случаѣ корпускулы, приобрѣтенныя отъ постороннихъ тѣлъ, не проникаютъ глубоко подъ поверхность про-

1) Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1903 г., 18.

2) „Ж. Ф.-Х. Общ.“, Часть Физ., II. 15 (1902 г.).

3) „Ж. Ф.-Х. Общ.“ idem.

волокъ, такъ какъ весь ихъ радіоактивный слой можно легко стереть кускомъ полировальной бумаги (т. - е. на которой наклеенъ слой толченаго стекла или наждака). Вмѣстѣ съ верхнимъ слоемъ стертаго металла остаются на полировальной бумажкѣ и всѣ корпускулы, такъ что проволока дѣлается совершенно не активной болѣе, а бумажка активной. Если ее сжечь, то активность остается вмѣстѣ съ окислами перегорѣвшаго на ней металла, въ золѣ. Точно то же происходитъ, если верхній слой проволоки стравить кислотой: тогда все радірующее вещество переходитъ въ растворъ, и, по выпариваніи кислоты, получается въ осадкѣ временно радіоактивная соль этого самого металла <sup>1)</sup>).

При электрическомъ возбужденіи радіоактивности проволокъ изъ нихъ вылетаютъ, повидимому, только однѣ катодныя корпускулы, такъ какъ здѣсь онѣ лучше пронизываютъ тонкія алюминіевыя перегородки, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда были вызваны дѣйствіемъ радіевыхъ солей. Rutherford и Allen нашли, что переходя съ проволокъ въ окружающіе слои воздуха, корпускулы двигаются къ центру положительно заряженнаго поля со скоростью 1,5 сантиметровъ въ секунду, если потенциалъ поля падаетъ на одинъ вольтъ на протяженіи одного сантиметра по радіусу поля. Близкую къ этому величину (1,36) нашелъ и Зелéни. Однако допускать, какъ дѣлаютъ теперь, что эти корпускулы *несутъ на себѣ отрицательныя заряды* даже и въ томъ случаѣ, когда онѣ вылетаютъ не изъ дѣйствующаго катода, а изъ металлическихъ проволокъ, уже снятыхъ съ катода, нѣтъ никакой возможности. Проволоки—прекрасные проводники электричества, и

<sup>1)</sup> Naturwiss. Wochenschr. idem, 19.

въ тотъ самый моментъ, когда мы беремъ ихъ въ руки, мы снимаемъ съ нихъ и съ находящихся въ нихъ корпускуль все *свободное*, способное къ отдачѣ или къ нейтрализаціи электричество. Отсюда очевидно, что, двигаясь къ положительно заряженнымъ тѣламъ, корпускулы въ этихъ случаяхъ не несутъ на себѣ никакихъ отрицательныхъ зарядовъ. Дѣйствительно, Mc Lennan, въ полномъ согласіи съ другими наблюдателями, показалъ, что онѣ *только снимаютъ съ тѣлъ уже находящіяся на нихъ положительные заряды, но не сообщаютъ отрицательныхъ зарядовъ нейтральнымъ тѣламъ и не увеличиваютъ зарядовъ у заряженныхъ отрицательно*<sup>1)</sup>.

Кромѣ проволокъ, были сдѣланы опыты съ наведеніемъ радіоактивности и надъ другими, въ томъ числѣ и не проводящими электричество, тѣлами, каковы, напримѣръ, сухія соли. Mc Lennan бралъ кусочки различныхъ солей и держалъ ихъ по сосѣдству съ искрами, проскакивающими между кондукторами электрической машины или проволоками Румкорфовой катушки. Если между искрой и катушкой клалась тонкая кварцевая пластинка или другая перегородка, хотя бы и въ совершенствѣ пропускающая какъ обычные, такъ и ультрафіолетовые лучи, то никакого дѣйствія на соли не обнаруживалось: вылетавшія изъ катода корпускулы не могли сквозь нее проникнуть. Но послѣ удаленія перегородки дѣйствіе обнаруживалось, хотя и очень оригинально, вслѣдствіе плохой проводимости солей. Ни одна изъ испытанныхъ солей, не радіоактивныхъ въ своемъ обычномъ состояніи, не стала радіоактивной при обычной температурѣ, а лишь при нагрѣваніи не ниже 100°, при чемъ черезъ

<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 34. II. 49. Ч. Физ. (1902 г.).

промежутокъ отъ 3 до 5 минутъ весь запасъ корпускулъ тратился и радіоактивность совершенно исчезала. Однако и это наблюдалось не со всѣми испытанными солями, а лишь съ  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{SrS}$ ,  $\text{BaS}$  и  $\text{BeSO}_4$  (последняя въ слабой степени), между тѣмъ какъ  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{BaCl}_2$  ничего не обнаружили. Кромѣ того, во всѣхъ случаяхъ радіоактивность совершенно исчезала послѣ лежанія въ покоѣ отъ 1 до 3 сутокъ. И здѣсь въ ясной и отчетливой формѣ обнаружилось то же самое замѣчательное явленіе: испускаемые солями корпускулы всегда лишь снимали съ встрѣчающихся имъ предметовъ уже готовое положительное электричество, но сами не обнаруживали на себѣ отрицательныхъ зарядовъ, т.-е. не увеличивали заряда отрицательно наэлектризованныхъ тѣлъ <sup>1)</sup>

Не безъ успѣха также были сдѣланы попытки навести радіоактивность и на тѣла газообразныя. Такъ, Rutherford и Allen <sup>2)</sup> наводили радіоактивность на воздухъ, заключенный въ цинковыхъ цилиндрахъ, посредствомъ катоднаго заряда, допуская согласно съ теоріей J. J. Thomson'a, что молекулы обычныхъ веществъ, во всѣхъ трехъ состояніяхъ, обладаютъ способностью, послѣ дѣйствія катодныхъ лучей, выдѣлять съ большою скоростью тѣ же самыя катодныя корпускулы.

Дѣйствительно, во всѣхъ хорошо изслѣдованныхъ случаяхъ, эти корпускулы, «снимающія положительные заряды», оказались тѣ же самыя, что и катодныя. Ударяя по стеклу или другимъ предметамъ они, какъ и катодныя брызги приходятъ въ колебательное состояніе (какъ звучащій камертонъ) и этимъ даютъ

<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 34. 50. Ч. Физ. 1902 г.

<sup>2)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 34. 35. Ч. Физ. 1902 г.

начало Рентгеновымъ лучамъ, природа которыхъ теперь тоже становится понятной. Эти лучи, повидимому, уже настоящія волнообразныя движенія, вызываемыя въ окружающемъ эфирѣ<sup>1)</sup> вибраціями корпускулъ, исходящими отъ ихъ удара о препятствіе. Въ такомъ случаѣ они вполне аналогичны ультра-фіолетовымъ лучамъ, но только съ несравненно меньшей длиной волны, какъ это и должно быть по причинѣ малости испускающихъ ихъ корпускулъ. Длина волнъ этого невидимаго свѣта, повидимому, такъ ничтожно мала, что поры и свободныя пространства между молекулярными сѣтями обычныхъ тѣлъ являются для нихъ уже настоящими петлями, сквозь которыя они проникаютъ цѣлыми пучками, а потому и не поляризуются и не преломляются. Пояснимъ это на примѣрѣ. Когда лучи обыкновеннаго свѣта проходятъ между листьями и вѣтвями вершины дерева, они не измѣняютъ своего направленія, хотя бы вершина дерева и имѣла призматическую форму, потому что промежутки между составными частями этой призмы слишкомъ велики для свѣтовыхъ волнъ. Точно такъ же не поляризуются и не разлагаются въ спектральную полосу солнечные лучи, проходя черезъ край облака, хотя бы толщина его и суживалась къ этому краю. Они только постепенно затухаютъ въ немъ, претерпѣвая многочисленныя отраженія.

Отсюда ясно, что, если мы вообразимъ себѣ волны свѣтоноснаго ээира настолько мелкія, что молекулы и междумолекулярныя промежутки обычныхъ тѣлъ будутъ для нихъ такъ же велики, какъ пузырьки водяныхъ паровъ воздуха или листья дерева и промежутки между ними для видимаго нами свѣта, то эти лучи тоже не будутъ ни преломляться, ни поляризоваться,

<sup>1)</sup> Knowledge 26. 218.

проходя среди такихъ молекулъ<sup>1)</sup>. Они будутъ только постепенно затухать по мѣрѣ пройденнаго пути, какъ это и наблюдаютъ на Рентгеновыхъ лучахъ, для которыхъ всѣ окружающія насъ тѣла представляются, чѣмъ-то въ родѣ тумана различной густоты.

Эта малость волны у лучей Рентгена именно и находится въ полномъ соотвѣтствіи съ малостью вызывающихъ ихъ корпускулъ. Подобно тому, какъ камертонъ даетъ звуковую волну тѣмъ меньшей длины, чѣмъ меньше его размѣры, такъ и молекула по отношенію къ волнообразнымъ движеніямъ эфира. Посудите же сами, какъ мала должна быть основная волна молекулы и всѣ ея вторичныя волны, если эта молекула, какъ ее опредѣлилъ проф. Дж. Томсонъ, въ тысячу разъ меньше водородной! Здѣсь нѣтъ никакой надежды, чтобы нашъ глазъ былъ способенъ видѣть эти излученія. Поэтому корпускулы, испускающія такой свѣтъ, не могутъ быть ни въ какомъ случаѣ смѣшиваемы ни съ атомами *коронія*, замѣчаемаго въ солнечной коронѣ выше водородной хромосферы (а потому, несомнѣнно, представляющаго особый газъ, болѣе легкой, чѣмъ водородъ), ни съ *небуляріемъ*, спектръ котораго виденъ въ небесныхъ туманностяхъ и смѣшивался прежде со спекромъ не встрѣчающагося на нихъ азота. У обоихъ этихъ легкихъ надзвѣздныхъ веществъ атомы не могутъ быть даже и во сто разъ менѣе водороднаго атома, потому что въ такомъ случаѣ ихъ лучи, безъ сомнѣнія, уже не давали бы линий въ видимой части спектра.

---

1) Было бы не безынтересно, поэтому, испробовать, не будутъ ли преломлять Рентгеновы лучи микроскопическія тонкія призмы изъ *очень плотныхъ* тѣлъ, каковы W, U, Os, Jg, Pt, Au (конечно литые), но для того, чтобы стать прозрачными, онѣ должны быть чрезвычайно тонки, въ родѣ острія бритвы. Точно такъ же можно бы испробовать рубины и сапфиры, если это уже не сдѣлано, хотя ихъ плотность и невелика (должно быть  $d=4,0$ .)



Итакъ «корпускулы» представляютъ изъ себя атомы какого-то газа въ тысячу разъ больше легкаго, чѣмъ водородъ при тѣхъ же условіяхъ. Поэтому они уже не могутъ быть удерживаемы въ атмосферѣ силой земнаго тяготѣнія, а только силами химическаго сродства, въ составѣ другихъ болѣе тяжелыхъ тѣлъ. По выходѣ изъ нихъ они должны, благодаря необыкновенной скорости своихъ поступательныхъ движеній <sup>1)</sup>, вылетать отъ сферы земнаго притяженія и разсѣиваться въ міровомъ пространствѣ. Очень можетъ-быть, что они разсѣяны повсюду въ безконечномъ міровомъ пространствѣ, или составляютъ ту легкую атмосферу вокругъ солнечной системы, которая обуславливаетъ своимъ отраженіемъ солнечныхъ лучей явленія зодіакальнаго свѣта, и оттуда проникла въ атомы окружающихъ насъ предметовъ. Есть обстоятельства, которыя прямо указываютъ на то, что эти газообразныя эманациі обычныхъ атомовъ не могутъ держаться въ атмосферѣ, какъ примѣсь посторонняго газа, по крайней мѣрѣ, въ значительномъ количествѣ. Различные изслѣдователи показали, что, эти корпускулы (и притомъ уже снявшіе съ тѣхъ или другихъ тѣлъ положительные заряды, а потому притягиваемыя проволоками, прикрѣпленными къ катоду, при потенціалахъ *не меньше* 2000 вольтъ <sup>2)</sup> находятся постоянно въ атмосферѣ, но ихъ количество на открытыхъ мѣстахъ незначительно и притомъ измѣняется въ различные дни. Въ ясную солнечную погоду ихъ бываетъ болѣе, чѣмъ въ дождливую,

<sup>1)</sup> Ихъ скорости при 0°С опредѣляются по кинетической теоріи газовъ въ 60 тысячъ метровъ въ секунду, если принять, что корпускулы носятъ въ воздухѣ, какъ примѣсь посторонняго газа, молекула котораго тоже состоитъ изъ двухъ атомовъ. При одноатомной же молекулѣ скорость будетъ еще почти въ полтора раза больше.

<sup>2)</sup> „Ж. Ф.-Х. Общ.“. 34. II. 97. Ч. Физ. 1902 г.

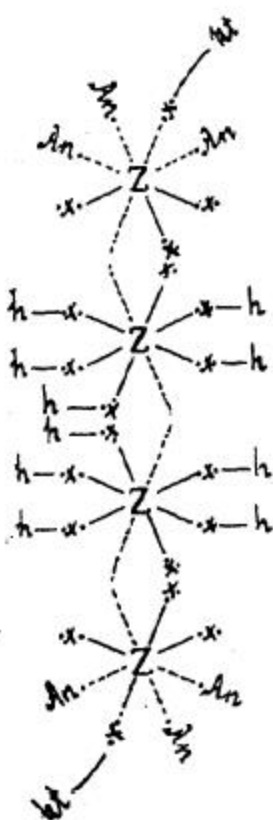
какъ будто вода ихъ растворяетъ и уноситъ въ землю, какъ постороннюю пыль. Если же дождя нѣтъ, то сырость воздуха, т.-е. количество растворенныхъ въ немъ паровъ, а также и температура, не оказываютъ, повидимому, замѣтнаго вліянія. Но высота мѣста наблюденія надъ почвой въ тихую погоду сказывается очень ясно: чѣмъ ближе къ почвѣ, тѣмъ ихъ болѣе. Особенно же много ихъ въ подвалахъ, закрытыхъ ямахъ и другихъ подземныхъ помѣщеніяхъ, гдѣ воздухъ медленно возобновляется. Благодаря этому Elster Geitel, Ebert и другіе изслѣдователи [прямо пришли къ заключенію, что корпускулы постоянно выдѣляются изъ почвы <sup>1)</sup> и изъ поръ земныхъ породъ въ видѣ особыхъ испареній, а затѣмъ просѣиваются черезъ атмосферу въ ея верхніе слои. Очень можетъ-быть, что именно благодаря этимъ эманациямъ нѣкоторые метеориты и падающія звѣзды и загораются на разстояніяхъ до 400 километровъ надъ земной поверхностью, хотя тамъ, повидимому, нѣтъ уже и слѣдовъ обычныхъ атмосферныхъ газовъ.

Теперь посмотримъ, насколько всѣ эти факты соответствуютъ нашей структурной теоріи.

Когда я впервые составлялъ свои атомныя схемы, меня въ большое затрудненіе приводило то обстоятельство, что въ каждой многозвенной атомной цѣпи, которую давала теорія, оставалось по нѣсколько пунктовъ сцѣпленія, не привлечшихъ и, повидимому, никогда не привлекающихъ никакого посторонняго вещества. Возьмемъ, на примѣръ, атомъ цинка (фиг. 4) Мы видимъ въ немъ четыре не циклизированные звена, состоящія изъ восьмивалентнаго компонента

<sup>1)</sup> Naturw. Wochenschr., 1903 г., 20.

$\equiv Z \equiv$  (вѣсъ = 4) и привлеченныхъ имъ постороннихъ веществъ. Всѣ эти четыре звена присоединили къ себѣ 20 полуатомовъ гелія  $\cdot x \cdot$  (вѣсъ каждого 3,96), шесть атомыкуловъ <sup>1)</sup> положительнаго электричества —  $An$ , обусловливающихъ количество кристаллизационной воды, привлекаемой паемъ цинка въ его растворимыхъ соляхъ (по  $H_2O$  на каждую пару  $An$ ), и два атомыкула отрицательнаго электричества  $Kt$ , выдѣляемые атомомъ цинка на катодѣ при электролизѣ его солей.



Фиг. 4

Атомъ цинка въ отдѣльномъ видѣ. У четырехъ  $\cdot x \cdot$  съ каждого конца не достаетъ прикрывающихъ атомыкуловъ  $h$ .

Кромѣ того, на срединныхъ звеньяхъ цѣпи, полуатомы гелія  $\cdot x \cdot$  привлекли къ себѣ еще 10 атомовъ одновалентнаго компонента  $h$  (вѣсъ = 1,0075, какъ у водорода, принявъ атомъ кислорода = 16), представляющаго, очевидно, структурный водородъ археогелидныхъ атомовъ. Сложивъ вѣса всѣхъ этихъ компонентовъ, находимъ  $Zn = 65,672$ :

4 Z	=	16 ед.	(при O = 16)
20 x	=	39,6 —	(по Richards'y)
10 h	=	10,075 —	(тоже)
6 An	=	$\pm 0,000$	(очень малая величина)
2 Kt	=	$\pm 0,000$	(тоже)

Итого, теоретическій вѣсъ атома цинка  $Zn = 65,672$  (сумма предыдущихъ).

По опытамъ же, большею частью, находятъ для цинка атомный вѣсъ близкій къ 65,4 (при O = 16.). Это

<sup>1)</sup> Позволяю себѣ употребить латинизированное греческое слово *атомикулъ* (маленькій атомъ) для того, чтобы отличить болѣе первичныя химическія единицы (или атомы) отъ болѣе сложныхъ атомовъ, входящихъ въ періодическую систему археогелидовъ.

находится въ удовлетворительномъ согласіи съ нашимъ теоретическимъ вѣсомъ, принимая во вниманіе трудность добыть абсолютно чистые препараты гелія, а также и всѣхъ остальныхъ элементовъ таблички, не исключая и самого цинка, и принявъ, кромѣ того, во вниманіе, что четыре атомыкула  $Z$  мы считаемъ равными атому кислорода только приблизительно.

Итакъ, въ представленную нами схему атома цинка уже нельзя вводить болѣе ни структурнаго водорода  $h$ , и никакихъ другихъ веществъ съ измѣримымъ на обычныхъ химическихъ вѣсахъ атомнымъ вѣсомъ, потому что атомъ  $Zn$  оказался бы тогда значительно тяжелѣе находимаго опытомъ.

Значить 8 ненасыщенныхъ (точечныхъ) пунктовъ сцѣпленія у полуатомовъ гелія  $\cdot x \cdot$ , находящихся у крайнихъ звеньевъ цѣпи (фиг. 4) (по 4  $\cdot x \cdot$  у каждаго), остались ненасыщенными и какъ бы вѣчно бездѣйствующими. У этихъ крайнихъ  $\cdot x \cdot$  мы не видимъ на схемѣ ни своего  $h$ , ни своего заряда  $Ap$ , какъ у всѣхъ остальныхъ полуатомовъ гелія въ цинкѣ.

Замѣтивъ аналогичную черту и у остальныхъ археогелидныхъ атомовъ, я и вывелъ правило, что только срединныя звенья интра-атомныхъ цѣпей способны прочно держать свой структурный водородъ <sup>1)</sup>, а крайнія только непрочно окклюзируютъ его, какъ у палладія, платины и многихъ рѣдкихъ элементовъ, или держать лишь въ неполномъ количествѣ, если въ составъ атома входитъ много катодійныхъ зарядовъ ( $Kt$ ), какъ у металловъ платиновой группы или тяжелыхъ галоидовъ и т. д.

Но чѣмъ же насыщены остающіеся пункты сцѣпленія у атомыкуловъ  $\cdot x \cdot$  близъ крайнихъ звеньевъ

<sup>1)</sup> См. Ч. 2-я, глава IX, этой книги, стр. 158.

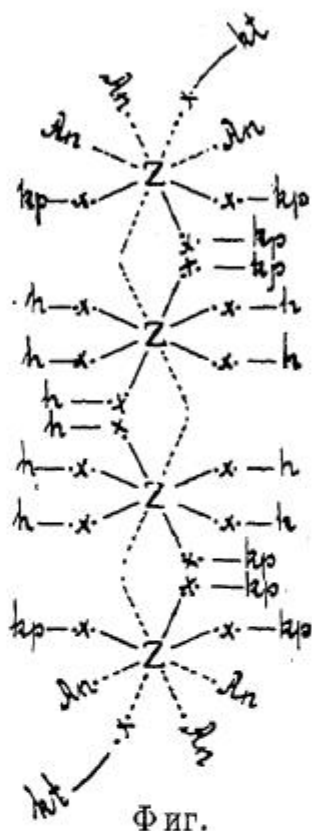
интра-атомныхъ цѣпей? Разъ компоненты  $\cdot x \cdot$  на крайнихъ звеньяхъ не могутъ прочно держать свой структурный водородъ  $h$ , то онъ здѣсь долженъ быть замѣщенъ какимъ-нибудь аналогичнымъ ему по химическимъ свойствамъ веществомъ, но съ атомнымъ вѣсомъ, по крайней мѣрѣ, во сто разъ меньшимъ, чѣмъ у водорода. Только тогда его присутствіе было бы трудно обнаружить взвѣшиваніемъ... Дополнять же цѣпь по произволу избыточными зарядами нѣтъ никакой возможности, такъ какъ тогда атомы привлекали бы болѣе кристаллизационной воды. Повидимому, ничего не оставалось дѣлать, какъ придумывать для этого спеціальныя «корпускулы», съ необыкновенно малымъ вѣсомъ, а слѣдовательно, и съ исключительными физическими свойствами. Но это мнѣ казалось неосторожно: когда теорія еще не завоевала себѣ общаго признанія, въ нее нельзя вводить слишкомъ много новыхъ гипотетическихъ представленій, иначе можно возбудить предубѣжденіе и противъ тѣхъ положеній, которыя могли бы сдѣлаться въ ней общепризнанными. Поэтому я и предпочелъ оставить этотъ детальный (и мало существенный для общихъ основаній теоріи) пунктъ дальнѣйшимъ изслѣдователямъ тѣмъ болѣе, что „*по внѣшности ненасыщенные*“ пункты сцѣпленія существуютъ и у карбогидридовъ, напри- мѣръ, во всемъ ароматическомъ отдѣлѣ, гдѣ ихъ условно замыкаютъ по двѣ вмѣстѣ, хотя этотъ способъ и не совсѣмъ удобенъ со стереохимической точки зрѣнія.

Но вотъ теперь и эти недостававшія въ нашихъ структурныхъ цѣпяхъ «корпускулы» вдругъ сами къ намъ пришли и потребовали своихъ мѣстъ уже не въ видѣ гипотезы, а факта. Поэтому намъ теперь ничего не остается дѣлать, какъ размѣстить ихъ на

всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, которыя какъ будто нарочно для нихъ и оставались не занятыми, и разсмотримъ, каковы будутъ въ такомъ случаѣ особенныя, характерныя свойства нашихъ новыхъ атомныхъ компонентовъ. Оказывается, что они будутъ именно такими, какія и наблюдаются всегда у дѣйствительныхъ, катодныхъ, радіевыхъ, атмосферныхъ и всѣхъ остальныхъ, тождественныхъ съ этими, корпускулъ! Покажемъ все это на схемѣ того же самаго атома цинка, который мы только что разбирали.

Насытивъ всѣ его избыточныя связи, одновалентными корпускулами Кр (аналогичными структурному водороду  $h$ , но съ  $\nu$  въ семь = 0,001, по Дж. Томсону) получаемъ отдѣльный атомъ цинка въ видѣ, представленномъ на фиг. 5.

Пусть теперь на этотъ атомъ направлень сильнѣйшій токъ отрицательнаго электричества, т.-е. свободныхъ электроновъ Кт. Въ результатѣ окажутся возможными два различныя воздѣйствія. 1) Если въ окружающей атмосферѣ присутствуютъ, хотя бы въ видѣ очень малой примѣси, уже положительно заряженныя корпускулы (т.-е. ихъ аніоны  $An-Kr$ ) то онѣ будутъ, какъ въ опытахъ Elster'a, Geitel'я и другихъ <sup>1)</sup> привлекаться къ катодамъ и соединеннымъ съ ними проводникамъ. Заряды  $An$  будутъ съ нихъ срываться, при достаточномъ потенциалѣ катода (болѣе 2000 вольтъ по Elster'у и Geitel'ю), для нейтрализаціи его отри-



Фиг.

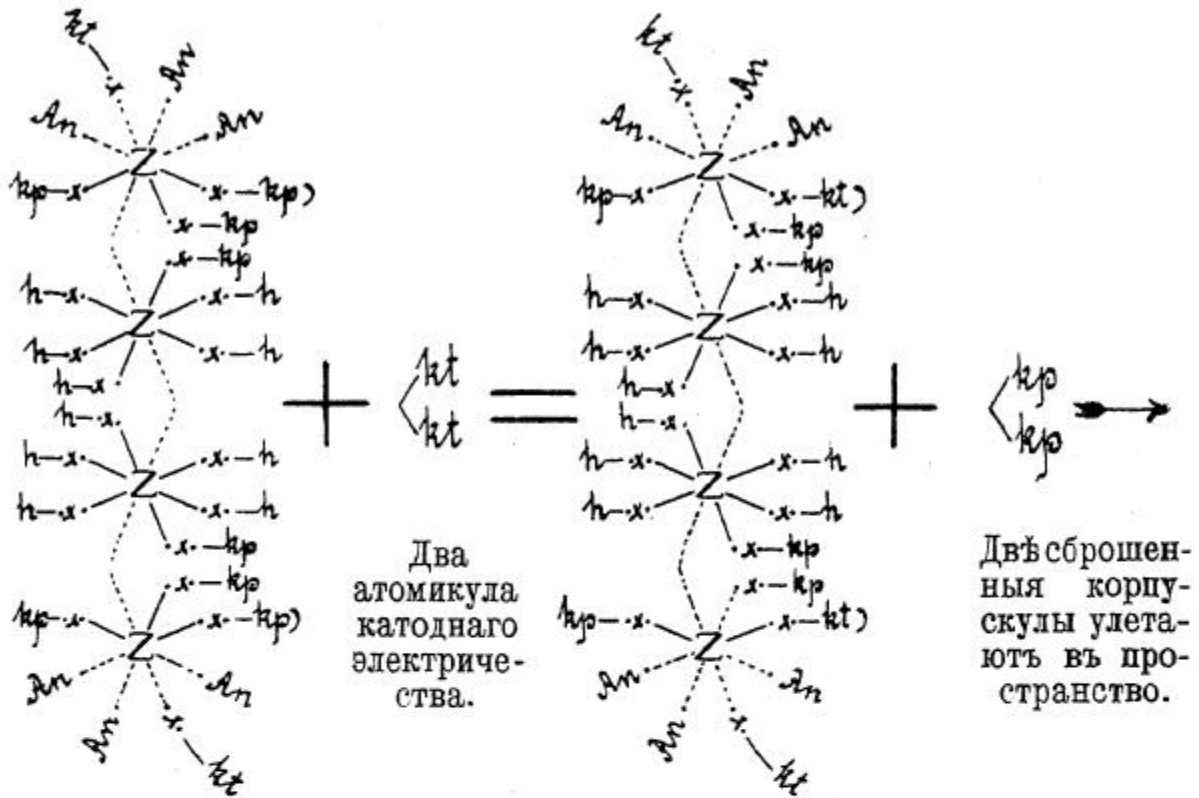
Атомъ цинка.

Компоненты  $x$  у крайнихъ звеньевъ структурной цѣпи прикрыты корпускулами Кр, а у среднихъ звеньевъ „структурнымъ водородомъ“  $h$ .

1) Смотри выше, стр. 359.

цательныхъ зарядовъ Kt, образуя съ ними взаимно-уравновѣшенныя молекулы An. — Kt, а сама корпускула Kp—, безъ ея заряда будетъ отброшена прочь. Какъ ненасыщенная, она сниметъ зарядъ An съ перваго положительно заряженнаго тѣла и затѣмъ снова будетъ притягиваться къ катоду. Это и будутъ катодныя брызги Томсона. Пока потенциалъ не очень великъ, всѣ брызги будутъ исключительно изъ этого источника. 2) При большомъ потенциалѣ катода, а также въ случаѣ разрывныхъ разрядовъ въ воздухѣ, или разрядовъ въ круковой трубкѣ, къ этому источнику катодныхъ корпускулярныхъ брызгъ присоединится еще и другой, несравненно болѣе обильный. Возьмемъ тотъ же цинковый катодъ. Атомы отрицательнаго электричества, т.-е. электроны Kt—, стремясь осѣсть на атомахъ цинка, будутъ, благодаря своему взаимному отталкиванію, сильнѣе всего дѣйствовать на его конечныя звенья и прямо сбрасывать съ нихъ корпускулы Kp—. Онѣ улетятъ ненасыщенныя свойственными имъ въ свободномъ состояніи зарядами An, которыхъ на катодѣ, конечно, и быть не можетъ въ свободномъ состояніи. Атомы цинка получаютъ вслѣдствіе этого болѣе катодныхъ зарядовъ Kt, чѣмъ въ нормальномъ состояніи <sup>1)</sup>, а часть корпускулъ Kp будетъ выброшена вонъ въ видѣ катодныхъ брызгъ по схемѣ:

1) Разсматривая наши атомныя схемы, читатель ни на минуту не долженъ забывать, что мы беремъ атомы такими, какими они были бы въ газѣ съ одноатомными молекулами, а никакъ не въ химическомъ соединеніи другъ съ другомъ, гдѣ при каждой молекулярной связи выбрасываются для освобожденія необходимыхъ пунктовъ спѣвленія, насыщавшіе ихъ электроны. Кромѣ того, всегда слѣдуетъ помнить, что наши схемы, есть лишь плоскія развертки атомовъ, гдѣ всѣ составныя части распластаны въ плоскость, какъ вѣтви растенія въ гербаріи.



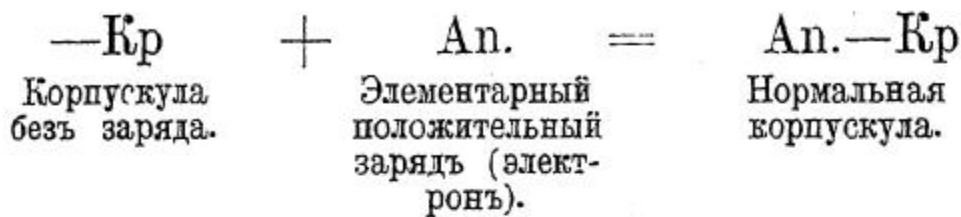
Атомъ цинка до дѣйствія на него атомикуловъ Kt катоднаго электричества. Теперь въ немъ лишь два заряда Kt, а потому онъ двувалентенъ по кислороду.

Атомъ цинка послѣ дѣйствія на него катоднаго электричества. Два атомикула Kt сбросили съ него двѣ корпускулы Kr, и атомъ цинка сталъ четырехвалентнымъ, какъ въ надокислахъ цинка.

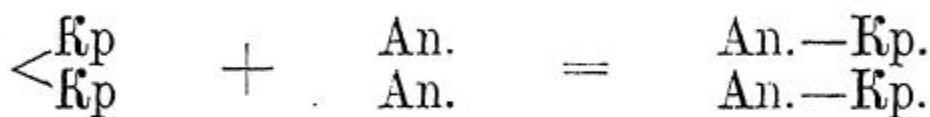
Послѣ своего отброса отъ атома, корпускулы Kr будутъ сначала летѣть прямолинейно, какъ лучи свѣта (почему ихъ сначала и смѣшивали съ послѣдними), а затѣмъ, запутавшись среди молекулъ воздуха, будутъ въ немъ летать, какъ примѣсь посторонняго газа. Въ нейтральномъ воздухѣ они безъ сомнѣнія, тотчасъ соединятся другъ съ другомъ по двѣ и болѣе вмѣстѣ въ полимеризированныя молекулы, въ родѣ Kr—Kr, но такъ какъ по природѣ онѣ представляютъ газъ съ одноатомными молекулами, то сейчасъ же распадутся на отдѣльныя части, какъ только получатъ возможность снять съ перваго положительно заряженнаго тѣла его анодный — An — зарядъ. Въ



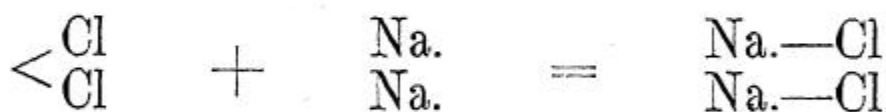
случаѣ одиночнаго полета, онѣ прямо присоединять его къ себѣ по формулѣ:



Въ случаѣ полимернаго состоянія то же самое произойдетъ путемъ размыканія связи между двумя Кр:



Читатель видитъ, что все это происходитъ по общимъ законамъ химическихъ соединенийъ и разложеній подобно тому, какъ, напримѣръ, двуатомныя молекулы хлора  $\text{Cl}_2$ , встрѣчая въ нейтральномъ газѣ одноатомныя молекулы паровъ натрія, даютъ съ ними молекулы поваренной соли.



Изъ всего, что мы сейчасъ сказали, становится понятнымъ и даже необходимымъ и то удивительное на первый взглядъ обстоятельство, что корпускулы Кр— только снимаютъ съ заряженныхъ тѣлъ ихъ положительные заряды и какъ бы поглощаютъ ихъ въ себѣ безслѣдно, но не заряжаютъ сами отрицательнымъ образомъ нейтральныхъ тѣлъ и даже проходятъ черезъ металлическіе пластинки, т.-е. прекрасные проводники, не теряя свой способности разряжать положительно заряженные тѣла. Если бы онѣ, какъ это предполагали ранѣе, несли на себѣ отрицательные заряды—Кт—, какъ нѣчто постороннее, то онѣ не

только нейтрализовали бы положительные заряды  $\text{An}$  у посторонних тѣлъ, но при дальнѣйшемъ своемъ потокѣ и сами зарядили бы ихъ отрицательно. Притомъ же даже и «разряженіе» имѣло бы мѣсто лишь до тѣхъ поръ, пока корпускулы не прошли черезъ алюминіевую пластинку, которая, при соединеніи проволокой съ землей, является отличнымъ проводникомъ, и пока проволока, испускающая ихъ послѣ электризаціи, не была еще въ человѣческихъ рукахъ.

Теперь мы видимъ, какъ ясны и просты стали всѣ удивительныя съ перваго взгляда особенности корпускуль.

Самъ «структурный водородъ»  $\text{h}$  нашихъ атомныхъ схемъ является только прочнымъ замѣстителемъ этихъ крошечныхъ тѣлецъ въ срединныхъ звеньяхъ интра-атомныхъ цѣпей. Онъ по всей вѣроятности, какъ мы уже не разъ указывали въ нашей книгѣ, вошелъ туда въ послѣдствіи, когда первичныя интра-атомныя цѣпи (содержавшія въ себѣ только компоненты  $\equiv Z \equiv$  и  $\cdot X \cdot$  и, вѣроятно, еще эти самыя корпускулы во всѣхъ звеньяхъ) совершенно окрѣпли. Въ полномъ согласіи съ этимъ находится и установленный теперь Elster'омъ, Geitel'емъ и др. <sup>1)</sup> фактъ постояннаго выдѣленія корпускуль изъ почвы, куда онѣ могли явиться только изъ очень глубокихъ слоевъ земной коры. Тамъ, на разстояніи около 20 километровъ отъ поверхности, температура настолько высока, что вода, проникающая туда изъ почвы, должна уже диссоціироваться на водородъ и кислородъ. Кислородъ долженъ превращать находящіеся тамъ первичныя карбиды и сплавы въ ихъ окислы, а водородъ — идти отчасти на

<sup>1)</sup> „Ж. Р. Ф.-Х. Общ.“ 34. Ч. Физ., II. 96 (1902 г.). Naturw. Wochenschrift 1903 г., s. 20.

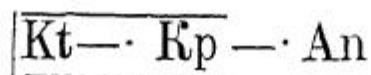
образование газовъ нефти, а, главнымъ образомъ, на вытѣсненіе корпускулъ изъ срединныхъ звеньевъ первичныхъ атомовъ, составляющихъ эти породы. Такимъ обстоятельствомъ и можетъ быть объяснена, какъ вулканическая дѣятельность, неизбежная при сильномъ нагрѣваніи отъ подобныхъ процессовъ, такъ и выдѣленіе корпускулъ изъ почвы въ видѣ постоянныхъ эманацийъ земного шара, просѣивающихся черезъ его атмосферу въ небесныя пространства. Очень можетъ быть, что и весь структурный водородъ  $h$ , найденный нами во всѣхъ многозвенныхъ атомахъ, вошелъ въ ихъ срединныя звенья именно этимъ путемъ.

Полная аналогичность въ положеніи корпускулъ  $Kr$  и водорода  $h$  въ интра-атомныхъ цѣпяхъ показываетъ, что они должны быть оба одновалентны по  $x$  и очень сходны по своимъ химическимъ и физическимъ особенностямъ. Корпускулы, какъ я уже не разъ говорилъ, являются молекулами новаго газа, въ тысячу разъ болѣе легкаго, чѣмъ водородъ, а потому свободно проникаютъ сквозь междумолекулярныя промежутки обычныхъ тѣлъ. Найдется ли когда-нибудь сосудъ настолько плотный, чтобъ ихъ можно было собрать и изслѣдовать, мы не знаемъ. Мы знаемъ только изъ всего вышеизложеннаго, что, подобно водороду, онѣ соединяются съ однимъ атомокуломъ  $Ap$  аноднаго электричества, а второй катодный атомокулъ  $Kt$ , вѣроятно, очень прочно держится при нихъ, а потому еще и не наблюдалось его отдѣленія въ достовѣрной формѣ <sup>1)</sup>.

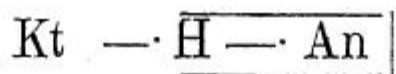
---

<sup>1)</sup> Elster и Geitel обнаружили, что при положительномъ потенциалѣ сильно наэлектризованныхъ въ подвалахъ проволокъ, на нихъ появляются явственныя, но очень слабыя признаки корпускулъ, снимающихъ уже не положительный, а отрицательный зарядъ, но тѣ ли самыя эти корпускулы, еще нельзя сказать (см. „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34. Ч. Физ, II, 97. 1902 г.).

Въ такомъ случаѣ ихъ одноатомныя, нормальныя молекулы въ свободномъ газообразномъ состояніи должны соотвѣтствовать схемѣ:



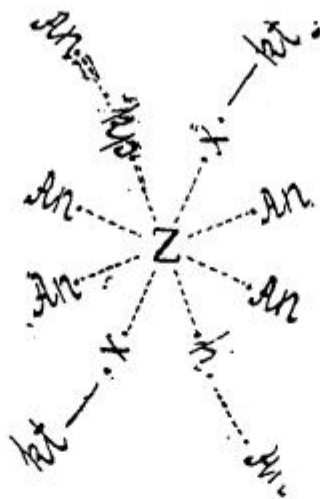
гдѣ только An легко отдѣляется. У водорода же, въ тѣхъ случаяхъ, когда его молекула бываетъ одноатомной (напримѣръ, въ моментъ выхода изъ солеобразныхъ соединеній, или при очень высокой температурѣ) она должна имѣть видъ:



гдѣ Kt легко замѣняется атомомъ галоида, а An, по видимому, только углеродомъ въ карбогибридахъ или полуатомомъ гелія ·х· въ интра-атомныхъ цѣпяхъ. Но въ такихъ случаяхъ у него, по видимому, одновременно отскакиваетъ и Kt, и онъ переходитъ въ новое состояніе, которое мы и называемъ одновалентнымъ структурнымъ водородомъ h. Самый спектръ его въ этихъ случаяхъ теряется, или переходитъ въ новый.

За тó, что у корпускулъ, какъ и у водорода находятся два противоположно іонизирующіеся пункта сцѣпленія, достаточно ясно говоритъ ихъ жадность къ присоединенію атомокуловъ аноднаго электричества An, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ бываютъ лишены этого компонента. Притомъ же атомы, у которыхъ нѣтъ *двоякаго* рода пунктовъ сцѣпленія, обыкновенно не активны химически, какъ это можно замѣтить на неонѣ, аргонѣ и др. или активны, какъ гелій, только въ случаѣ распаденія ихъ атомовъ на отдѣльныя половинки. Въ согласіи съ этой суммарной двусвязностью, находится и то, что корпускулы, по видимому, способны входить въ составъ и однозвен-

ныхъ атомовъ, гдѣ онѣ могутъ помѣститься только между Kt и  $\cdot x$  какъ, напримѣръ, у бериллія:



Атомъ бериллія, въ которомъ есть основаніе предположить присутствіе по крайней мѣрѣ одной корпускулы Kp—и одного атомикюла структурнаго водорода h.

Теперь мы наглядно объяснили всѣ особенности, замѣченныя при изученіи корпускулярныхъ явленій какъ у радиоактивныхъ веществъ, такъ и при электрическихъ и даже метеорологическихъ явленіяхъ. Все это какъ бы заранѣе предусматривалось и даже настоятельно требовалось нашей структурной теоріей. вмѣстѣ съ тѣмъ устранился (по крайней мѣрѣ, для изложенныхъ случаевъ) и вопросъ о разложеніи нѣкотораго числа атомовъ обычныхъ веществъ цѣликомъ на корпускулы, поднятый проф. J. J. Thomson'омъ и другими физиками, при изученіи поразительныхъ на первый взглядъ катодныхъ брызгъ. Никакого распаденія атомовъ здѣсь нѣтъ. Подобно зарядамъ Kt и An, способнымъ отдѣляться при электролизѣ и при солеобразныхъ химическихъ соединеніяхъ, корпускулы (а съ ними и структурный водородъ h) не составляютъ неотъемлемой части атома, подобно его основнымъ компонентамъ  $\equiv Z \equiv$  и  $\cdot x$ .

Дѣйствительно, если мы отдѣлимъ отъ атомной цѣпи хоть одинъ компонентъ  $\cdot X \cdot$ , первоначальный элементъ перейдетъ въ новый *менѣ валентный* по кислороду; если мы отдѣлимъ отъ атомной цѣпи хоть одинъ компонентъ  $\equiv Z \equiv$ , первоначальный элементъ перейдетъ въ новый, находящійся въ предыдущей строкѣ періодической системы. Но если мы отдѣлимъ *Kr*, или *h*, то ничего подобнаго не произойдетъ: у насъ окажется лишь видоизмѣненіе того же самаго элемента, обладающее нѣсколько меньшимъ атомнымъ вѣсомъ, какъ это и наблюдалъ не разъ Круксъ при дробномъ осажденіи нѣкоторыхъ солей, при чемъ атомы одного и того же элемента явственно распались у него на нѣсколько болѣе-тяжелые и нѣсколько менѣе-тяжелые (въ первыхъ и послѣднихъ порціяхъ осажденія). При томъ же очень вѣроятно, что отдѣленные какимъ бы то ни было способомъ корпускулы *Kr* или структурный водородъ *h*, при первыхъ благопріятныхъ условіяхъ, самопроизвольно возвратятся на свои прежнія мѣста изъ окружающей среды. По отношенію къ корпускуламъ это можно сказать почти съ увѣренностью. При накаливаніи въ безвоздушномъ пространствѣ, корпускулы отбрасываются атомами металлическихъ проволокъ <sup>1)</sup> и улетаютъ прочь, подобно тому, какъ кристаллизаціонная вода улетаетъ въ видѣ пара при достаточномъ нагрѣваніи. Значить, здѣсь не можетъ быть и рѣчи о дѣйствительной диссоціаціи атомовъ.

Нахожденіе аргона и его аналоговъ, выдѣленіе гелія изъ атомовъ радія и обнаруженіе только что описанныхъ корпускулъ—были тремя важными откры-

1) По Elster'у и Geitel'ю. „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34 Ч. Физ. II, 62—63.

тіями, подтвердившими мою структурную теорію послѣ  
ея перваго обоснованія въ 80-хъ годахъ XIX вѣка.  
Все это даетъ мнѣ право надѣяться, что она будетъ  
подтверждена и въ будущемъ еще не однимъ важ-  
нымъ открытіемъ, а можетъ-быть, и сама наведетъ на  
нѣкоторыя изъ нихъ при своемъ дальнѣйшемъ раз-  
витіи, когда попадетъ на свободу.

Шлиссельбургская крѣпость. 14 октября 1903 года.

## ПРИЛОЖЕНІЕ II.

### Возможно ли превращеніе однихъ элементарныхъ тѣлъ въ другія?

Говоря объ этомъ предметѣ, мы не можемъ не указать здѣсь на мнѣніе одного изъ самыхъ выдающихся русскихъ химиковъ, академика Ник. Ник. Бекетова, высказанное имъ въ «Научномъ Обозрѣніи», 1902 г. <sup>1)</sup>. Въ своей статьѣ «О превращеніи Химическихъ Элементовъ» (іюньская книжка, стр. 1) онъ говоритъ такимъ образомъ <sup>2)</sup>:

...«Не смотря, такъ сказать, на вполне доказанную неразрушимость элементовъ при всѣхъ химическихъ процессахъ, всегда появлялся въ умахъ современныхъ ученыхъ невольный вопросъ о томъ, не можемъ ли мы пойти далѣе *обыкновеннаго химическаго* процесса (*т.-е. обычныхъ реакцій двойного обмена въ солеобразныхъ соединеніяхъ и замѣщенія однихъ элементовъ другими въ молекулахъ сложныхъ тѣлъ*) <sup>3)</sup> и не могутъ ли быть придуманы какія-нибудь условія, при которыхъ химическіе элементы могли бы быть или уничтожены (*конечно, въ смыслъ диссоціаціи ихъ атомовъ на болѣе первоначальныя, неуловимыя для насъ вещества*) или преобразованы?»

<sup>1)</sup> Т.-е. черезъ нѣсколько лѣтъ послѣ того, какъ была окончена моя рукопись „Періодическія Системы“.

<sup>2)</sup> Обращаю вниманіе, что статья эта, первая въ іюньской книжкѣ 902 г., пропущена въ оглавленіи.

<sup>3)</sup> Пояснительныя замѣтки въ скобкахъ принадлежать мнѣ.



...«Слѣдуетъ сказать, что еслибъ такія условія и такія явленія оказались возможными, то *они будутъ выходить изъ предѣловъ обыкновеннаго химическаго процесса* (т.-е. реакцій замѣщенія однихъ атомовъ другими), и потому я твердо убѣжденъ, что начала, на которыхъ зиждется современная химія, нисколько не поколебались бы, а открылась бы только новая область *надъ-атомнаго*, если только можно такъ выразиться, *матеріальнаго міра*».

«Химія, собственно, изучаетъ взаимныя отношенія химическихъ атомовъ, *неизмѣнныхъ въ предѣлахъ химическаго процесса*. Слѣдовательно, дальнѣйшее изслѣдованіе надъ возможностью измѣненія самихъ атомовъ, будетъ уже принадлежать, такъ сказать, *къ общему ученію о матеріи*, не имѣющему непосредственнаго отношенія къ химическому составу и строенію обыкновенной матеріи».

«Какія же соображенія, основанныя на научныхъ фактахъ, могли бы въ настоящее время служить исходной точкой для пріисканія методовъ такого изслѣдованія?»

«Прежде всего я считаю необходимымъ обратить вниманіе на то, что химическіе элементы отличаются отъ извѣстныхъ намъ сложныхъ тѣлъ не однимъ только тѣмъ отрицательнымъ свойствомъ, что тѣ могутъ быть разлагаемы, а эти—нѣтъ, но и нѣкоторыми вполне положительными свойствами».

«Такъ, самое главное отличіе, на которое было уже указано ранѣе меня другими учеными (Копшъ), есть теплоемкость элементовъ. Какъ извѣстно... всѣ атомы имѣютъ одинаковую теплоемкость, тогда какъ теплоемкость частицы сложнаго тѣла мѣняется, смотря по числу атомовъ, входящихъ въ ея составъ»...

«Другое общее отличіе элементовъ отъ сложныхъ тѣлъ есть присущая имъ большая химическая энергія,

при ихъ полномъ постоянствѣ (*т.-е. прочности*), тогда какъ сложныя тѣла или уже лишены запаса энергіи, выдѣлившася при ихъ образованіи — и тогда они постоянны — или, напротивъ, они обладаютъ очень большою энергіей, но тогда уже представляютъ весьма непрочныя, часто взрывчатые соединенія. Слѣдовательно, это послѣднее отличіе заключается, такъ сказать, въ томъ, что только одни элементы могутъ сохранять *прочный запасъ* присущей имъ энергіи (*т.-е. являются сразу и прочными и химически энергичными*), тогда какъ прочность сложныхъ тѣлъ обуславливается только потерей энергіи».

«Изъ только что сказаннаго слѣдуетъ заключить, что *измѣненіе элементовъ*, если бы оно оказалось возможнымъ, представило бы иного рода явленіе, чѣмъ обыкновенный химическій процессъ разложенія и соединенія. Однако, во всякомъ случаѣ мы и здѣсь должны руководствоваться тѣмъ, что намъ извѣстно о матеріи и энергіи (*т.-е. должны производить лишь такіе опыты, которые какъ бы сами подсказываются намъ общими законами природы*).

«Обращаемъ прежде всего вниманіе на *запасы* энергіи въ простыхъ и сложныхъ тѣлахъ и особенно на то обстоятельство, что самыя прочныя сложныя тѣла, напримѣръ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  и другіе, образовались съ громадною потерей энергіи, присущей составляющимъ ихъ элементамъ. Слѣдовательно, мы до нѣкоторой степени вправѣ предположить, что, если и сами элементы образовались изъ какой либо первичной матеріи, напримѣръ, эфира, или изъ какого-нибудь вещества, средняго между эфиромъ и настоящей химической матеріей — какъ теперь нѣкоторые думаютъ — то при этомъ должна была произойти громадная потеря энергіи, и что, потому, присущая

въ настоящее время элементамъ химическая энергія есть только слабый остатокъ того запаса живой силы, которымъ обладала эта первичная матерія».

«Такое предположеніе объяснило бы необыкновенную прочность химическихъ атомовъ, такъ какъ для ихъ разложенія потребовалось бы примѣнить къ нимъ такую интенсивную по количеству энергію, какой къ нимъ еще не было примѣнено»...

«Принявъ теперь во вниманіе всѣ эти свойства элементовъ, можно указать на *два противоположныхъ способа*, съ помощью которыхъ могли бы быть сдѣланы попытки къ ихъ *измѣненію*».

«Основываясь на предположеніи объ образованіи ихъ изъ большаго числа мельчайшихъ первичныхъ частицъ, съ большою потерей живой силы, мы можемъ допустить, что, прилагая къ нимъ наиболѣе интенсивную энергію, которой мы въ настоящее время могли бы располагать, напримѣръ, электрическую, соотвѣтствующую напряженію въ нѣсколько сотъ тысячъ вольтъ, мы могли бы, можетъ-быть, возвратитъ составляющимъ атомы первичнымъ частичкамъ ту живую силу, которую они утратили при образованіи «вѣсомой» матеріи. Слѣдствіемъ такого приема было бы, конечно, уничтоженіе (*въ смыслъ диссоціаціи на первичныя вещества*) вѣсомой матеріи, въ чемъ можно было бы удостовѣриться съ помощью вѣсовъ (такъ какъ продукты диссоціаціи атомовъ, по предположенію автора, улетали бы сквозь поры сосуда, въ которомъ производится опытъ). Основываясь на аналогіи съ наблюдаемыми нами явленіями диссоціаціи сложныхъ тѣлъ, слѣдуетъ думать, что такого рода распаденіе элемента можетъ происходить весьма медленно и постепенно и, вѣроятно, можетъ быть замѣчено только при весьма продолжительномъ дѣйствіи упомянутой энергіи на

вещества»... Что же касается до того, какіе изъ извѣстныхъ намъ элементовъ могли бы сравнительно легче поддаться дѣйствию внѣшней энергіи, то естественно предположить, что именно тѣ, которые обладаютъ и наибольшей энергіей и наибольшимъ объемомъ, каковы щелочные металлы (K, Rb, Cs) или галоиды (Cl, Br, J). Представляя себѣ такого рода опытъ и примѣняя его къ различнымъ элементамъ, мы можемъ представить себѣ два случая въ ходѣ измѣненія: или полное уничтоженіе (т.-е. диссоціацію) элемента, или переходъ элемента съ *меньшей* энергіей въ элементъ съ *большой* энергіей».

«Какъ бы въ противоположность первому *второй* способъ можетъ быть основанъ на большомъ различіи въ атомныхъ объемахъ элементовъ, и имѣлъ бы цѣлью уже не *диссоціацію* элементовъ, а, наоборотъ, при потерѣ ими энергіи, ихъ *уплотненіе* (т.-е. *ассоціацію частичекъ первоначальнаго вещества, составляющаго каждый атомъ, въ болѣе крупныя, напримѣръ, удвоенной величины, атомы*), а слѣдовательно и возможность попытки *превратить одинъ элементъ въ другой*»... «Имѣя въ виду, что при химическомъ соединеніи, по мѣрѣ утраты энергіи происходитъ сокращеніе объема, т.-е. сферъ движенія частицъ, можно предположить, что произведя искусственное сближеніе частицъ элемента съ помощью возможно высокаго давленія (*и низкой температуры*) можно вызвать необходимую для образованія другого элемента потерю энергіи (*напримѣръ, какъ мы только что сказали синтезировать первоначальный элементъ въ новый съ удвоеннымъ атомнымъ въсомъ*)».

«Если производить значительное охлажденіе, то, какъ извѣстно, сообразно своему коэффициенту расширения, объемъ вещества, напримѣръ, металла, умень-

шается, хотя и не очень значительно. И хотя бы мы давали охлаждение до абсолютнаго нуля ( $-273^{\circ}$ ), то мы все-таки получимъ уменьшение объема несравненно меньшее, чѣмъ то, какое происходитъ при химическихъ процессахъ, и объемъ такого, охлажденнаго до послѣдняго предѣла, тѣла по виду даже мало отличался бы отъ объема его при нормальной температурѣ».

«При такой низкой температурѣ мы, слѣдовательно, имѣемъ полное право допустить, что полученный отъ охлажденія объемъ уже зависитъ только отъ химической живой силы, присущей атомамъ и дальнѣйшее уменьшение объема, — если бы оказалось возможнымъ съ помощью *внѣшняго давленія* произвести еще большее сближеніе частицъ — происходило бы не насчетъ тепловаго движенія, а исключительно насчетъ химической энергіи, а, слѣдовательно, она должна была бы выдѣлиться въ тѣхъ формахъ, какія мы замѣчаемъ при химическихъ процессахъ, т.-е. въ видѣ теплоты, свѣта, или электричества».

Очевидно, что результатомъ этого второго метода трансформациі элементовъ, указываемаго Н. Н. Бекетовымъ, было бы уже сліяніе первоначальныхъ атомовъ въ новые большей величины и меньшей химической энергіи, т.-е. превращеніе одного элементарнаго тѣла въ другое. Еще ранѣе (Науч. Об., стр. 7) Н. Н. Бекетовъ отвѣтилъ, что постоянство атомныхъ теплоемкостей у элементарныхъ тѣлъ не только не находится въ противорѣчій съ допущеніемъ сложности атомовъ и ихъ образованія изъ мельчайшихъ частичекъ болѣе первоначальнаго вещества, но даже прямо вытекаетъ отсюда, «такъ какъ это вещество, — какъ предполагаютъ физики по отношенію къ эфиру, — вѣроятно не имѣетъ никакой теплоемкости, т.-е. частицы его, по своей малости, не воспринимаютъ тепловаго дви-

женія... Это, слѣдовательно и можетъ намъ объяснить, почему атомы элементовъ, не смотря на чрезвычайно большія различія въ своихъ массахъ, имѣютъ одинаковую теплоемкость, такъ какъ первоначальныя частицы, изъ которыхъ они образовались, не вносятъ въ нихъ своей теплоемкости (срав. со стр. 214)».

Таковы интересныя идеи одного изъ самыхъ видныхъ современныхъ химиковъ относительно возможныхъ способовъ синтеза и разложенія современныхъ элементарныхъ тѣлъ. Признавая полную неизмѣнность ихъ атомовъ при всѣхъ обычныхъ химическихъ реакціяхъ, онъ считаетъ ихъ теоретически разложимыми при помощи другихъ физическихъ силъ, если интенсивность этихъ силъ будетъ достаточно велика, и даже указываетъ два способа, съ помощью которыхъ было бы возможно надѣяться на успѣхъ такой попытки. Для того, чтобы понять близкое соотношеніе этихъ идей съ нашими взглядами на природу элементарныхъ тѣлъ, нужно только отмѣтить, что Н. Н. Бекетовъ въ дѣлѣ разложенія идетъ нѣсколько далѣе насъ. Мы останавливаемся на трехъ веществахъ, болѣе первоначальныхъ по сравненію со входящими въ періодическую систему и составляющихъ, потому, какъ бы промежуточную ступень между этимъ послѣднимъ и міровымъ эфиромъ. Мы считаемъ атомы этихъ трехъ веществъ за полуатомъ гелія  $x$  съ вѣсомъ, равнымъ 2 по водороду, за атомъ какого то неизвѣстнаго въ свободномъ состояніи на землѣ вещества  $Z$  съ вѣсомъ  $= 4$ , и за атомъ еще третьяго вещества  $h$ , повидимому тожественнаго съ водородомъ, который, дѣйствительно, и не находитъ себѣ удовлетворительнаго мѣста въ періодической системѣ, какъ вещество другого порядка сложности, чѣмъ остальные элементы этой системы. Но мы, конечно, далеки отъ мысли, что

эти три вещества уже первобытны и вѣчно существуютъ въ природѣ, никогда не подвергаясь дальнѣйшимъ распаденіямъ на еще болѣе первоначальныя частички. Совершенно напротивъ, мы не разъ указывали на ихъ сложность, и такимъ образомъ подошли къ идеѣ, высказанной уже не разъ какъ философами, такъ и физиками, начиная съ Ньютона, что всѣ виды вещества въ природѣ сводятся въ концѣ-концовъ къ единой первичной матеріи.

Н. Н. Бекетовъ, какъ мы видимъ, прямо и исходитъ изъ этого послѣдняго допущенія, не отвергая и того, что первые шаги разложенія могутъ привести и не прямо къ этому первичному веществу, а къ промежуточному (а слѣдовательно, конечно, и къ нѣсколькимъ промежуточнымъ) между ними и окружающими насъ элементарными тѣлами періодической системы Менделѣева. Одинъ изъ указанныхъ имъ способовъ трансформации — примѣненіе электрической энергіи высокаго напряженія — замѣчательно совпадаетъ съ указаннымъ нами въ началѣ главы 1-й IV отдѣла нашей книги стр. 218, хотя Н. Н. Бекетову и не было въ то время извѣстно о существованіи моей работы. Второй же его способъ былъ для меня совершенно неожиданнымъ, хотя и вполне соответствуетъ выведеннымъ мною структурамъ атомовъ. Какъ это обыкновенно бываетъ въ такихъ случаяхъ, онъ вызвалъ у меня, сейчасъ же по прочтеніи статьи Н. Н. Бекетова, нѣсколько дополнительныхъ соображеній о томъ, возможны ли въ природѣ такія давленія, которыя могли бы слить два атома современныхъ элементарныхъ тѣлъ въ одинъ, и если да, то при какихъ условіяхъ? Вотъ эти соображенія.

Мы знаемъ, что для конденсаціи газа въ жидкость не достаточно еще однихъ высокихъ давленій, а нужно

также, чтобъ и температура его была ниже нѣкото-рой, особой для каждаго газа, величины, называемой его *критической температурой*. Можно поэтому ожи-дать, что и для синтеза атомовъ по второму способу Н. Н. Бекетова необходимо, чтобъ температура была достаточно низка. Допустимъ, что при помощи этой низкой температуры и достаточно сильнаго давленія, намъ удалось слить два атома въ одинъ, большій по величинѣ, атомъ. Тогда онъ могъ бы остаться проч-нымъ и при болѣе высокихъ температурахъ и низ-кихъ давленіяхъ, пока, наконецъ, мы не достигли бы такихъ высокихъ температуръ, при которыхъ на-ступаетъ уже его диссоціація на болѣе первоначаль-ныя вещества, т.-е. температуръ, которыхъ еще нѣтъ въ нашемъ распоряженіи.

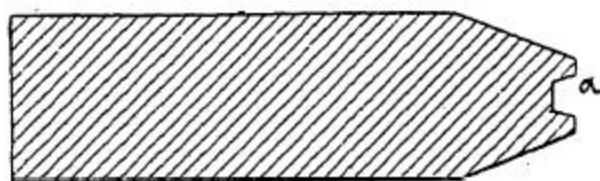
Эта значительная прочность разъ сложившагося атома должна зависѣть отъ того, что тепловыя дви-женія атомовъ мало распространяются на ихъ отдѣль-ныя части, которыя движутся вмѣстѣ какъ одинъ слипшійся комокъ, а не врозь по разнымъ направле-ніямъ, хотя тенденція температурныхъ сотрясеній диссоціировать атомы и существуетъ несомнѣнно, во-зобновляясь при каждомъ столкновеніи молекулъ.

Отсюда понятно, почему не происходитъ, напри-мѣръ, синтеза атомовъ желѣза въ новые атомы удвоен-ной величины при тѣхъ сильныхъ давленіяхъ, кото-рыя наблюдаются при ударахъ тяжелыхъ паровыхъ молотовъ; или при выстрѣлахъ изъ дальнобойныхъ орудій. Въ моментъ сильнаго сдавливанія соприкасаю-щихся молекулярныхъ слоевъ происходитъ сильное повышеніе ихъ температуры, которая и нейтрализуетъ синтезирующее давленіе. То же самое противодѣйствіе температуры давленію происходитъ и при погруже-ніи вещества въ глубину земли и другихъ свѣтилъ,



хотя мы и не можемъ ручаться, что на извѣстныхъ глубинахъ не происходитъ этимъ путемъ синтеза тяжелыхъ элементовъ изъ болѣе легкихъ. Но если бь намъ удалось скомбинировать сразу, хоть на очень короткое время, чрезвычайно высокое давленіе съ чрезвычайно низкой температурой, то успѣхъ, можетъ быть и увѣнчалъ бы попытку. Наиболѣе просто было бы произвести слѣдующіе опыты.

Въ передней поверхности сплошного (и не вращающагося при полетѣ) стального ядра (фиг. 1) сдѣ-

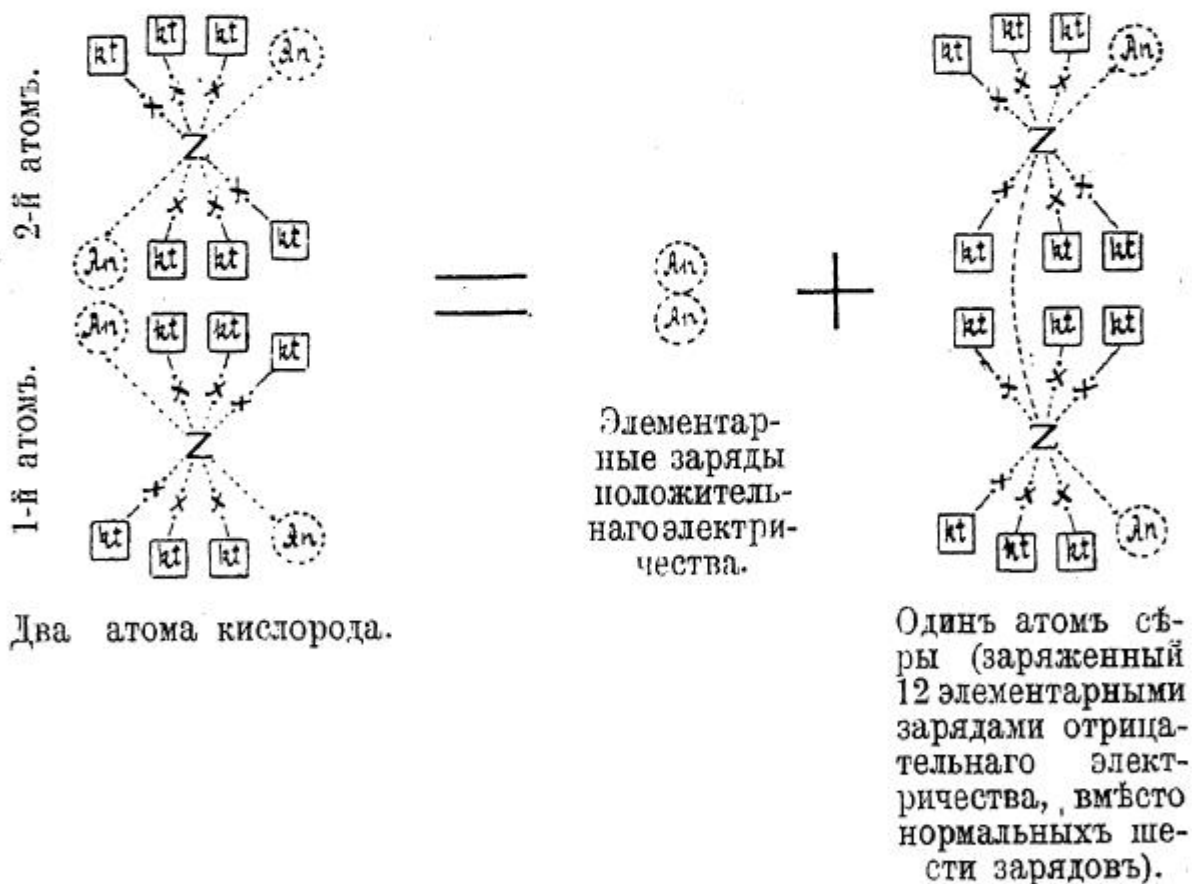


Фиг. 1.

лаемъ чашеобразное углубленіе *a*. Вложивъ въ него специально приспособленную и плотно входящую коробку, наполненную твердымъ кислородомъ, охлажденнымъ до температуры таянья водорода, выстрѣлимъ этимъ ядромъ въ очень толстую плиту изъ мягкаго желѣза такъ, чтобъ ядро вошло въ нее какъ можно глубже и осталось бы послѣ выстрѣла плотно воткнутымъ въ желѣзо. Нашъ кусокъ кислорода подвергнется при ударѣ чрезвычайно сильному сдавливанію, и, если соображенія Н. Н. Бекетова справедливы и наши структурныя схемы атомовъ (представленныя въ послѣдней таблицѣ этого изслѣдованія) вѣрны, то здѣсь возможно ожидать синтеза атомовъ кислорода попарно въ атомы сѣры:



Дѣйствительно, удѣльный объемъ двухъ атомовъ твердаго кислорода близокъ къ 26 единицамъ, а объемъ соответствующаго имъ атома сѣры только 15 единицъ. Слѣдовательно, самопроизвольное превращеніе кислорода въ сѣру сопровождалось бы уменьшеніемъ объема почти на половину. Значитъ, и наоборотъ: при искусственномъ уменьшеніи удѣльнаго объема атомовъ кислорода на эту величину, онъ былъ бы склоненъ трансформироваться въ сѣру. А о томъ, что въ данномъ случаѣ произошла бы именно сѣра, а не какое-либо другое вещество, свидѣлствуютъ наши структурныя схемы (см. таблицу въ концѣ тома).



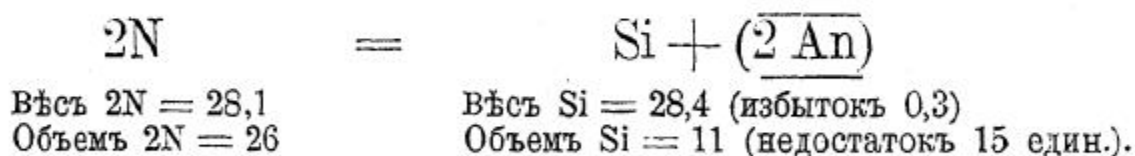
Указанное на схемѣ выдѣленіе положительныхъ зарядовъ (An) обнаруживаетъ, что трансформация въ этомъ случаѣ будетъ легче осуществима, если желѣзная плита, въ которую ударится ядро, будетъ въ этотъ моментъ сильно заряжена отрицательнымъ электриче-

ствомъ, до самаго высокаго потенціала, какаго можно достигнуть въ настоящее время.

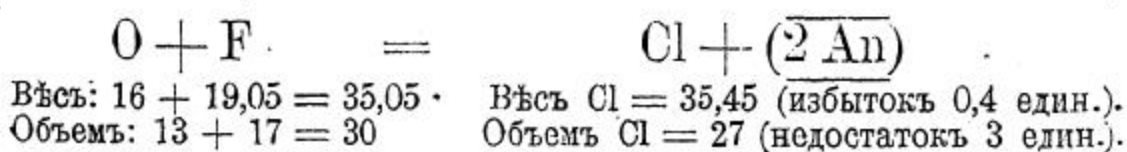
Конечно, полной трансформациі всего кислорода въ сѣру здѣсь было бы трудно ожидать. Извѣстная доля атомовъ этого вещества, соединившись по-парно, выдѣлила бы такое значительное количество теплоты, что оставшая часть молекулъ нагрѣлась бы до высокой степени, и эта калорическая энергія, увеличенная еще вслѣдствіе внезапной остановки летѣвшаго ядра воспрепятствовала бы дальнѣйшему синтезу. Но слѣды сѣры могли бы получиться въ этомъ случаѣ. Они образовали бы съ прилегающими поверхностями плиты, ядра или заключавшей замороженный кислородъ коробки, сѣрнистое желѣзо, обнаружить которое не представляло бы никакого труда.

Разсматривая съ этой точки зрѣнія и остальные элементы періодической системы, мы приходимъ къ теоретической возможности слѣдующихъ синтезовъ, по тому же самому способу.

1) Трансформация замороженнаго азота въ металлическій кремній (такъ какъ удѣльный объемъ здѣсь долженъ уменьшиться почти втрое):



2) Трансформация замороженной смѣси кислорода и фтора въ хлоръ (при чемъ объемъ здѣсь уменьшился бы лишь на сравнительно незначительную величину, около 3 единицъ):

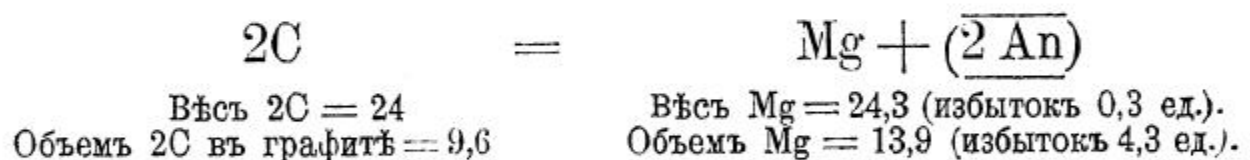


Въ обоихъ этихъ случаяхъ мы не приводимъ структурныхъ схемъ, такъ какъ синтезъ здѣсь совершенно аналогиченъ уже разобранному случаю возможной трансформациі кислорода въ сѣру, и читатель самъ легко можетъ провѣрить справедливость нашихъ соображеній по таблицѣ, приложенной въ концѣ этой книги.

Но вотъ одинъ случай, гдѣ трансформациа въ нашемъ предполагаемомъ опытѣ пошла бы, повидимому, совершенно обратнымъ путемъ.

Предположимъ, что вмѣсто кислорода мы положили бы въ чашечку нашего ядра чрезвычайно охлажденный кусокъ графита. Наши структурныя схемы показываютъ возможность какъ сліянія двухъ атомовъ углерода въ одинъ атомъ магнія, такъ и, наоборотъ, распадёнія атома магнія на два атома углерода. Чего же изъ двухъ было бы возможно ожидать въ нашемъ предполагаемомъ опытѣ?

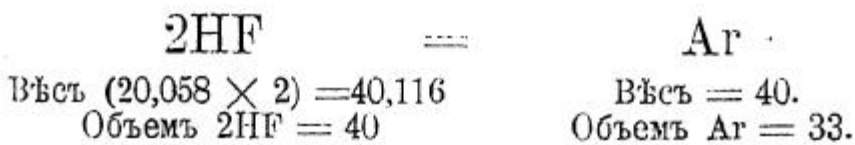
Разсмотримъ объемы, соотвѣтствующіе обѣимъ частямъ трансформационнаго равенства.



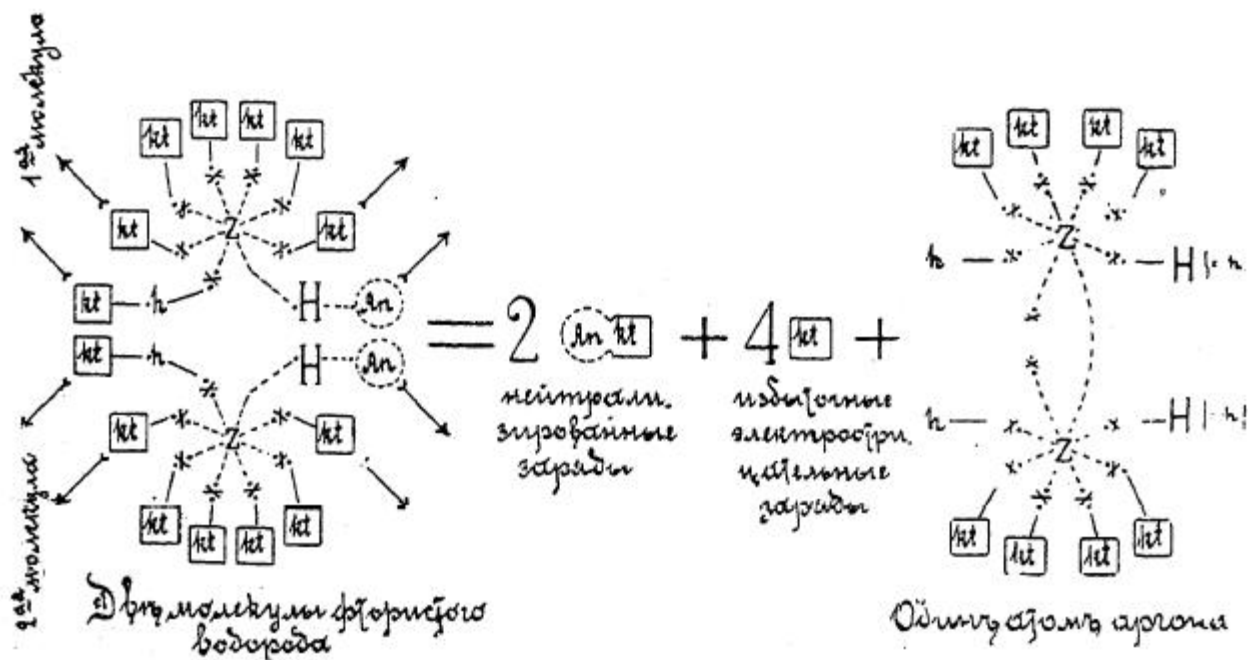
Мы видимъ, что удѣльный объемъ одного атома магнія не только не меньше (какъ во всѣхъ предыдущихъ случаяхъ) объема двухъ атомовъ графита, но, наоборотъ, больше на 4,3 единицы. Значитъ сжатіе графита при ударѣ ядра не можетъ никакимъ образомъ способствовать его трансформациі въ магній. Но взамѣнъ этого, если бы мы поступили наоборотъ и вмѣсто графита положили бы въ чашечку ядра кусокъ охлажденного тающимъ водородомъ магнія, а желѣзной плитѣ, о которую ударяется ядро, придали бы, вмѣсто отрицательнаго, сильный положительный

потенциаль въ нѣсколько тысячъ вольтъ, то могло бы произойти распаденіе атомовъ магнія на отдѣльныя половины, изъ которыхъ каждая, какъ видно изъ нашихъ структурныхъ схемъ, оказалось бы атомомъ углерода.

Синтезы остальныхъ элементовъ періодической системы становятся уже сложнѣе, чѣмъ въ приведенныхъ нами примѣрахъ, потому что во всѣ болѣе тяжелые атомы, какъ видно изъ нашихъ схемъ, входитъ еще дополнительный компонентъ  $h$ , который мы склонны считать конституціоннымъ водородомъ тяжелыхъ археогелидныхъ атомовъ (т.-е.  $h = H$ ). Если этотъ компонентъ  $h$  есть, дѣйствительно, водородъ, то открывается возможность трансформаций водородистыхъ металлоидовъ въ соответствующіе имъ по структурѣ атомы болѣе тяжелыхъ элементы. Такова, на примѣръ, была бы, по тому же самому способу сжатія посредствомъ удара ядра, трансформация двухъ молекулъ фтористаго водорода въ одинъ атомъ аргона:



Трансформация здѣсь соответствовала бы схемѣ:



Синтезъ этотъ долженъ будетъ сопровождаться переносомъ двухъ атомовъ мѣноваго водорода Н (присоединившихся во фторо-водородѣ къ центральному компоненту Z фторнаго атома) на периферическій компонентъ X и, кромѣ того, отскакиваніемъ (какъ это показано стрѣлками на лѣвыхъ фигурахъ), по крайней мѣрѣ, трехъ элементарныхъ зарядовъ отрицательнаго электричества ( $Kt$ ) и одного заряда положительнаго ( $An$ ) отъ *каждой* изъ двухъ молекулъ фтористаго водорода, а потому плиту, въ которую ударяетъ ядро, пришлось бы здѣсь электризовать положительно. Но, къ сожалѣнію, аргонъ трудно обнаружить, а потому его возникновеніе пришлось бы доказывать лишь по недочету фтористаго водорода, сравнительно съ первоначальнымъ количествомъ.

Здѣсь, какъ мы видимъ, мѣновой водородъ Н, присутствующій во фтористо-водородномъ газѣ, долженъ былъ бы сдѣлаться конституціоннымъ водородомъ h атома аргона ( $H = h$  на правой части схемы), и тогда только мы получили бы обычный аргонъ съ атомнымъ вѣсомъ равнымъ 40 единицамъ. Если же вмѣсто фторо-водорода мы сдѣлали бы опытъ съ чистымъ фторомъ, то символъ Н совсѣмъ бы исчезъ какъ изъ первой, такъ и второй части схемы, и, слѣдовательно, произошло бы видоизмѣненіе аргона, обладающее тѣми же самыми химическими свойствами, но отличающееся атомнымъ вѣсомъ, равнымъ 38, т.-е. на двѣ единицы менѣе обыкновеннаго. Этотъ меньшій вѣсъ и оказался бы тѣмъ самымъ, какой слѣдовало бы имѣть аргону на основаніи свойствъ періодической системы, гдѣ онъ долженъ помѣщаться между калиемъ и фторомъ.

При дѣйствіи выдѣляющагося водорода, или какими-либо другими средствами, это видоизмѣненіе

Ag' могло бы быть переведено въ обычный аргонъ <sup>1)</sup>).

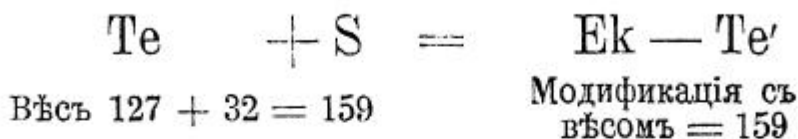
Такимъ образомъ теорія указываетъ не только на возможность синтезирования обычныхъ атомовъ окружающей насъ природы, но и на ихъ способность появляться въ нѣсколькихъ модификаціяхъ, отличающихся другъ отъ друга въ извѣстныхъ предѣлахъ своимъ вѣсомъ при тѣхъ же самыхъ химическихъ свойствахъ, и той же самой основной структурной цѣпи атома. А это невольно наводитъ на вопросъ, не представляютъ ли загадочныя для современнаго химика *элементы рѣдкихъ земель*, — такъ сходные по химическимъ свойствамъ, но различные по атомному вѣсу <sup>2)</sup>, — только модификацій одного и того же элемента третьей группы, т.-е. различныхъ степеней конституціонной гидрогенизаціи внутреннихъ звеньевъ одной и той же атомной цѣпи? Если это такъ, то сразу объяснились бы всѣ запутанности и противорѣчія, представляемая этими элементами, а вмѣстѣ съ тѣмъ открылась бы и возможность превращать ихъ одинъ въ другой, напримѣръ, празеодимій въ неодимій, самарій въ европій и т. д.

Но, не говоря уже объ этомъ частномъ случаѣ трансформациі, которая могла бы быть осуществлена сравнительно легко, идея Н. Н. Бекетова, если бъ она оправдалась опытами, дала бы возможность синтези-

<sup>1)</sup> Точно такъ же изъ двухъ молекулъ  $\text{PH}_3$  могла бы быть получена описаннымъ способомъ модификація германія съ атомнымъ вѣсомъ = 68 единицамъ, а дѣйствіемъ выдѣляющагося водорода, или иными болѣе удобными средствами, она могла бы быть переведена и въ обычный германій съ атомнымъ вѣсомъ = 72 единицамъ. То же самое можно сказать и объ остальныхъ элементахъ, но мы не хотимъ загромождать изложенія, тѣмъ болѣе, что провѣрка такихъ выводовъ опытомъ удобнѣе всего осуществима на этихъ простѣйшихъ случаяхъ.

<sup>2)</sup> См. статью Б. Браунера: „О положеніи рѣдкоземельныхъ элементовъ въ періодической системѣ Менделѣева. „Ж. Ф.-Х. Общ.“ 34. 142 (1902 г.)

ровать и всѣ *недостающіе элементы* періодической системы. Такъ, напримѣръ, одна изъ наиболѣе легкихъ модификацій не найденнаго до сихъ поръ экателлура получилась бы изъ охлажденной тающимъ водородомъ смѣси теллура и сѣры.



Точно такъ же открылась бы прекрасная возможность указать истинное мѣсто въ періодической системѣ нѣкоторымъ спорнымъ элементамъ, каковы, напримѣръ, мѣдь, серебро и золото, противъ помѣщенія которыхъ въ первой группѣ, въ качествѣ аналоговъ натрія, существуютъ довольно вѣскія возраженія.

Таковы размышленія, на которыя навело меня сопоставленіе статьи Н. Н. Бекетова съ моими собственными структурными представленіями объ атомахъ. Насколько эти соображенія справедливы покажетъ будущее.

Шлиссельбургская крѣпость, ноябрь 1903 г



## ПРИЛОЖЕНІЕ III.

### Катодій и Анодій нашихъ структурныхъ формулъ, и ихъ соотношеніе съ электронами новѣйшей теоріи электричества.

(Изъ стр. 140 „Періодическихъ Системъ“.)

#### I.

### Сущность современныхъ взглядовъ на природу электроновъ. Взгляды Лоджа.

Когда я вводилъ «атомикулы» Катодія — Kt и Анодія — An въ свои структурныя формулы атомовъ, я дѣлалъ это исключительно по теоретическимъ соображеніямъ, не имѣя ничего въ свою поддержку *извне*, кромѣ электролитической теоріи Фарадея и «Фарадеевской рѣчи» Гельмгольца. Я очень боялся, что меня сочтутъ за это фантазеромъ и могутъ, благодаря этому, отнестись безъ достаточнаго вниманія и къ остальнымъ основнымъ положеніямъ моей «теоріи внутренняго строенія химическихъ единицъ». Одна только полная невозможность закончить мою теорію безъ этого, необычнаго въ то время, нововведенія, заставила меня рѣшиться на него, хотя я и сдѣлалъ все, отъ меня зависѣвшее, чтобъ эта часть теоріи вышла какъ можно короче. Въ то время мнѣ и въ голову

не приходило, что опытная физика уже стоит накануне одного изъ величайшихъ открытій, которое должно было сразу преобразовать прежнія представленія объ электрическихъ явленіяхъ какъ разъ въ томъ смыслѣ, какой указывала для нихъ моя теорія.

Дѣйствительно, что такое мои Катодій и Анодій? — Тѣ самые отрицательные и положительные электроны, или электрическіе атомы, о которыхъ теперь всѣ говорятъ и пишутъ, прибавляя иногда къ дѣйствительно установленнымъ фактамъ, такія рискованныя и даже чисто фантастическія соображенія, о которыхъ мнѣ даже и въ голову не приходило. Вотъ, напримѣръ, теперь лежитъ передо мной чрезвычайно интересная лекція извѣстнаго англійскаго физика сэра Оливера Лоджа, прочитанная имъ въ женскомъ Бедфордскомъ Колледжѣ 5 февраля 1903 года <sup>1)</sup>, гдѣ онъ прямо называетъ отрицательные электроны (т.-е. атомикулы Катодія Kt моихъ структурныхъ схемъ) даже *дѣлами*, летающими по трубкамъ съ выкачаннымъ воздухомъ! Сначала онъ отмѣчаетъ, совершенно справедливо, что при передвиженіи электрическаго тока по металлическимъ проводникамъ, электроны, изъ которыхъ состоитъ этотъ токъ, перескакиваютъ, повидимому, отъ атома къ атому проволоки лишь на мгновение выходя изъ связи съ тѣмъ или другимъ атомомъ, и поочередно занимая мѣста, освобождаемыя предыдущими атомами. Такимъ образомъ весь токъ можно представлять себѣ аналогичнымъ ряду ведеръ съ водой, передающихся цѣпью людей изъ рукъ въ руки и непрерывно путешествующихъ такимъ способомъ отъ рѣки, гдѣ они наполняются водой, до мѣста пожара, гдѣ и выли-

<sup>1)</sup> Electricity and Matter. A lecture delivered at Bedford College for Women on 5 February 1903, by sir Oliver Lodge (Scientific. American Supplement 56. 23190).

вается изъ нихъ вода въ пожарную трубу. Затѣмъ онъ говоритъ, и опять совершенно справедливо, что при прохожденіи тока черезъ жидкости, электроны уже волочатъ за собою приставшіе къ нимъ атомы, или радикалы, растворенныхъ веществъ, отдѣляясь отъ нихъ лишь въ моментъ соприкосновенія съ соотвѣтствующимъ электродомъ, и уходятъ по нему вдаль, оставляя свою ношу осѣдать на электродѣ, на чемъ и основана вся гальванопластика. Поэтому-то въ жидкостяхъ скорость движенія электроновъ, обремененныхъ своимъ багажемъ и принужденныхъ, кромѣ того, проталкиваться между мечущимися во всѣ стороны молекулами растворителя, и оказывается чрезвычайно малой — нѣскольکو десятыхъ или даже сотыхъ долей миллиметра въ секунду, въ зависимости отъ величины переносимыхъ зарядами атомовъ или радикаловъ и отъ физическихъ условій въ растворяющей средѣ.

Какъ видитъ читатель, здѣсь пока нѣтъ еще ничего особенно поразительнаго. Но вотъ, переходя къ передачѣ тока въ разрѣженныхъ газахъ, или по эвакуированнымъ трубкамъ, Лоджъ говоритъ уже вещь совершенно поразительную.

«In a gas, говоритъ онъ, it is not so, for it is just as if charges had been knocked off, charges of electricity dissociated from the matter, disembodied charges or electric ghosts flying through the tube at a tremendous speed <sup>1)</sup>».

Совершенно такія же воззрѣнія на природу электроновъ приходилось мнѣ встрѣчать и въ другихъ, не только популярныхъ, но и назначенныхъ для спе-

<sup>1)</sup> „Въ газѣ совсѣмъ не такъ. Переносъ электричества происходитъ здѣсь такимъ способомъ, какъ будто бы заряды были сбиты съ атомовъ, какъ будто бы это были электрическіе заряды, отставшіе отъ матеріи, заряды лишенные тѣла или электрическіе дѣхи, летающіе черезъ трубку съ головокружительными скоростями“.

ціалістовъ очеркахъ електронной теоріи, находящейся въ настоящее время лишь въ своемъ младенческомъ возрастѣ. Опытная наука оказалась здѣсь далеко впереди общепринятыхъ теорій, а потому неизбежно должна была вызвать въ первый моментъ сильную работу фантазіи. Со временемъ все это придетъ въ порядокъ, безтѣлесные дѹхи снова уйдутъ изъ области реального міра въ область мистическихъ представлений, и всѣ физики убѣдятся, что строить атомы *матеріи* изъ *нематеріальныхъ* электроновъ, это значитъ просто *переименовать* матерію въ электричество, а это, въ свою очередь, то же самое, какъ и наоборотъ, переименовать электричество въ матерію. Въ обоихъ случаяхъ вся разница будетъ лишь въ звукахъ названія, а потому несравненно лучше бы просто сказать: атомы матеріи и атомы электричества лишь различныя формы проявленія одной и той сущности въ природѣ, сущности проявляющей въ свойствахъ инертности, непроницаемости, группированности въ мелкихъ единицахъ различныхъ порядковъ сложности, способности передавать другъ другу въ моментъ столкновений свои вибраціонныя и поступательныя движенія, и накапливать благодаря этому своеобразные запасы энергіи, которыми и обуславливается вся физическая жизнь вселенной.

## II.

**Вліяніе електронной теоріи на измѣненіе бывшихъ до нея взглядовъ на неразложимость атомовъ бывшихъ металловъ и металлоидовъ. Мысли Боргмана, Крукса, Локьера и др.**

Современная электронная теорія представляетъ несомнѣнно чрезвычайно важный шагъ въ исторіи физическихъ наукъ.

Прежде всего она указала, что тѣ же самыя основныя свойства, которыя до сихъ поръ приписывались атомамъ различныхъ родовъ матеріи, принадлежать также и атомамъ обоихъ родовъ электричества. Она этимъ свела, какъ мы только что сказали, и тѣ и другіе атомы къ различнымъ проявленіямъ одной и той же сущности въ природѣ. Затѣмъ,—и это второй важный шагъ,—она поставила на очередь тотъ самый вопросъ о сложности атомовъ у окружающихъ насъ металловъ и металлоидовъ, который я старался выяснить въ «Періодическихъ Системахъ».

Въ своей интересной статьѣ «Основы электронной теоріи», помѣщенной въ августовской книжкѣ «Міра Божія» за 1903 годъ профессоръ Боргманъ, говоритъ:

«Представляетъ ли безусловную истину господствующая до настоящаго времени въ химіи идея о полномъ тожествѣ всѣхъ атомовъ какого-либо одного химическаго элемента, а также и другая основная идея, идея объ абсолютной неизмѣнности атомовъ вещества, при какихъ бы условіяхъ оно ни изслѣдовалось?—Уже много лѣтъ, какъ время отъ времени стали подниматься въ научной литературѣ одинокія возраженія противъ того и другаго положенія. Эти возраженія принадлежатъ ученымъ, которые проводили совершенно особый взглядъ на строеніе матеріи, которые разсматривали различные химическіе элементы образованными путемъ эволюціи изъ одной и той же субстанціи. Особенно въ Англіи чаще, чѣмъ гдѣ-либо, слышались подобныя революціонныя мнѣнія. И такія несогласныя съ общепринятыми понятіями идеи принадлежали, главнымъ образомъ, физикамъ. На основаніи физическихъ изслѣдованій Локьеръ, Круксъ, Стоксъ и нѣкоторые другіе явились сторонниками новой доктрины, допускавшей измѣ-

няемость атомовъ, раздѣленіе ихъ на части, когда данное вещество попадаетъ въ особыя условія; существованія нѣкотораго различія между отдѣльными атомами одного и того же вещества подобно тому, какъ наблюдается въ природѣ нѣкоторая, хотя, можетъ-быть, и незначительная разница между отдѣльными особями однихъ и тѣхъ же животныхъ, одного и того же пола, одного и того же возраста. И на континентѣ изрѣдка высказывалось то же, высказывалось между прочимъ даже и химиками. Главнѣйшій доводъ въ пользу возможнаго представленія о практической дѣлимости атомовъ, давали спектроскопическія изслѣдованія. Сложность спектровъ раскаленныхъ паровъ и газовъ и измѣненія наблюдаемыя въ этихъ спектрахъ при измѣненіи температуры паровъ и газовъ, или вообще при измѣненіи условій полученія самаго свѣченія ихъ, представляются трудно объяснимыми, если держаться простоты строенія атомовъ и абсолютной прочности и неизмѣнности ихъ (М. Б. стр. 101)».

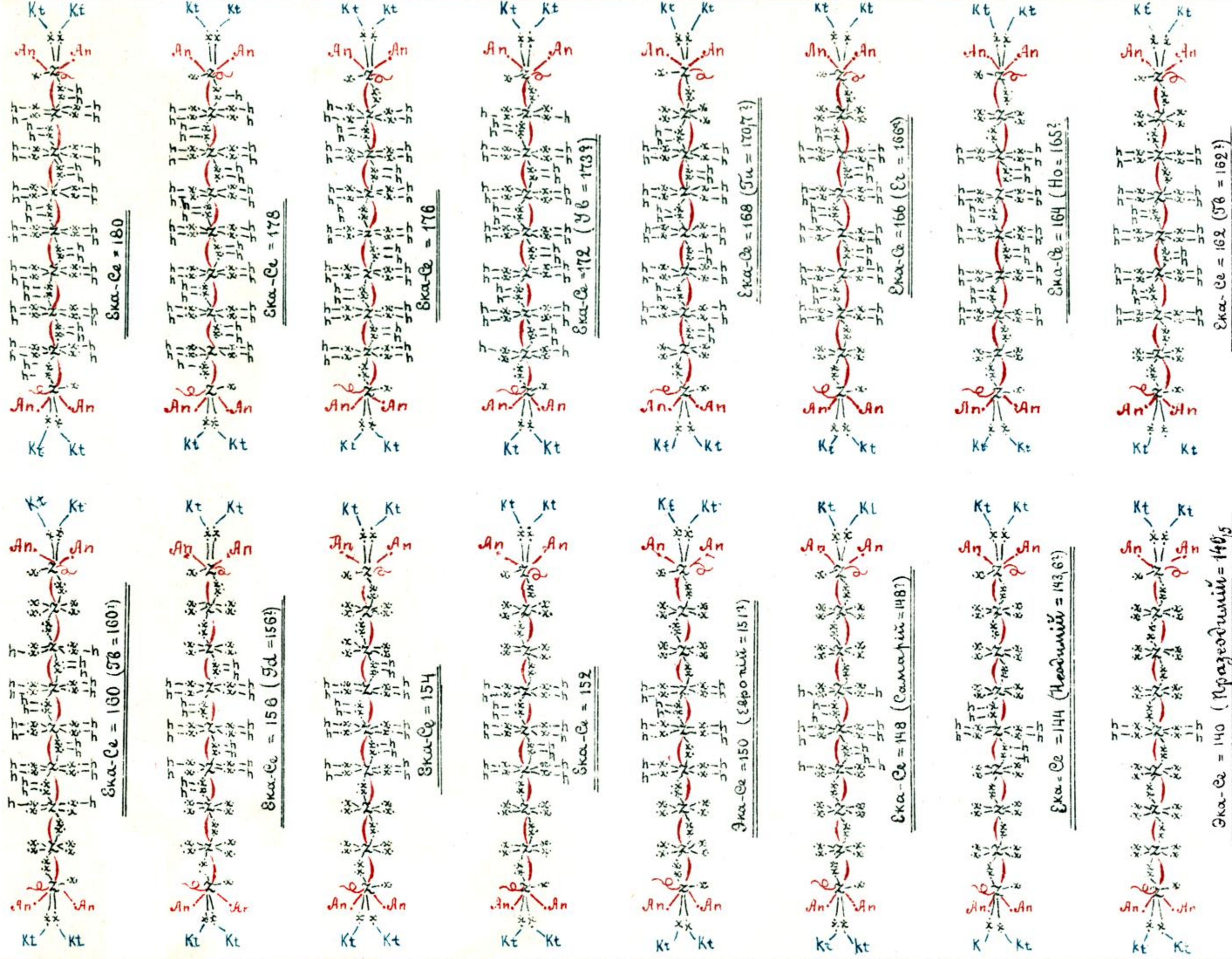
Всѣ эти новые выводы, какъ видитъ читатель, находятся въ полномъ согласіи съ тѣми структурами атомовъ, къ которымъ мы пришли въ книгѣ «Періодическія Системы». Структуры эти показываютъ, что въ строеніе атомовъ, вмѣстѣ съ основными компонентами: архоніемъ  $Z$  (вѣсъ = 4), и полуатомами гелія  $x$  (вѣсъ = 2) входятъ еще и необязательный для ихъ химической индивидуальности, какъ бы кристаллизационный компонентъ  $h$  (структурный водородъ съ вѣсомъ = 1), а также и корпускулы  $Kp$  съ вѣсомъ, не превышающимъ одной тысячной доли атома водорода.

Оба эти компонента, какъ помнитъ читатель, могутъ быть отдѣлены при нѣкоторыхъ условіяхъ отъ атома, т.-е. замѣщены эквивалентными имъ электро-

Таблица I-я.

Гипотетическое представление элементов рѣдких земель. (Pr, Nd, Sa, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tu, Yb) какъ равновидностей того же самага элемента Эка-Церія.

(Причемъ допускается, что Эка-Се обладаетъ основной структурной цѣпью, содержащей 9 атомиковъ архонія Z (вѣсь ихъ = 9.4 = 36), 50 атомиковъ лъ полу-гелія х. (вѣсь ихъ = 50.2 = 100), различное число третьего компонента h (структурнаго водорода) Омъ съ четырьмя катионизирующимися (kt) пунктами сѣтления, 4 анионизирующимися (An) и 2 не насыщенными пунктами сѣтления у компонента Z въ крайнихъ звеньяхъ, которыми цѣпь циклизирована.



NB. Всѣ ненасыщенные пункты сѣтления у атомиковъ х. въ этихъ цѣпяхъ можно представлять или замыкающими каждыя два соседня х. попарно, или еще лучше, насыщенными корпункулами Кр. профессора J. J. Thomson'a, замыкающими здѣсь структурный водородъ h.

нами, не разрушая основныхъ свойствъ атома, т.-е. не обуславливая этимъ превращенія одного металла или металлоида въ другой, но нѣсколько измѣняя его физическія свойства: паевой вѣсъ, растворимость солей, летучесть и т. д., какъ это и старался показать Круксъ, признавая за однородными атомами нѣкоторые индивидуальныя различія, нѣкоторое непостоянство матеріальнаго состава.

Мы можемъ прибавить къ этому даже и нѣчто большее. Очень можетъ-быть, что значительная часть такъ называемыхъ элементовъ рѣдкихъ земель представляетъ изъ себя одинъ и тотъ же элементъ *экацерій* (см. послѣднюю схему на табл. I), т.-е. одну и ту же основную структурную цѣпь изъ компонентов  $Z$  и  $x$ , принадлежащую къ четвертой группѣ періодической системы и находящуюся въ ней налѣво отъ тантала въ девятизвенномъ рядѣ (см. таблицу въ концѣ этой книги). Но они отличаются другъ отъ друга различнымъ количествомъ приставшаго къ этой цѣпи структурнаго водорода  $h$ . Къ такимъ точно выводамъ, т.-е. къ тому, что элементы рѣдкихъ земель есть группа совершенно аналогичныхъ по химическимъ свойствамъ разновидностей того же самаго элемента 4 группы, пришелъ, помимо нашихъ теоретическихъ соображеній, и наиболѣе выдающійся въ настоящее время изслѣдователь этихъ элементовъ Богуславъ Браунеръ<sup>1)</sup>. Они, по его мнѣнію, играютъ въ періодической системѣ роль астероидовъ среди большихъ планетъ солнечной системы.

Если же кто спросить, почему только одинъ *экацерій* даетъ всѣ эти многочисленныя формы гидроге-

1) Б. Браунеръ. О положеніи рѣдкоземельныхъ элементовъ въ періодической системѣ Менделѣева. Докладъ на 11 сѣздѣ русскихъ естествоиспытателей и врачей 21 декабря 1901 г. (Ж. Ф.-Х. Об. 34. 143).



низирования своей интра-атомной цепи, то отвѣтъ на этотъ вопросъ можетъ-быть только одинъ: «Пока неизвѣстно». Мы въ настоящее время еще не знаемъ причины очень многихъ явленій въ природѣ, которыя тѣмъ не менѣе существуютъ. Почему, напримѣръ, желѣзо выдѣляется среди всѣхъ остальныхъ элементовъ своими особенно сильными магнитными свойствами?— Мы этого еще не можемъ объяснить, а между тѣмъ это вѣрно. Точно то же и съ вопросомъ относительно рѣдкоземельныхъ элементовъ.

Но электронная теорія не ограничивается теперь однимъ вопросомъ, о возможности нѣсколькихъ индивидуальных различій у одного и того же атома. Она шагнула дальше того, что мы сдѣлали въ этой книгѣ и поставила другой, несравненно болѣе рѣшительный и въ настоящее время еще неразрѣшимый вопросъ: «Что такое представляетъ изъ себя самъ атомъ *по существу?*» Крайніе сторонники этой теоріи отвѣчаютъ: «Это агрегатъ положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ (т.-е. нашихъ  $Kt$  и  $An$ ), образующихъ изъ себя, благодаря дѣйствию между ними электрическихъ и магнитныхъ силъ, систему въ устойчивомъ равновѣсїи. Атомы различныхъ элементовъ отличаются другъ отъ друга только различнымъ числомъ и расположеніемъ этихъ электронныхъ паръ».

Примемъ по проф. Дж. Дж. Томсону, что масса атома водорода въ 1800 разъ болѣе массы отрицательнаго электрона (по взглядамъ, выраженнымъ въ нашемъ I приложеніи это не электронъ, а цѣлая корпускула  $Kp$ , въ строеніе которой, вѣроятно, входитъ одинъ *неотземлемый* отрицательный электронъ, не уравновѣшенный такимъ же *неотземлемымъ* положительнымъ электрономъ). Допуская, что положительный электронъ обладаетъ такой же массой, какъ отрицательный, сто-

ронники электронной теории опредѣляютъ, что атомъ водорода состоитъ изъ 900 электронныхъ паръ, т.-е. по нашей терминологіи 900 молекулъ An.—Kt, и еще одного неотъемлемаго электрона An, который можетъ непрочно привлекать къ себѣ одинъ атоمیкулъ Kt. Онъ этимъ катионизируетъ весь атомъ водорода, обуславливая его электролитическія свойства, а также и химическія, которыя сводятся на замѣщеніе непрочнаго атомікула Kt, атомами хлора, брома и т. д. Атомъ ртути въ 200. разъ тяжелѣе атома водорода, а потому долженъ содержать въ 200 разъ болѣе такихъ же электронныхъ паръ, т.-е. переводя на нашу наглядную терминологію:

$$\text{Hg} = 200 \times 900 (\text{An} \cdot \text{— Kt}) = 180.000 (\text{An} \cdot \text{— Kt}).$$

А такъ какъ атомъ ртути, кромѣ того, способенъ привлекать при электролизѣ еще два атома Kt, то, кромѣ этихъ паръ, въ немъ должна присутствовать еще пара ненасыщенныхъ зарядовъ An, не отъемлемыхъ отъ атома безъ его перехода въ атомъ другого металла.

Точно такъ же получаемъ соотвѣтствующія числа электронныхъ паръ и неотъемлемыхъ непарныхъ электроновъ и для другихъ металлическихъ и металлоидныхъ атомовъ <sup>1)</sup>).

Какъ, видитъ читатель, эти выводы далеко уходятъ за тѣ предѣлы, которыми я ограничился въ моей книгѣ. Конечно, и я далекъ отъ мысли, что сдѣланное въ «Періодическихъ Системахъ» сведеніе окружающихъ насъ металловъ и металлоидовъ къ комбинаціямъ пяти родовъ болѣе первоначальнаго вещества, считая въ томъ числѣ и заряды Kt и An, есть по-

<sup>1)</sup> См. уже цитированную статью проф. Боргмана: „Основы электронной теории“, помѣщ. въ „Мірѣ Божіемъ“, августъ, 1903, гдѣ сущность предмета изложена очень ясно и популярно, безъ утраты научности.

слѣдній предѣлъ, далѣе котораго уже нельзя идти по пути къ окончательному объединенію матеріи. Но эта промежуточная ступень несомнѣнно существуетъ въ природѣ, а потому будетъ существовать и въ наукѣ, даже и въ томъ случаѣ, когда удастся разложить  $Z$ ,  $x$  и  $h$  моихъ структурныхъ схемъ (т.-е. болѣе первичные элементы: архоній, протогелій и структурный водородъ) на комбинаціи паръ электроновъ, или какія-либо другія комбинаціи первичныхъ веществъ.

Дѣйствительно, только съ точки зрѣнія той структурной теоріи, которая представлена въ «Періодическихъ Системахъ» и возможно ясно вывести какъ физическія такъ и химическія свойства каждаго отдѣльнаго элемента. Это необходимый промежуточный шагъ, потому что, прежде чѣмъ эволюція вещества въ природѣ достигла до образованія современныхъ металловъ и металлоидовъ, она прошла черезъ эту ступень и, не проходя черезъ нее не могла бы подняться выше.

Электронная теорія строенія атомовъ, какъ мы только что видѣли изъ изложенія Боргмана, сразу шагнула черезъ эту необходимую ступень, а потому съ ея точки зрѣнія нельзя объяснить реальныхъ особенностей періодической системы элементовъ. Среди господствовавшихъ до сихъ поръ неправильныхъ представленій объ абсолютной недѣлимости атомовъ у современныхъ металловъ и металлоидовъ, — это яркая мысль, блеснувшая, какъ молнія, но, при ея мимолетномъ свѣтѣ, мы не въ состояніи разглядѣть всѣхъ особенностей пейзажа. Она не говоритъ намъ даже и того, почему атомы окружающихъ насъ «элементарныхъ» тѣлъ не представляютъ собою непрерывно возрастающаго ряда электронныхъ паръ, а прыгаютъ черезъ промежуточные величины, и почему они укладываются въ періодическія системы.

### III.

## Выводы Абрагама, Кауфмана и др. о переменности величины массъ у электроновъ (т.-е., вѣрнѣе, у катодныхъ корпускулъ).

Но если этотъ шагъ электронной теоріи и есть пока простое увлеченіе, то это увлеченіе по надлежащему пути. Совсѣмъ иного рода увлеченіемъ является стремленіе нѣкоторыхъ сторонниковъ этой теоріи представлять *постоянную* по своей величинѣ инертность даннаго количества вещества чѣмъ то переменнымъ, зависящимъ отъ скорости поступательнаго движенія этого вещества въ пространствѣ. Этотъ вопросъ настолько важенъ, что я считаю необходимымъ обратить на него здѣсь особенное вниманіе.

*Инертностью*, т.-е. величиной того физическаго фактора, благодаря которому тѣло, движущееся со скоростью 1 сантиметра въ секунду, стремится продолжать свое движеніе и преодолевать встрѣчающіяся ему на пути препятствія, мы опредѣляемъ абсолютную величину *массы* даннаго тѣла, т.-е. количество заключающагося въ немъ вещества. *Инерція* и *масса*, *движущаяся съ единицей скорости*, являются здѣсь физическими изомерами.

Однако точно ли инерція тѣла, движущагося въ какой-либо упругой средѣ, принадлежит одной его собственной массѣ? На этотъ вопросъ, мы должны отвѣтить отрицательно. Пузырь воздуха, поднимающійся со дна пруда, имѣетъ свою инерцію, и пока его скорость не достигнетъ своей предѣльной величины, опредѣляемой вязкостью воды, онъ идетъ со дна ускорительнымъ движеніемъ, характеризующимъ только инертныя тѣла. А между тѣмъ эта инерція

будетъ здѣсь принадлежать не только одной ничтожной массѣ молекулъ заключеннаго въ пузырь воздуха или другого газа, а также и гонящей его вверху и замыкающей за нимъ воды.

Точно такъ же, если мы будемъ опредѣлять инерцію (а съ нею и массу) пушечнаго ядра по той энергiи, съ которой оно, при данномъ полуквадратѣ скорости, ниспровергаетъ препятствiя, то получимъ величину больше надлежащей, потому что эта энергiя ниспроверженiя будетъ принадлежать не только инерціи самаго ядра, но также и несущейся за нимъ струѣ воздуха.

Отсюда ясно, что и въ чисто эфирной средѣ (плотность которой, по вычисленiямъ лорда Кельвина и др., вовсе не безконечно мала, и во всякомъ случаѣ превосходить  $10^{-25}$  долю плотности воды) должно происходить нѣчто аналогичное. Массы какихъ-либо очень быстро несущихся тѣлецъ, напримѣръ, катодныхъ брызгъ, вычисленныя по обнаруживаемымъ ими инерціямъ, должны казаться болѣе ихъ настоящихъ массъ. Они должны казаться обнаруживающими все большую и большую инертность по мѣрѣ возрастанiя ихъ скоростей. Очевидно, что это кажущееся увеличенiе массъ можетъ происходить не только отъ вихря среды увлекаемаго ихъ движенiемъ, но и отъ всякихъ другихъ деформацій, производимыхъ въ эфирной средѣ, этимъ движенiемъ, напримѣръ, отъ вызываемаго ими магнитнаго поля, прекращающагося при ихъ остановкѣ и потому увеличивающаго ихъ стремленiе ниспровергать, при данной скорости, преграды, соотвѣтственно той работѣ, которая была потрачена на вызовъ этого поля.

Уже отсюда видно, что было бы неосторожно приписывать корпускуламъ или электронамъ, переменныя

массы, т.-е. переменныя количества матеріи, и этимъ опровергать прочно установленный всей современной химіей и механикой законъ сохраненія массъ.

А между тѣмъ именно это и было сдѣлано въ послѣдніе годы нѣкоторыми учеными, на примѣръ М. Abraham'омъ, въ *Physik. Zeitschrift* (1902 г. 4. 57), пришедшимъ даже къ тому выводу, что массы катодныхъ корпускулъ только *кажушіяся* массы. Все недоразумѣніе здѣсь заключается въ томъ, что константу электромагнитнаго поля корпускулъ, функциональный составъ, или размѣръ, которой есть  $\frac{1}{2} V^2 L$ , онъ неправильно отождествилъ, какъ это дѣлали до сихъ поръ и другіе, съ массаи  $M$  корпускулъ. и съ величиной ихъ собственной инертности.

Чтобы показать, въ чемъ здѣсь недоразумѣніе ознакомимся сначала съ главными изъ формулъ Абрагама, какъ онѣ приведены въ *Журналѣ Рус. Физ.-Химическаго Общества* <sup>1)</sup>. Для этого намъ нѣтъ никакой нужды переписывать здѣсь весь выводъ его формулъ, представляющій нѣсколько страницъ, исписанныхъ сплошь дифференціалами и интегралами, а нужно показать только ихъ общій смыслъ и окончательныя результаты.

Для своего математическаго анализа Abraham кладетъ въ основу то положеніе теоріи векторовъ, что, если летящее тѣло (въ данномъ случаѣ электрической атомъ) получаетъ ускореніе, перпендикулярное къ направленію своего пути, то величина его скорости  $V$  и принадлежащаго ему количества движенія  $mv$  не измѣняется отъ этого воздѣйствія, а измѣняется только направленіе обоихъ указанныхъ векторовъ (т.-е.  $V$  и  $mv$ ) соотвѣтственно радіусу кривизны, характеризующему путь электрона.

<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34, Ч. физ. II, 84, 94.

Для вычисления электромагнитной энергии  $W$ , а также и только что указанного количества движения  $mv$  такого равномерно движущагося электрона, онъ принимаетъ во вниманіе только поле, вызванное самимъ электрономъ. Въ случаѣ равномернаго движенія электрона оно будетъ *постояннымъ* относительно него и несущимся вмѣстѣ съ нимъ съ принадлежащей электрону скоростью, а потому и можетъ быть названо *стаціонарнымъ полемъ электрона*.

«Электромагнитная» энергія  $W$  (или какъ ее называетъ Abraham, «силовая функція») стаціонарнаго поля электрона <sup>1)</sup> опредѣляется выраженіемъ:

$$W = W_e - W_m. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

гдѣ  $W_e$  есть отталкивательная энергія электростатическаго поля электрона, а  $W_m$  притягательная энергія его электромагнитнаго поля, опредѣляемаго скоростью электрона въ данный моментъ.

Тогда, въ случаѣ шаровиднаго электрона и при поверхностномъ расположеніи на немъ тонкой пленкой электрическаго заряда, эта энергія опредѣляется, по Абрагаму <sup>2)</sup>, выраженіемъ:

$$W = \frac{q^2}{2r} \cdot \frac{(1 - z^2)}{2z} \cdot \ln \frac{1 + z}{1 - z} \cdot \left[ \frac{m}{^{1/2} V_x^2 L_x} \right]_{=1} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

гдѣ  $q$  есть электрическій зарядъ электрона выраженный въ электростатическихъ единицахъ (т.-е., замѣтите,

<sup>1)</sup> Съ механической точки зрѣнія это была бы кинетическая энергія каждаго изъ двухъ шаровидныхъ электроновъ, первоначально соприкасавшихся другъ съ другомъ, (т.-е. центры которыхъ были на разстояніи  $2r$ , какъ въ форм. 2-й), но отброшенныхъ другъ отъ друга силами своихъ отталкивательныхъ полей на очень далекое разстояніе, гдѣ ускорительное дѣйствіе ихъ полей уже незамѣтно. Тогда каждый изъ нихъ продолжалъ бы летѣть въ пространствѣ съ постоянной кинетической энергіей  $= W$  (въ форм. 2).

<sup>2)</sup> „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34. Ч. физ. II, стр. 84. Формула 21. Буквенные символы я замѣнилъ болѣе привычными для глаза.

опредѣленный по константѣ  $\frac{1}{2} V^2 L$  поля электрона! Этимъ обстоятельствомъ и объяснятся далѣе неправильность выводовъ о переменности массъ у электроновъ),  $r$  есть радиусъ электрона,  $z = \frac{V}{V_0}$  — отношеніе собственной скорости  $V$  поступательнаго движенія электрона, къ скорости  $V_0$  распространенія свѣта въ окружающемъ его эфирѣ, а  $\ln$  — натуральный логарифмъ.

Что же касается до послѣдняго множителя въ угловатыхъ скобкахъ, т.-е.  $\left[ \frac{m}{\frac{1}{2} V_x^2 L_x} \right]$ , то онъ введенъ мною, какъ въ эту, такъ и въ слѣдующія формулы для изотезичности равенства, т.-е. чтобы придать обѣимъ его частямъ присущій имъ по общему смыслу равенства размѣръ работы. Этотъ множитель показываетъ, что равенства Абрагама будутъ вѣрны лишь до тѣхъ поръ, пока отношеніе массы  $m$  электрона (или корпускулы) къ константѣ  $\frac{1}{2} V_x^2 L_x$  ея стационарнаго поля <sup>1)</sup> не измѣнилось (и можетъ быть принято въ данномъ случаѣ  $= 1$ ). Дальнѣйшій разборъ формулъ Абрагама покажетъ намъ всю важность этого условія.

Для того, чтобы, наглядно представить смыслъ этой функціи, я вычислилъ нѣсколько ея значеній, и даю ихъ на приложенныхъ діаграммѣ и табличкѣ <sup>2)</sup>.

1) Или, вѣрнѣе, къ полупроизведенію средняго квадрата  $V_x^2$  нѣкоторой еще не изслѣдованной вибраціонной скорости  $V_x$ , характеризующей электрона, и средней амплитуды  $L_x$  этихъ вибрацій, вызывающихъ въ окружающемъ эфирѣ стационарнаго поля у электроновъ.

2) На таблицѣ даны только значенія 2-го множителя формулы 2-й, представленной въ видѣ:  $W = \frac{q^2}{r} \cdot \left( \frac{1-z^2}{4z} \cdot \ln \frac{1+z}{1-z} \right)$ . Первый же множитель, т.-е.  $\frac{q^2}{r}$  считается постояннымъ. При неподвижной корпускулѣ (и при приближительномъ расчетѣ) ея зарядъ опредѣляется, какъ  $q = 3,1 \cdot 10^{-10}$  электростатическихъ единицъ, а радиусъ эквивалентнаго ему сферическаго по-



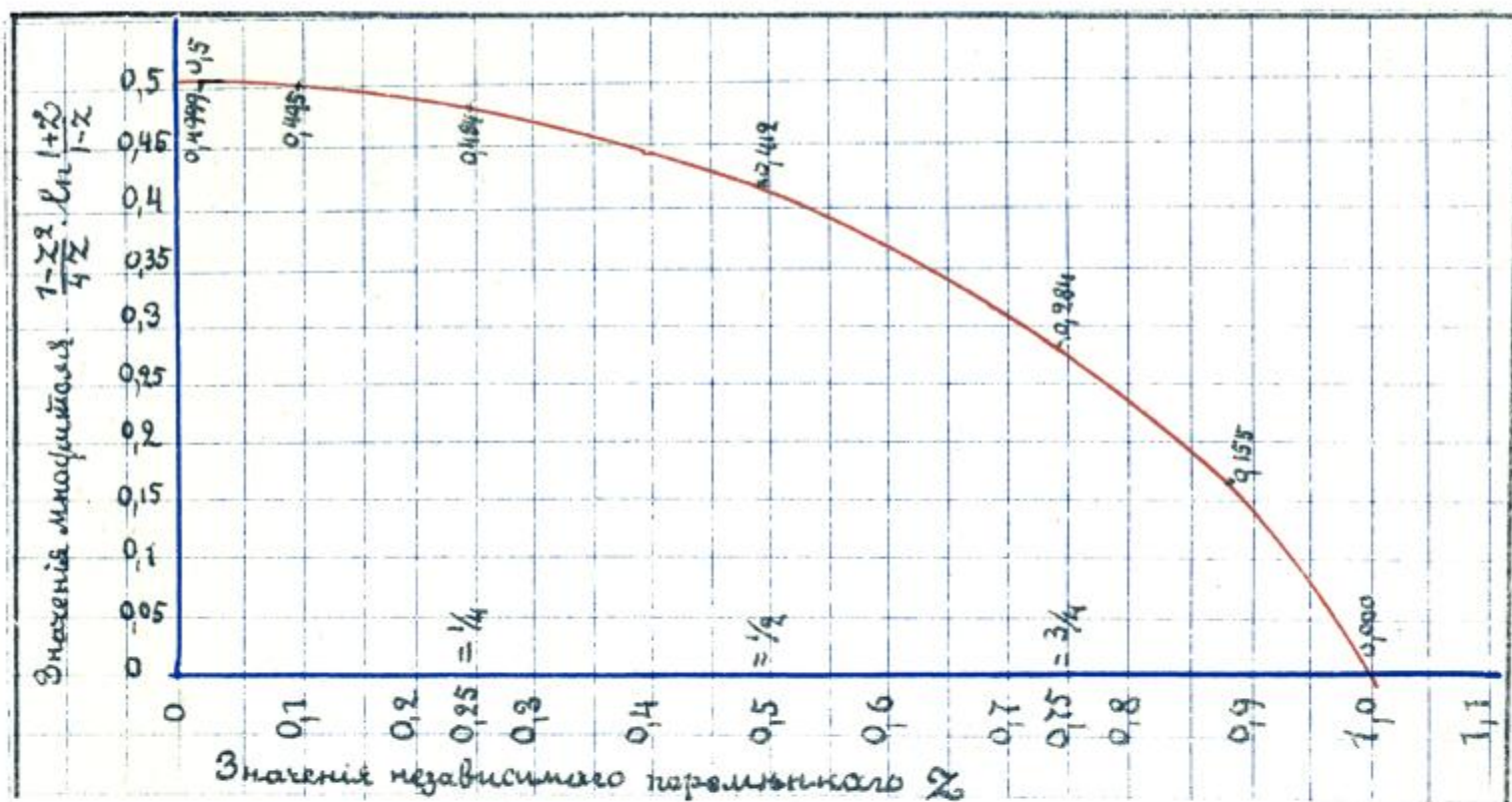
Какъ видить читатель, эта фигура функциональной кривой еще не можетъ быть названа неожиданной для современнаго физика. Совершенно напротивъ. Формула Абрагама, какъ она выясняется на этой кривой, представляетъ чрезвычайный интересъ и важность. Она показываетъ современному физику, что величина электрическаго заряда, распределеннаго на томъ же самомъ тѣлѣ, не всегда можетъ быть опредѣляема по энергій его электрическаго поля даже и въ безвоздушномъ пространствѣ.

Это возможно, говорить намъ формула, только въ тѣхъ случаяхъ, когда заряженное тѣло неподвижно, или обладаетъ очень малыми (сравнительно со скоростью распространенія свѣта) скоростями своего поступательнаго движенія въ окружающей эфирной средѣ, рассматриваемой, какъ статическое цѣлое. При значительномъ возрастаніи скорости тѣла, энергій его силового поля (притягательнаго по отношенію къ разноименнымъ зарядамъ и отталкивательнаго по отношенію къ одноименнымъ) начинаетъ уменьшаться все болѣе и болѣе, пропорціонально соотвѣтствующимъ ординатамъ кривой на нашей діаграммѣ, и, наконецъ, когда скорость заряженнаго тѣла или самого заряда (какъ особой субстанции, которая можетъ быть снята съ тѣла) достигнетъ скорости свѣта, то его поле притягательныхъ и отталкивательныхъ силъ совсѣмъ пропадетъ. Тогда зарядъ окажется *электрически* нейтральнымъ по отношенію къ другимъ электрическимъ зарядамъ, несутся ли они параллельно съ нимъ, или остаются неподвиж-

---

верхностнаго заряда  $r = 10^{-13}$ . Тогда по этой формулѣ при  $V = 0$ ;  $W = \frac{q^2}{r} (1/2) = \frac{10^{-19}}{10^{-13}} \left(\frac{1}{2}\right) = 1/2 \cdot 10^{-6}$  электростатическихъ единицъ. Значить, для опредѣленія энергій стационарнаго поля элементарнаго заряда всѣ цифры для  $W$  въ табл. II нужно помножить на  $10^{-6}$ .

Таблица II.



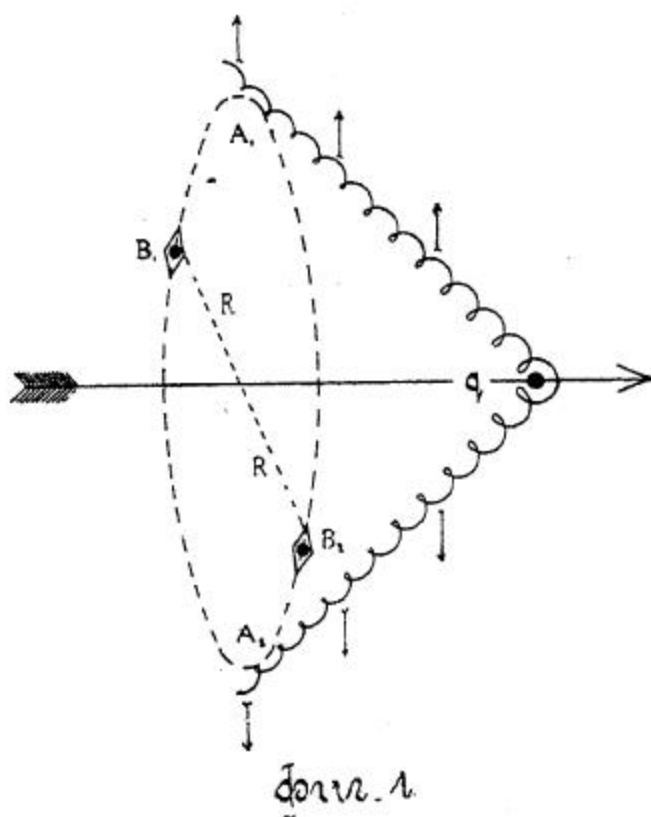
Числовые значения электромагнитной энергии  $W$  стационарного поля, образуемого вокруг себя несущимся в эфире электрическим зарядом  $q$ , распределенным на поверхности сферы с радиусом  $= r$ .

Скорость полета	Его отношение к скор. света	Энергия станц. поля
При $V = 0,000$ км/сек;	$z = 0,000$ ;	$W = 0,49999$ .
— $V = 3000$ —	$z = 0,01$	$W = 0,4999$
— $V = 30\,000$ —	$z = 0,1$	$W = 0,495$
— $V = 75\,000$ —	$z = 1/4$	$W = 0,484$
— $V = 150\,000$ —	$z = 1/2$	$W = 0,412$
— $V = 225\,000$ —	$z = 3/4$	$W = 0,284$
— $V = 270\,000$ —	$z = 0,9$	$W = 0,155$
— $V = 300\,000$ —	$z = 1,0$	$W = 0,0000$

$$\frac{q^2}{z} \cdot \left[ \frac{m}{\frac{1}{2} V \lambda} \right] = 10^{-6} \text{ элек/во ст/адиант/единиц}$$

Нѣсколько числовых значений формулы (2-й) и видъ ея кривой на диаграммѣ.

ными въ окружающей міровой средѣ. Пролетая мимо какого-либо заряженнаго тѣла, онъ не получитъ боковыхъ ускореній по направленію силовыхъ линій электрическаго поля этого тѣла, и самъ не дастъ ему никакихъ ускореній по направленію силовыхъ линій своего собственнаго поля, потому что оно уже] исчезло. Но взамѣнъ этого онъ будетъ посылать на своемъ пути рядъ новыхъ импульсовъ въ окружающую эфирную среду, импульсовъ, распространяющихся въ ней со скоростью свѣта въ перпендикулярномъ направленіи къ пути заряда и располагающихся за



ними какъ бы по конической поверхности, въ вершинѣ которой летитъ самъ зарядъ (фиг. 1, q). Импульсы эти по своей сущности не представляютъ, конечно, ничего особенно поразительнаго.

Въ своемъ сѣченіи, какъ это видно изъ нашего чертежа, весь ихъ послѣдовательный рядъ напоминаетъ волну, сопровождающую движеніе парохода, а въ полномъ, стереометрическомъ видѣ—область пертурбацій.

воздуха, слѣдующихъ за движеніемъ летящаго ядра. Это какъ бы своеобразный крутящійся ураганъ эфирной среды, который символически можно представить рядомъ дымовыхъ колець, слѣдующихъ одно за другимъ, начиная отъ вершины воображаемаго конуса, гдѣ они вызываются полетомъ заряда, и послѣдовательно уменьшаются въ своей интенсивности по мѣрѣ того, какъ они успѣваютъ удалиться отъ пути вызвавшего ихъ заряда. Характеристической чертой этихъ своеобразныхъ деформаций служитъ то обстоятельство, что когда они проносятся черезъ какой-либо пунктъ, гдѣ находится магнитная стрѣлка ( $B_1$  или  $B_2$  на фиг. 1), или черезъ соотвѣтствующій ей соленоидъ, то они даютъ имъ импульсъ повернуться *перпендикулярно* къ радіусу  $R$  соотвѣтствующаго вихревого кольца (т.-е. перпендикулярно къ пути заряда) и *вдоль окружности* самого кольца, какъ это показано на фигурѣ.

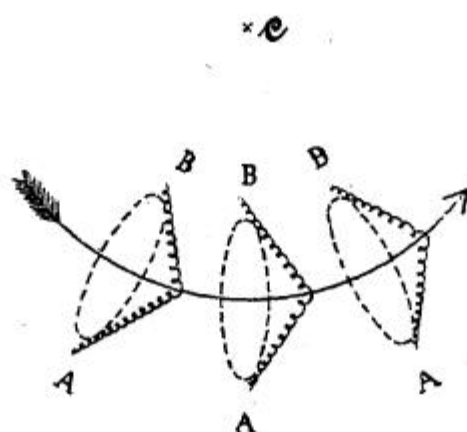
При одиноко несущемся зарядѣ этотъ импульсъ будетъ, конечно, лишь очень кратковременнымъ. Онъ возникнетъ и прекратится почти мгновенно. Какъ только «воображаемое» или дѣйствительное вихревое кольцо пронесется далѣе, ориентированныя имъ магнитныя стрѣлки, или соленоиды, снова придутъ въ свое нормальное положеніе, какъ челноки, всколыхнутые волною отъ прошедшаго мимо парохода.

Совсѣмъ другое, если по тому же самому пути будутъ слѣдовать, на равныхъ разстояніяхъ, рядъ равныхъ электрическихъ зарядовъ, или одинокихъ электроновъ. Въ такомъ случаѣ, коническія области деформаций, сопровождающія каждый зарядъ, вложатся одна въ другую и образуютъ въ каждомъ сѣченіи пространства, перпендикулярномъ къ направленію пути, непрерывное *магнитное* поле, ослабѣвающее въ своемъ напряженіи обратно пропорціонально квадратамъ раз-

стоянія, какъ это мы, дѣйствительно, и наблюдаемъ въ магнитныхъ поляхъ, какъ бы окружающихъ концентрическими кольцами каждую проволоку, по которой идетъ электрической токъ (состоящій по представленіямъ электронной теоріи изъ послѣдовательнаго ряда элементарныхъ отрицательныхъ зарядовъ — нашихъ  $Kt$ , — передающихся отъ атома къ атому проволоки со скоростью распространенія свѣта).

Если такая проволока или, вообще, путь несущихся электроновъ, идетъ прямолинейно, то импульсы ихъ общаго магнитнаго поля будутъ лишь ориентировать надлежащимъ образомъ встрѣчаемые ими соленоиды, или способныя къ намагничиванію тѣла, не придавая имъ стремленія перемѣщаться по круговымъ силовымъ линіямъ магнитнаго поля, потому что свойства этихъ линій будутъ совершенно одинаковы во всѣхъ частяхъ окружности.

Совсѣмъ иное произойдетъ, если мы согнемъ проволоку, по которой идетъ токъ, или, вообще, заставимъ рядъ электроновъ нестись по дуговому пути (фиг. 2). Тогда коническія оболочки эфирныхъ возму-



Фиг. 2

щений, сопровождающія каждый электронъ, будутъ стѣснены, прижаты одна къ другой по направленію къ центру кривизны пути, и, наоборотъ, раздвинуты

съ противоположной стороны. Поэтому всякій кусочекъ какого-либо тѣла, напримѣръ, желѣза, никкеля, кобальта, внутри котораго эфиръ болѣе способенъ къ такого рода движеніямъ, чѣмъ даже въ свободномъ безвоздушномъ пространствѣ, будетъ стремиться перейти съ периферической стороны на внутреннюю, т.-е. отъ А къ В на нашемъ чертежѣ, по соотвѣтствующей полуокружности. Діамагнитныя же тѣла, гдѣ эфиръ менѣе склоненъ къ такимъ движеніямъ будутъ, наоборотъ, выбрасываться на периферическую сторону. Очевидно, что если вмѣсто нашей дуги мы представимъ замкнутое кольцо, по которому летятъ электроны, то получимъ обычный соленоидъ и Фарадееву схему вихревыхъ колець, предполагаемыхъ около каждаго магнита.

Возвратимся теперь снова къ разбираемой нами формулѣ Абрагама (форм. 2). Мы видимъ, что она находится въ полномъ соотвѣтствіи со всѣми этими фактами и представленіями, и даже даетъ функцію послѣдовательнаго перехода чисто-электрическаго поля въ чисто-магнитное, по мѣрѣ того какъ скорость электрона возрастаетъ отъ нуля до скорости распространенія свѣта въ эфирѣ, т.-е. до 300 тысячъ километровъ въ секунду. По формулѣ Абрагама, какъ мы видимъ, два потока одноименныхъ электроновъ, несущихся параллельно другъ другу со скоростью распространенія свѣта, не будутъ болѣе отталкивать другъ друга, потому что каждый электронъ при этой скорости уже утрачиваетъ совсѣмъ свое отталкивающее поле. Опыты же Ампера, еще задолго до того, показали, что два параллельные тока одноименныхъ электроновъ не только перестаютъ отталкиваться при этой скорости, но, наоборотъ, начинаютъ даже притягивать другъ друга (законъ параллельныхъ токовъ). Однако

это притяженіе зависитъ уже не отъ электрическихъ, а отъ магнитныхъ полей, возникающихъ лишь у длиннаго ряда несущихся другъ за другомъ электроновъ, у послѣдующихъ на счетъ предыдущихъ, а потому и это обстоятельство не опровергаетъ формулы Абрагама относительно энергии стационарнаго поля одинокаго электрона (форм. 2).

Не менѣе интересны и остальные двѣ формулы Абрагама, относящіяся къ инерціи электроновъ, но только истолкованіе, даваемое этимъ формуламъ какъ самимъ авторомъ, такъ и нѣкоторыми изъ его послѣдователей (будто массы электроновъ—чисто воображаемая масса) ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть принято.

Покажемъ это на простомъ логическомъ разборѣ этихъ формулъ, беря ихъ въ окончательномъ видѣ, потому что недоразумѣніе заключается не въ ихъ выводѣ, а въ истолкованіи основныхъ положеній, на которыхъ онѣ зиждутся, а слѣдовательно, и въ истолкованіи ихъ самихъ.

Впрочемъ, упомянемъ въ нѣсколькихъ строкахъ и объ самомъ выводѣ, такъ какъ это поможетъ уясненію ихъ смысла.

Въ своемъ чисто математическомъ анализѣ Abraham исходитъ здѣсь изъ такъ называемаго *принципа Даламбера*, что сила  $F$ , сообщающая ускореніе  $G = \frac{dv}{dT}$  заряженному электричествомъ тѣлу, прямо пропорціональна этому ускоренію и массѣ  $M$  этого тѣла, сложенной съ нѣкоторой, не принадлежащей этому тѣлу массой  $m$ , возникающей въ его электромагнитномъ полѣ вслѣдствіе присутствіе на немъ заряда, т.-е.

$$F = (M + m) \frac{dv}{dT} = (M + m) G \dots \dots (3)$$

Отсюда, пользуясь формулой Poincaré, помещенной в Arch. Neerl. (5. 252) в 1900 г. и своей собственной, уже приведенной выше формулой (2-й) онъ находитъ, что эта «электромагнитная» масса  $m$ , которую онъ а priori отождествляетъ съ собственной массой электроновъ, есть не только величина *переменная*, но и *различная по различнымъ направленіямъ!* Другими словами, если толкать электронъ впередъ, то онъ окажется этому ускоренію бѣльшее сопротивление, т.-е. большую инерцію (а слѣдовательно, и *массу*, которая признается изомерной съ инерціей при всѣхъ условіяхъ), чѣмъ въ томъ случаѣ, если толкать его въ боковомъ направленіи, особенно въ перпендикулярномъ къ направленію полета.

Первая изъ этихъ двухъ инерцій, которую Abraham называетъ *продольной электромагнитной массой*  $m_s$  электрона, опредѣляется имъ по выведенной имъ формулѣ:

$$m_s = \frac{q^2}{2rV_0^2} \cdot \frac{1}{z^2} \left( \frac{2}{1-z^2} - \frac{1}{z} \operatorname{Ln} \frac{1+z}{1-z} \right) \dots \dots \dots (4)$$

или, разложивъ  $\frac{1}{z^2}$  функции  $z$  въ рядъ <sup>1)</sup>:

$$m_s = \frac{q^2}{rV_0^2} \cdot \left( \frac{2}{3} + \frac{4}{5}z^2 + \frac{6}{7}z^4 + \frac{8}{9}z^6 + \right. \\ \left. + \frac{10}{11}z^8 + \dots \right) \dots \dots \dots (4a)$$

Здѣсь  $q$  есть величина заряда электрона, *опредѣляемая по его полю*,  $r$  — радиусъ электрона, представляемаго въ видѣ сферической тонкой оболочки,  $V_0$  — скорость распространенія свѣта въ окружающемъ эфирѣ,

1) „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34. Ч. физ. II, 84, форм. 21 а.



а  $z$ —отношеніе собственной скорости  $V$  поступательнаго движенія электрона къ только что показанной скорости распространенія свѣта, т.-е.

$$z = \frac{V}{V_0} \dots \dots \dots (5)$$

Вторую же, независимую отъ этой, инерцію (противодѣйствующую ускоренію электрона, а съ нимъ и всякаго заряженнаго тѣла въ направленіи перпендикулярномъ къ его движенію, Абрагамъ называетъ «поперечной электромагнитной массой» электрона  $m_r$  и даетъ для ея опредѣленія формулу

$$m_r = \frac{q^2}{2rV_0^2} \cdot \frac{1}{z^2} \left( \frac{1+z^2}{2z} \operatorname{Ln} \frac{1+z}{1-z} - 1 \right) \dots \dots \dots (6)$$

или, разложивъ и здѣсь  $1/2$  функціи  $z$  въ рядъ:

$$m_r = \frac{q^2}{rV_0^2} \cdot \left( \frac{2}{3} + \frac{4}{3 \cdot 5} z^2 + \frac{6}{5 \cdot 7} z^4 + \right. \\ \left. + \frac{8}{7 \cdot 9} z^6 + \dots \right) \dots \dots \dots (6a)$$

гдѣ значенія буквенныхъ символовъ тѣ же самыя, что и въ предыдущей (4-й) формулѣ <sup>1)</sup>.

Рядовыя формулы (4а) и (6а) удобны для вычисленій при скоростяхъ электроновъ, не превосходящихъ половину скорости свѣта, а логариѳмическія (4) и (6) при бѳльшихъ скоростяхъ, причемъ логариѳмъ  $\operatorname{Ln}$  нужно брать натуральный (или обыкновенный, помноживъ его на модуль  $M_0 = 2,3025851$ ).

Для того, чтобы показать наглядно, какъ возрастаютъ по этимъ формуламъ «продольныя» и «поперечныя» инертности, или массы электрическихъ зарядовъ (при  $q = 1$ ,  $r = 1$  и при  $V_0$  то же принято за единицу скоростей) я вычислилъ здѣсь нѣсколько

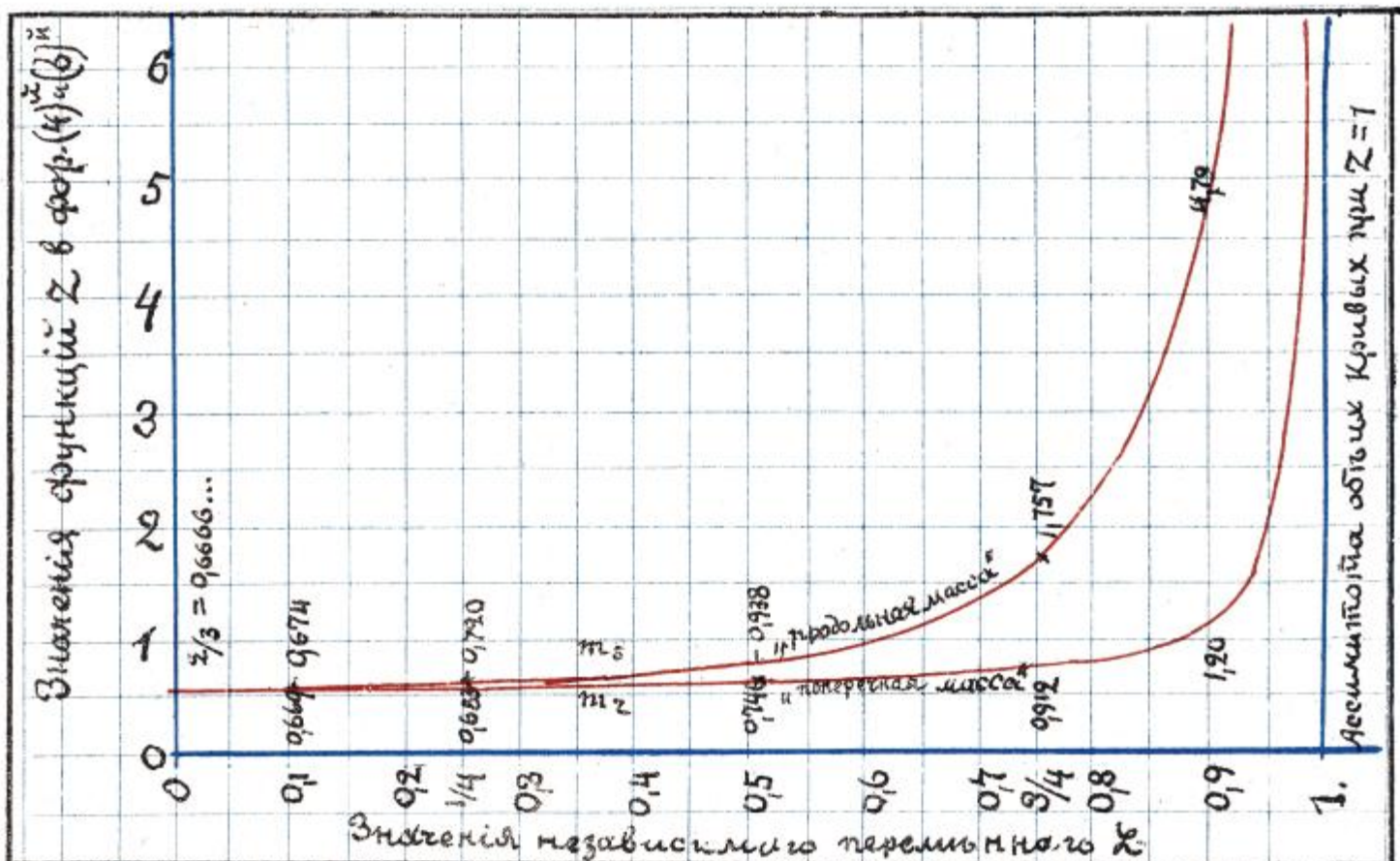
<sup>1)</sup> „Ж. Ф.-Х. Об.“ 34. Ч. Физ. II, 84 форм. 21, b

значеній по этимъ формуламъ и представилъ ихъ на діаграммѣ и табличкѣ III. Читатель видитъ, что «продольныя массы» Абрагама возрастаютъ здѣсь, при увеличеніи скоростей ихъ полета, быстрѣе, чѣмъ «поперечныя», и обѣ принимаютъ *безконечно-болышія* величины, какъ только поступательное движеніе электрона, или всякаго заряженнаго электричествомъ тѣльца, достигаетъ скорости свѣта, т.-е. 300 тысячъ километровъ въ секунду!

Въ такомъ случаѣ, говорятъ намъ эти удивительныя формулы, никакія силы въ природѣ не могли бы не только прибавить скорости несущемуся такъ быстро электрическому заряду, но даже и *убавить ее* (т.-е. дать заряду отрицательное ускореніе). Все далѣе и далѣе летѣло бы даже самое маленькое тѣльце, заряженное электричествомъ, по прямой линіи, ниспровергая на своемъ пути всѣ преграды, холмы и горы, планеты и солнца, ничто не могло бы его удержать, или даже измѣнить направленіе его пути, потому что и «боковая» его инерція была бы также велика, какъ и «продольная»!

Вотъ результаты, которые для современнаго физика являются уже совсѣмъ неожиданными, особенно, если подумать, что «Ньютоніанскія» массы электроновъ, а съ ними и электрическихъ зарядовъ, по толкованію какъ самого Абрагама, такъ и другихъ послѣдователей этой теоріи—только «кажущіяся массы!» Талантливый англійскій физикъ Лоджъ, какъ мы видѣли выше, называетъ эти самые электроны «электрическими дѣхами, лишенными тѣль», а затѣмъ, въ виду условно приписываемой имъ формы сферическихъ оболочекъ, еще сравниваетъ ихъ съ чѣмъ-то въ родѣ невещественныхъ рубашекъ, сорванныхъ съ атомовъ платины, серебра, сѣры, угля и т. д., и носящихся

Таблица III.



Числовые значения для „продольных“ масс  $m_s$  электронов Абрагама и их „поперечных“ масс  $m_z$ , при соответствующих скоростях. Вычислены по формулам: (4) и (6), принимая в них заряд  $q=1$ , радиус электрона  $r=1$ , и считая скорость свѣта равной 300,000 километровъ въ секунду.

При $V =$	$Z =$	$m_s =$	$m_z =$
0,0 км/сек ;	0 ;	$2/3$ ;	$2/3$
$V = 3000$	$Z = 0,01$	$m_s = 0,6667$	$m_z = 0,6666$
$V = 30\ 000$	$Z = 0,1$	$m_s = 0,6747$	$m_z = 0,6693$
$V = 75\ 000$	$Z = 1/4$	$m_s = 0,7205$	$m_z = 0,6834$
$V = 150\ 000$	$Z = 1/2$	$m_s = 0,938$	$m_z = 0,7469$
$V = 225\ 000$	$Z = 3/4$	$m_s = 1,757$	$m_z = 0,9126$
$V = 270\ 000$	$Z = 0,9$	$m_s = 4,79$	$m_z = 1,201$
$V = 300\ 000$	$Z = 1,0$	$m_s = \infty$	$m_z = \infty$

по эвакуированнымъ трубкамъ Крукса, съ головокружительными скоростями.

Такое увлеченіе въ электронной теоріи не можетъ, мнѣ кажется, быть названо имѣющимъ передъ собою широкія перспективы въ будущемъ. А потому необходимо посмотрѣть, нельзя ли дать этимъ двумъ формуламъ Абрагама какое-либо новое истолкованіе, болѣе согласное съ явленіями окружающей насъ природы.

Прежде всего посмотримъ, какъ подтверждаются опытами результаты, получаемые по этимъ формуламъ.

Кауфманъ въ 1901 и 1902 году <sup>1)</sup> занимался изслѣдованіемъ тождественныхъ съ катодными корпускулами (или «электронами» Абрагама) беккерелевыхъ псевдод лучей, т.-е. корпускулярныхъ брызгъ бромистаго радія, и опредѣлилъ для нихъ отношенія несомато ими заряда  $q'$  къ ихъ массамъ  $m$ , при разныхъ скоростяхъ. При этомъ оказалось, что величина  $\frac{q'}{m}$  не постоянна, а уменьшается при возрастаніи скоростей.

Извѣстно, что, по проф. Джону Томсону,

$$\text{при } V = 60 \frac{\text{тыс. кил.}}{\text{сек.}} \dots \dots \frac{q'}{m} = 1,80 \cdot 10^7$$

гдѣ  $q'$  въ электромагнитныхъ единицахъ, а  $m$  въ грамахъ, по Кауфману же:

при $V = 236$	$\frac{\text{тыс. кил.}}{\text{сек.}}$	$\dots \dots \dots$	$\frac{q'}{m} = 1,31 \cdot 10^7$
248	—	$\dots \dots \dots$	1,17 . —
259	—	$\dots \dots \dots$	0,95 . —

<sup>1)</sup> Gött. Nachr. 1901, Heft 2. s. 143; 1902 Heft 5. s. 291; Phys. Zeitsch. 4. 54. Цитирую по реферату въ „Ж. Р. Ф.-Х. Об.“ 34. ч. физ. II. 94, гдѣ въ окончательномъ результатѣ вклялись двѣ опечатки: вмѣсто  $V \cdot 10^{10}$  стоять  $\epsilon \cdot 10^{-10}$ , а вмѣсто  $\frac{\epsilon}{\mu} \cdot 10^{10}$  стоять  $\frac{\epsilon}{\mu} \cdot 10^{-10}$ .

272	—	.....	0,77. —
283	—	.....	0,63. —

Такъ какъ  $q'$  здѣсь взято въ электромагнитныхъ единицахъ, то для приспособленія 2-й колонки этой таблицы къ электростатическимъ единицамъ формуль Абрагама, всѣ цифры лѣваго ряда нужно раздѣлить на скорость свѣта  $3 \cdot 10^{10}$ , и тогда получимъ

	При скорости $V$ въ тысячахъ килом. въ секунду:	Отношеніе зарядовъ корпускулъ къ ихъ массамъ, т.-е. $q/m$ .
По Дж. Томсону:	60 .....	$6 \cdot 10^{-4}$
	236 .....	$4,4 \cdot 10^{-4}$
	248 .....	$3,9 \cdot 10^{-4}$
По Кауфману:	259 .....	$3,2 \cdot 10^{-4}$
	272 .....	$2,6 \cdot 10^{-4}$
	283 .....	$2,1 \cdot 10^{-4}$
По теоріи Абрагама:	300 .....	0.

гдѣ  $q$  зарядъ корпускулъ въ электрическихъ единицахъ, а  $m$  ихъ масса въ граммахъ.

Результаты эти, какъ указываетъ Кауфманъ, находятся въ очень хорошемъ согласіи съ формулой Абрагама для «поперечныхъ» массъ, если принять здѣсь  $m = m_r$  (въ форм. 6 и 6а) въ виду того, что Кауфманъ изслѣдовалъ отношеніе  $\frac{q}{m}$  именно для поперечныхъ уклоненій корпускулъ. Такимъ образомъ формулы Абрагама приходится теперь считать подтвержденными экспериментально, *если разсматривать ихъ съ чисто алгебраической точки зрѣнія.*

Но можно ли вывести отсюда, что эти опыты подтверждаютъ и толкованіе Абрагама о перемѣнности массъ  $m$  у самихъ корпускулъ, испускаемыхъ радио-

активными веществами, и у отождествляемыхъ съ ними Кауфманомъ и Абрагамомъ электронами, какъ атомами электричества? Приходится ли признать, что массы электроновъ возрастаютъ до безконечности, когда скорость ихъ полета достигаетъ скорости распространенія свѣта?

Конечно, ни въ какомъ случаѣ. Взглянувъ на только что приведенную табличку цифръ, читатель можетъ самъ видѣть, что послѣдовательное уменьшеніе отношенія  $\frac{q}{m}$  можетъ зависѣть не только отъ постепеннаго увеличенія массы  $m$  электроновъ при увеличенія скоростей  $V$  ихъ поступательнаго движенія и при постоянствѣ ихъ зарядовъ  $q$ , но и, наоборотъ, отъ послѣдовательнаго *уменьшенія* (или, все равно, самонейтрализаціи) самихъ зарядовъ  $q$  при возрастаніи скоростей корпускулъ при постоянствѣ ихъ массъ  $m$ . Почему же Кауфманомъ выбрано первое предположеніе? Почему *массы* нужно признать, наперекоръ всему, что мы о нихъ знаемъ, легче уничтожимыми, чѣмъ *заряды*? — Потому что въ основу анализа Абрагама была уже положена идея о неуничтожимости электрической энергіи.

Конечно, если бѣ дѣло шло о неуничтожимости энергіи вообще, то это было бы совершенно вѣрно. Но вѣдь заряды  $q$  при возрастаніи скоростей несущихъ ихъ корпускулъ могутъ и не уничтожаться, а постепенно переходить въ новый родъ энергіи, который уже не подвергается отклоняющему дѣйствию употребленныхъ Кауфманомъ скрещенныхъ электрическихъ и магнитныхъ полей, а это совершенно равноцѣнно ихъ уничтоженію въ смыслѣ электрическихъ зарядовъ, и не только не противорѣчитъ закону неуничтожимости массъ, но находится въ полномъ согласіи съ закономъ превращенія энергіи.

Сама первая формула Абрагама (форм. 2-я этой замѣтки) объ уменьшеніи энергіи  $W$  стаціонарныхъ полей у электроновъ при возрастаніи ихъ скоростей не только подтверждаетъ этотъ выводъ, но и наводитъ на него. Электрическій зарядъ корпускулы мы можемъ опредѣлять только по энергіи  $W$  (или константѣ  $GL^2$ ) его стаціонарнаго поля, а потому при всѣхъ условіяхъ, когда энергія (или константа) этого поля падаетъ, намъ будетъ казаться уменьшающимся и самъ зарядъ  $q$ . Онъ уже не будетъ въ прежней степени подвергаться отклоняющему дѣйствию скрещеннаго электрическаго и магнитнаго полей, а въ тотъ моментъ, когда собственная скорость заряда сдѣлается равной скорости свѣта и стаціонарное поле заряда пропадетъ (какъ указываетъ эта формула), и онъ совсѣмъ не будетъ отклоняться въ скрещенныхъ поляхъ Кауфмана. Тогда наблюдателю стоящему а priori на точкѣ зрѣнія нетрансформируемости электрическаго поля зарядовъ при возрастаніи его поступательныхъ скоростей, дѣйствительно, будетъ казаться, какъ будто его масса и инерція возросла до безконечности. Но это будетъ лишь недоразумѣніе.

Значитъ, изъ двухъ возможныхъ причинъ уменьшенія отношенія  $\frac{q}{m}$  при возрастаніи скоростей корпускулъ, мы можемъ признать только одну: послѣдовательную трансформацию ихъ электрической энергіи въ новый родъ энергіи, при чемъ при скоростяхъ около 300 тысячъ километровъ въ секунду, эта трансформациа дѣлается полной.

Сами формулы Абрагама покажутъ намъ и законъ этой трансформации, какъ только мы примемъ въ нихъ массы  $m_s$  и  $m_r$  за одну и ту же неизмѣнную массу  $m$  и будемъ опредѣлять по нимъ величины зарядовъ  $q$ ,

или вѣрнѣе, константы  $Q$  ихъ стационарныхъ полей, потому что заряды  $q$  и до сихъ поръ считаются изомерными съ этими константами, представляющими въ электростатическихъ единицахъ ни что иное, какъ произведенія ускоренія  $g$  въ данной точкѣ стационарнаго электрическаго поля на квадратъ разстоянія  $L$  этой точки отъ центра электрическаго заряда, условно предполагаемаго въ видѣ сферической оболочки, т.-е.

$$q = Q = GL^2 \dots \dots \dots (7)$$

Эти константы очевидно будутъ не скаляры (т.-е. физическіе факторы, не измѣняющіе своей величины отъ направленія, въ родѣ массъ), а тензоры, величина которыхъ можетъ быть различна по различнымъ направленіямъ того же самаго поля. Поэтому здѣсь будетъ совершенно естественнымъ и представленіе о «продольной» константѣ  $Q_s$  стационарнаго поля электрона и о «поперечной» константѣ  $Q_r$ , тогда какъ въ примѣненіи къ массамъ уже одни эти термины звучатъ дико.

Въ такомъ случаѣ замѣнивъ черезъ  $Q_s$  заряды  $q$  въ формулахъ (4) и (4а), помѣщенныхъ нѣсколько страницъ выше, мы получимъ:

$$Q_s^2 = m \cdot r \cdot V_0^2 \cdot 2z^2 \left( \frac{2}{1-z^2} - \frac{1}{z} \operatorname{Ln} \frac{1+z}{1-z} \right)^{-1} \dots (8)$$

и

$$Q_s^2 = m \cdot r \cdot V_0^2 \cdot \left( \frac{2}{3} + \frac{4}{5}z^2 + \frac{6}{7}z^4 + \frac{8}{9}z^6 + \dots \right)^{-1} \dots (8a)$$

а сдѣлавъ то же съ формулами (6) и (6а) найдемъ:

$$Q_r^2 = m \cdot r \cdot V_0^2 \cdot 2z \left( \frac{1+z^2}{2z} \operatorname{Ln} \frac{1+z}{1-z} - 1 \right)^{-1} \dots (9)$$

и



$$Q_r^2 = m \cdot r \cdot V_0^2 \left( \frac{2}{3} + \frac{4}{3 \cdot 5} z^2 + \frac{6}{5 \cdot 7} z^4 + \right. \\ \left. + \frac{8}{7 \cdot 9} z^6 + \dots \right) \dots \dots \quad (9a)$$

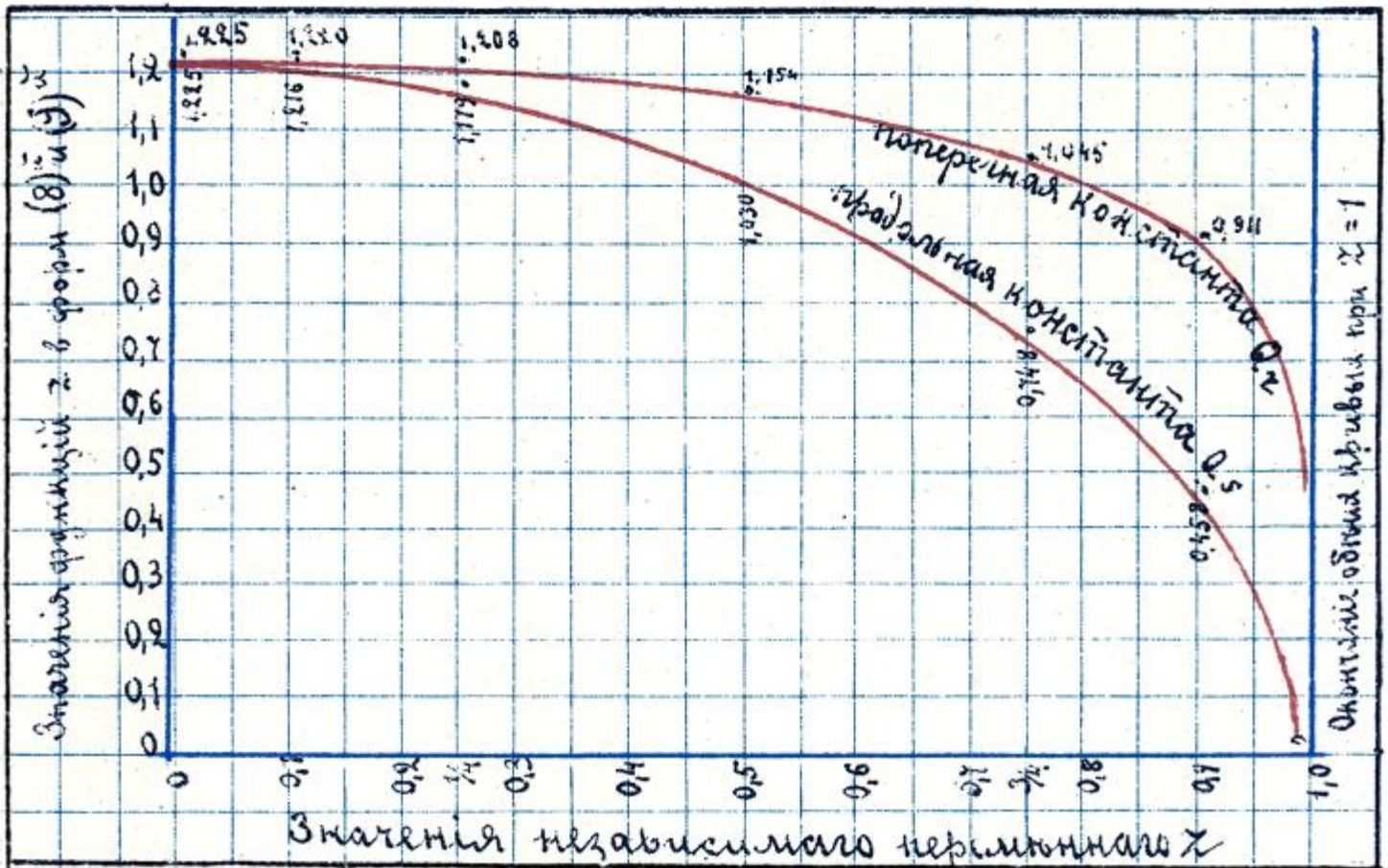
Значенія терминовъ второй части этихъ формуль уже объяснены при формулахъ (4a) и (2). Кроме того, для изотезичности обѣихъ частей этихъ равенствъ, вторья ихъ части слѣдовало бы еще помножить на комплексъ  $\left[ \frac{1/2 V_x^2 L_x}{m_x} \right]$ , значеніе котораго объяснено уже выше при форм. 2-й. Но этотъ множитель здѣсь выброшенъ, такъ какъ онъ предполагается при данныхъ условіяхъ постояннымъ и равнымъ единицѣ <sup>1)</sup>).

Для того, чтобъ показать наглядно, какъ уменьшаются эти «продольныя» (т.-е. взятая по направленію полета заряда) константы  $Q_s$  стаціонарныхъ силовыхъ полей у корпускулъ и перпендикулярныя къ нимъ «поперечныя» константы  $Q_r$  этихъ полей, я вычислилъ по нѣскольку ихъ значеній и представилъ ихъ на діаграммѣ и табличкѣ IV-й.

Если читатель сравнитъ теперь эти діаграммы съ діаграммой II-й, гдѣ я вычертилъ кривую энергіи стаціонарнаго поля электроновъ, то онъ, конечно сразу увидитъ ихъ полное согласіе. Подобно тому, какъ энергія стаціонарнаго поля электроновъ падаетъ на діаграммѣ II-й дугою внизъ, такъ точно падаютъ и обѣ

1) По лучшимъ изъ современныхъ опредѣленій, масса  $m$  корпускулъ въ 1800 разъ меньше массы водороднаго атома, а слѣдовательно, не болѣе  $10^{-26}$  доли грамма. Радиусъ же  $r$  сферическаго поверхностнаго заряда, эквивалентнаго заряду корпускулъ опредѣляется, около  $10^{-13}$  доли сантиметра. Тогда найдемъ по всѣмъ только что приведеннымъ формуламъ, что константы  $Q_r$  и  $Q_s$  ихъ полей отталяиванія будутъ: при  $V=0$ ;  $Q_s = Q_r = = 1,225 \sqrt{10^{-26} \cdot 10^{-13} \cdot (3 \cdot 10^{10})^2} = 1,2 \dots \sqrt{10^{-39} \cdot 3 \cdot 10^{10}} = 1,2 \cdot 3 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{10} = 1,1 \cdot 10^{-10}$  долѣ электростатической единицы. По измѣреніямъ же Джона Томсона  $Q = 3,1 \cdot 10^{-10}$  электрост. един.

Таблица IV.



Числовые значения для „продольных“ констант  $Q_s$  собственных стационарных полей у электрических зарядов, а также „поперечных“ констант  $Q_z$  этих же полей.

Вычислены по формулам (8-й) и (9-й), считая в них массу  $m$  заряда = 1, радиус  $r$  сферы его распределения = 1 и принимая скорость света равной 300,000 километров в секунду.

при $V = 0$ км/сек.;	$z = 0$ ;	$Q_s = 1,225$ ;	$Q_z = 1,225$
- $V = 30\,000$ -	$z = 0,1$ ;	$Q_s = 1,216$ ;	$Q_z = 1,220$
- $V = 75\,000$ -	$z = 1/4$ ;	$Q_s = 1,179$ ;	$Q_z = 1,208$
- $V = 150\,000$ -	$z = 1/2$ ;	$Q_s = 1,030$ ;	$Q_z = 1,157$
- $V = 225\,000$ -	$z = 3/4$ ;	$Q_s = 0,748$ ;	$Q_z = 1,044$
- $V = 270\,000$ -	$z = 0,9$ ;	$Q_s = 0,458$ ;	$Q_z = 0,911$
- $V = 300\,000$ -	$z = 1,0$ ;	$Q_s = 0,000$ ;	$Q_z = 0,000$

приводимыя на послѣдней діаграммѣ константы  $Q$  того же самаго стаціонарнаго поля. И это соотвѣтствіе совершенно понятно и логически необходимо.

Итакъ, всѣ три формулы Абрагама выведены вѣрно, а невѣрно лишь ихъ истолкованіе, основанное на смѣшеніи массъ зарядовъ съ константами ихъ стаціонарныхъ полей. Не массы корпускулъ увеличиваются до безконечности при возрастаніи скоростей ихъ поступательнаго движенія до скорости свѣта, а, наоборотъ, константы  $Q$  ихъ стаціонарныхъ полей уменьшаются при этомъ, начиная отъ ихъ нормальной величины (опредѣляемой при неподвижномъ состояніи корпускулы) до нуля, когда ея скорость достигаетъ скорости свѣта.

Законъ сохраненія массъ остается и теперь не поколебленнымъ. Поколебался только методъ опредѣленія величины зарядовъ или *количества электричества* по константамъ ихъ электрическихъ полей, а вмѣстѣ съ нимъ и совершенно аналогичный методъ опредѣленія массъ свѣтилъ по константамъ ихъ полей притяженія въ астрономіи. Объ опасности такихъ опредѣленій я уже достаточно говорилъ въ другой своей работѣ: «Основы Качественнаго Физико-Математическаго Анализа и новые физическіе факторы, присутствіе которыхъ онъ обнаруживаетъ въ силѣ тяготѣнія, дѣйствіяхъ электрической энергіи и другихъ явленіяхъ природы» <sup>1)</sup>.

Дѣйствительно, что такое константа какого-либо поля притяженія или отталкиванія? Въ «Основахъ Качественнаго Физико-Математическаго Анализа» я показалъ, согласно и съ прежними опредѣленіями, на которые не обращаютъ до сихъ поръ должнаго вниманія, что ея функціональный составъ (или, какъ обыкновенно называютъ, *размѣръ*) есть:

<sup>1)</sup> Приготавливается къ печати.

$$Q = GL^2 = \frac{1}{2} V^2 L \dots \dots \dots (10)$$

т.-е. константа  $Q$  всякаго силового поля въ пространствѣ трехъ измѣреній прямо пропорціональна: величинѣ ускорительнаго воздѣйствія  $G$  въ данной точкѣ этого поля и квадрату разстоянія  $L$  этой точки отъ центра поля.

Анализъ показываетъ, что только для неподвижныхъ сферическихъ и концентрически однородныхъ тѣлъ (или зарядовъ) и въ изотропной средѣ константа эта имѣетъ одинаковое числовое значеніе по всѣмъ направленіямъ. Во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ она мѣняется съ направленіемъ, а слѣдовательно, константа силового поля есть то, что по номенклатурѣ Гамильтона называется *тензоромъ*. Массы же, какъ количества вещества (какого бы рода онѣ ни были, и принадлежатъ ли онѣ скопленіямъ электрической, или калорической, или какой угодно другой энергіи) не измѣняютъ своей величины, а, повидимому, также и своей инерціи, въ зависимости отъ направленія и потому называются *скалярами*.

Отсюда ясно, что считать константу поля  $Q$  безусловнымъ опредѣлителемъ массы  $M$  вызвавшаго ее скопленія какой-либо энергіи невозможно. Всегда необходима оговорка, что пропорціональность между массой  $M$  изслѣдуемаго скопленія физической энергіи и константой  $Q$  ея поля, можетъ существовать лишь въ томъ случаѣ, когда мы беремъ  $Q$  по строго опредѣленному направленію и при томъ еще при строго опредѣленныхъ другихъ условіяхъ.

Въ «Качественномъ Физико-Математическомъ Анализѣ» я показалъ и эти условія. Необходимо, между прочимъ, чтобы массы  $m$  атомовъ даннаго скопленія энергіи, или ихъ комплексовъ, дѣйствующихъ при обра-

зованіи поля, какъ одно цѣлое, оставались все время постоянными, т.-е. чтобы не мѣнялась раздробленность вещества по отношенію къ силамъ, возникшимъ въ данномъ полѣ. Необходимо, кромѣ того, чтобы полу-квадраты нѣкоторыхъ вибраціонныхъ скоростей  $V_x$  этихъ элементарныхъ, по отношенію къ силамъ даннаго поля массъ, и ихъ амплитуды  $L_x$  тоже были постоянны, а въ томъ случаѣ если этого нѣтъ, то чтобы не измѣнялась величина ихъ функціи:

$$\left[ \frac{m}{1/2 V_x^2 L_x} \right]$$

Эта неизмѣнность и символизируется угловатыми скобками.

Такимъ образомъ всякій разъ, когда мы опредѣляемъ массу  $M$  какого-либо скопленія физической энергіи по константѣ  $Q$  ея поля мы должны обязательно писать:

$$M = \left[ \frac{m}{1/2 V_x^2 L_x} \right] Q$$

и никогда не забывать, что, кромѣ того, константа  $Q$  должна быть взята лишь по одному какому-либо разъ навсегда опредѣленному направленію.

Иначе вы легко придете къ такимъ неожиданностямъ <sup>1)</sup>, какъ, на примѣръ, выводъ, что масса есть не что иное, какъ произведеніе какой-то скорости безъ массы на какое-то разстояніе между двумя невещественными точками въ пространствѣ, т.-е.

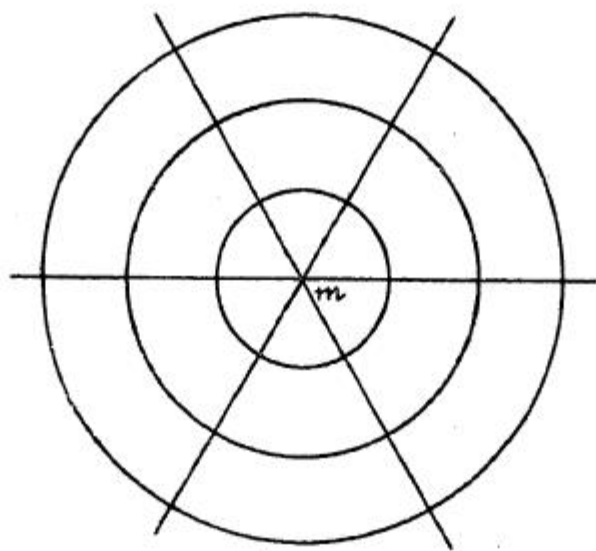
$$M = V^2 L!$$

Для даннаго же случая, т.-е. для яснаго пониманія послѣдовательныхъ измѣненій продольной  $Q_s$  и поперечной  $Q_r$  константъ стаціонарнаго поля электро-

<sup>1)</sup> См. мои „Основы Кач. Физ.-Математ. Анализа“, послѣднія главы 1-го тома.

новъ, необходимо только всегда имѣть въ виду слѣдующій фактъ.

Пока зарядъ электричества неподвиженъ по отношенію къ окружающей его ээирной средѣ, пока онъ можетъ быть признанъ за сферическій, а окружающая его среда за изотропную, онъ будетъ посылать во всѣ стороны равновеликіе импульсы и вызоветъ ими во-кругъ себя поле, способное отталкивать всякій одноименный зарядъ и притягивать разноименный. Эти импульсы будутъ слѣдовать другъ за другомъ на равныхъ промежуткахъ, ослабѣвая въ своей интенсивности пропорціоально квадратамъ разстояній отъ центра заряда. Если поле не искажено вліяніями постороннихъ зарядовъ, оно получитъ совершенно правильный видъ: его силовыя линіи фиг. 3 будутъ радіальны, а



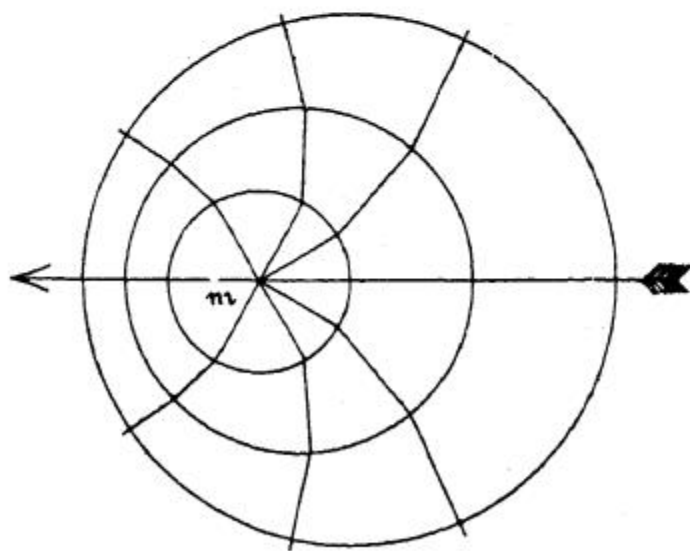
Фиг. 3

уровни равнаго дѣйствія наложатся другъ на друга въ видѣ правильныхъ сферическихъ оболочекъ, концентрическихъ другъ съ другомъ.

Но, очевидно, это будетъ только при неподвижности заряда въ окружающей его средѣ ээира. Дѣйствительно, мы знаемъ, что силовыя импульсы не только электрическихъ полей, но даже и полей тяго-

тѣнія распространяются въ средѣ не съ безконечными скоростями, а (какъ это доказано давно для электрическихъ полей) со скоростью распространения свѣта. Отсюда видно, что уже простое движеніе заряда нарушитъ правильность поля. Допустимъ, на примѣръ, что масса заряда движется въ средѣ со скоростью свѣта. Тогда, по направленію движенія, не будетъ распространяться вдаль никакихъ импульсовъ, а слѣдовательно, не будетъ и поля въ этомъ направленіи, какъ и показываютъ, приспособленные нами къ этому случаю формулы Абрагама 8-я и 9-я, и изображеніе ихъ функціи на діаграммѣ IV-й. Точно такъ же и вспять не будетъ передаваться въ этомъ случаѣ отталкивательныхъ импульсовъ, потому что скорость поступательнаго движенія впередъ будетъ уравнивать попятную скорость полеобразующихъ вибраціонныхъ движеній у электроновъ заряда. Всѣ импульсы расположатся въ видѣ одной или нѣсколькихъ коническихъ волнъ въ родѣ тѣхъ, какія сопровождаютъ движеніе въ воздухѣ летящаго конического ядра.

При скоростяхъ же, меньшихъ чѣмъ скорость свѣта, полеобразующіе импульсы пойдутъ по всѣмъ напра-



Фиг. 4

вленіямъ, но напряженіе ихъ и скорость удаленія отъ заряда будутъ неравномѣрны по различнымъ напра-

вленіямъ. Такъ, при скорости заряда, равной  $\frac{1}{2}$  скорости свѣта, поле приметъ видъ, показанный на фиг. 4-й. Тѣснота круговыхъ линій спереди показываетъ, что здѣсь толчки впередъ имѣютъ болѣе сильное напряженіе, чѣмъ толчки назадъ, потому что къ первымъ присоединяется, а изъ вторыхъ вычитается, скорость поступательнаго движенія заряда. Однако изъ этого нельзя еще заключить, что отталкивательныя силы поля будутъ въ переднемъ направленіи значительнѣе: онѣ обусловливаются, повидимому, взаимодействіемъ на среду какъ прямыхъ, такъ и обратныхъ движеній электроновъ, и оба движенія одинаково необходимы. Въ такомъ случаѣ константы поля  $Q$  будутъ значительнѣе въ поперечныхъ направленіяхъ къ движенію заряда <sup>1)</sup>, какъ это и выходитъ на основаніи формулъ 8-й и 9-й.

Итакъ корпускулы, летающія въ трубкахъ Крукса и выбрасываемыя изъ состава своихъ атомомъ радирующими веществами, обладаютъ неизмѣнными массами, около 1800 разъ меньшими, чѣмъ атомъ водорода, какъ это показалъ проф. Дж. Томсонъ. Но электрическія поля ихъ переменны, форма, величина и остальные характерныя особенности этихъ полей зависятъ какъ отъ скоростей движенія самихъ корпускулъ, такъ и отъ свойствъ окружающей ихъ среды.

Представляютъ ли корпускулы дѣйствительно атомы электричества, или ихъ химическое соединеніе съ атомами особаго вещества, въ родѣ водорода, но въ 1800 разъ болѣе легкаго, это, конечно, еще открытый вопросъ. Но, въ общемъ, послѣднее предположеніе болѣе вѣроятно.

<sup>1)</sup> Было бы интересно прослѣдить, не можетъ ли быть объяснена эллиптичность орбитъ планетъ поступательнымъ движеніемъ солнца.



#### IV.

## ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

---

Въ какомъ же отношеніи находится *фактическая* часть современной корпускулярной теоріи къ тѣмъ взглядамъ на строеніе вещества, которые изложены въ «Періодическихъ Системахъ»? Отвѣтъ на это ясенъ для того, кто прочелъ со вниманіемъ мою книгу. Корпускулярная теорія старается вести расчлененіе вещества далѣе того пункта, на которомъ я остановился въ «Періодическихъ Системахъ», однако всѣ результаты, къ которымъ я пришелъ, остаются и останутся необходимыми ступенями разложенія.

Даже и въ тѣ времена, когда разложеніе веществъ будетъ не только теоретически, но и лабораторно доведено до превращенія ихъ въ электроны, или въ атомыкулы самого эѳира, фактическое существованіе кальція, кислорода, углерода, алюминія и другихъ металловъ и металлоидовъ будетъ оставаться непоколебленнымъ, какъ первая ступень разложенія глины, известняковъ и другихъ окружающихъ насъ сложныхъ веществъ. Точно такъ же останется непоколебленнымъ и второй шагъ: разложимость самихъ металловъ и металлоидовъ на полуатомы гелія  $x$ , структурный водородъ  $h$ , и атомыкулы  $Z$  связующаго элемента атомовъ, какъ это показано въ «Періодическихъ Системахъ».

Состоять ли эти три болѣе первоначальныя вещества прямо изъ извѣстнаго числа *электронныхъ паръ*, въ родѣ того, какъ это предполагаютъ современные сторонники электронной теоріи, уподобляя ихъ «звѣзднымъ системамъ», или, какъ я думаю, они расчлѣняются еще на рядъ промежуточныхъ группировокъ первоначальнаго вещества (подобно тому, какъ зданія состоятъ изъ кирпичей, кирпичи изъ крупинокъ песка и глины, сами крупинки изъ молекулъ, а молекулы изъ атомовъ),—это все равно. Индивидуумы  $x$ ,  $h$  и  $Z$  должны реально существовать въ природѣ, какъ послѣдняя ступень осложненныхъ первичныхъ единицъ, изъ которыхъ построены атомы тѣхъ металловъ и металлоидовъ, которые мы опредѣлили именемъ *археогелидовъ*.

О корпускулярной теоріи ничего не сказано въ моей книгѣ, потому что эта теорія возникла уже послѣ того, какъ были окончательно написаны «Періодическія Системы». Но въ приложеніи I, «*Явленія радиоактивности*», составленномъ подѣ первымъ впечатлѣніемъ только что дошедшихъ до меня фактовъ, этотъ предметъ развитъ довольно подробно, и я не вижу, чтобы послѣдующія открытія могли въ чемъ-нибудь измѣнить эти взгляды на природу корпускулъ и электроновъ.

Итакъ, сама жизнь и практическая наука поставила теперь на очередь тотъ вопросъ, который нѣсколько лѣтъ тому назадъ казался многимъ настолько неумѣстнымъ, что я боялся, какъ бы мое введеніе электрическихъ зарядовъ— $Kt$  и  $An$ —въ структуры атомовъ не скомпрометировало въ глазахъ современныхъ химиковъ и остальной части моей книги.

Вмѣстѣ съ тѣмъ припоминаются теперь и мнѣнія многихъ извѣстныхъ ученыхъ по поводу сложности

атомовъ у металловъ и металлоидовъ, на которыя такъ мало обращали вниманія въ свое время.

«Изъ комбинаціи различныхъ количествъ двухъ или трехъ веществъ, говорилъ въ одной изъ своихъ лекцій Гемфри Деви еще въ 1809 году, мы могли бы создать все разнообразіе веществъ».

«Было бы напрасно, говорилъ онъ въ 1811 г., стараться предвидѣть всѣ послѣдствія такого прогресса въ химіи, какъ разложеніе и синтезъ металловъ... Долгъ каждаго химика быть настойчивымъ въ своихъ изслѣдованіяхъ. Онъ не долженъ считать безразсуднымъ то, что не согласуется съ общепринятымъ мнѣніемъ... Изслѣдовать, могутъ ли металлы быть разложенными и синтезированными, есть великая проблема истинной философіи».

«Мы начинаемъ нетерпѣливо ждать новаго направленія въ представленіи о химическихъ элементахъ, писалъ Фарадей въ срединѣ XIX вѣка. Разложить металлы, преобразовать ихъ и осуществить, такимъ образомъ, идею о превращеніи веществъ, считавшуюся нѣкогда абсурдной, — это задача настоящаго времени, рѣшить которую обязанъ химикъ».

Пожелаемъ же отъ всего сердца, чтобъ эта великая проблема была, наконецъ, разрѣшена учеными тѣхъ странъ, гдѣ больше простора для развитія научной мысли.

Шлиссельбургская крѣпость 25 февраля 1904 г.

## Замѣченныя опечатки.

		<i>Напечатано.</i>	<i>Нужно читать.</i>
Стр. 26	строка 3	<i>Пропущено</i>	таблица 9.
„ 27	„ 5	Р	Ч
„ 30	„ 4	<i>пропущено</i>	таблица 10.
„ 31	„ 5	„	„ 11.
„ 177	„ 17	„	„ 34.
„ 205	„ вкладная	таблица 9.	„ 39.

# Николай Морозовъ.

Имѣются въ продажѣ:

**Періодическія системы строенія вещества.** Теорія возникновенія современныхъ химическихъ элементовъ. Изданіе И. Д. Сытина. Москва. 1907 г. Ц. **3** руб. Въ переплетѣ **3** руб. **60** коп.

**Изъ Стѣнъ Неволи.** Шлиссельбургскія и другія стихотворенія. Съ рисункомъ профес. И. Е. Рѣпина и портретомъ автора съ картины художника Я. А. Чахрова. Изданіе Н. Е. Парамонова „Донская Рѣчь“. Петербургъ. 1906 г. Ц. **25** коп.

Печатаются:

**Откровеніе въ Грозѣ и Бурѣ.** Апокалипсисъ съ астрономической точки зрѣнія.

**Въ Началѣ Жизни.** Изъ воспоминаній шлиссельбургскаго заключеннаго.

---

# Приложение к „Периодическим системам“.

Каковы должны быть внутренняя структура атомов у современных элементов в плоской развертке, допуская, что их веса (и массы) нам известны с точностью до дробных долей единицы.  
(Объяснение в главах: IX, X и XI этой книги).

Строка 1 <sup>я</sup> и 2 <sup>я</sup>	Строка 3 <sup>я</sup> и 4 <sup>я</sup>	Строка 5 <sup>я</sup> и 6 <sup>я</sup>	Строка 7 <sup>я</sup> и 8 <sup>я</sup>	Строка 9 <sup>я</sup> и 10 <sup>я</sup>	Строка 11 <sup>я</sup> и 12 <sup>я</sup>
<p>Li=7 Be=9 B=11 C=12 N=14 O=16 F=19 Ne=20</p>	<p>Na=23 Mg=24 Al=27 Si=28 P=31 S=32 Cl=35 Ar=40</p>	<p>K=39 Ca=40 Sc=43? Ti=48 V=51 Cr=52 Mn=55 Fe=56 Co=59 Ni=58 Cu=64 Zn=66 Ga=70 Ge=72 As=75 Se=79 Br=80 Kr=84?</p>	<p>Rb=85 Sr=88 Y=89 Zr=90 Nb=93 Mo=96 Tc=99 Ru=102 Rh=103 Pd=106 Ag=108 Cd=112 In=114 Sn=118 Sb=120 Te=127 I=127 Xe=130</p>	<p>Cs=133 Ba=136 La=135? Ce=136? Pr=139 Ce?=140 Nd?=143 Pm=146? Sm=149 Ce?=150 Pm=156 Eu=158 Tm=160 Er=166 Tm=168? Yb=170? Lu=174</p>	<p>Fr=175? Ra=176 Ac=175? Th=180 Pa=183 U=184 Np=187 Pu=190? Am=193 Cm=194 Bk=198 Cf=200 Es=204 Fm=207 Md=208 No=214? Lr=216? No=218</p>

Не укомплектованные ок-татки негетнозвенных представителей

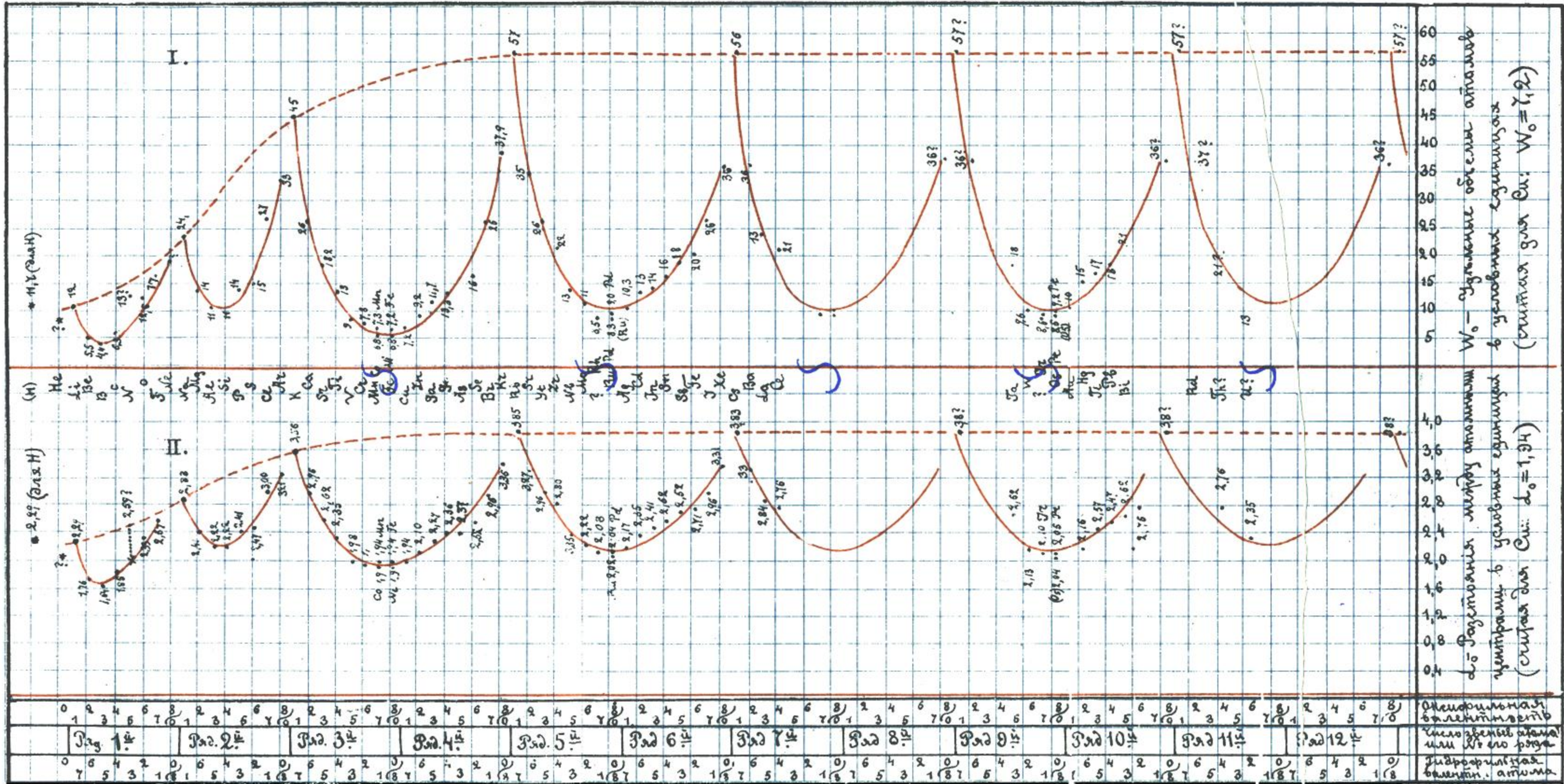
Укомплектованные ок-татки негетнозвенных строк. В ок-татке символы обозначения

### Обозначения для компонентов интра-атомных цепей:

- Больше первичное, чем атомы современных элементов, анонизирующиеся при электролизе, восьми-валентное вещество с „атомическим“ весом = 4. Оно играет роль углерода в интраатомных цепях современных элементов, когда представим их сложными аналогично молекулам углеводородных радикалов.
- — Больше первичное катионирующееся при электролизе двувалентное вещество с „атомическим“ весом = 2 (получаю гелия, считая He = x::x).
- — Вещество с одним катионирующимся (-) пунктом „атомическим“ весом = 1. По видимому, это водород, это водород, это водород, про что вошедший во внутреннюю звена интраатомных цепей у элементов периодической системы уже послужит их образованию из Z и x. Сам водород не принадлежит к этой системе, а относится к тому же порядку больше первичных элементов как Z и x.
- Li — Анониый элементарный заряд электричества (анод), обуславливающий своим числом при атомѣ его валентность по водороду и щелочным металлам.
- Kt — Катионный элементарный заряд электричества (катод), обуславливающий своим числом при атомѣ его валентность по галодам и их заместителям. Считав „атомическим“ веса Z, x и h в данной структуре, получаем атомный вес обозначаемого (e) элемента периодической системы. Считав же число Kt (веса которого близок к нулю), получаем обычную нормальную валентность данного элемента по галодам и их заместителям. Считав же число Ap, имеем точно также количество кристаллизационной воды (по 2 Ap на молекулу H<sub>2</sub>O), воспринимасмой данным элементом в солях, а также его действительную валентность по водороду и его заместителям — металлам.

Атомы с четным числом первичных звеньев (четные строки периодической системы)      Атомы с четным числом внутренних звеньев (четные строки системы)

Таблица I.

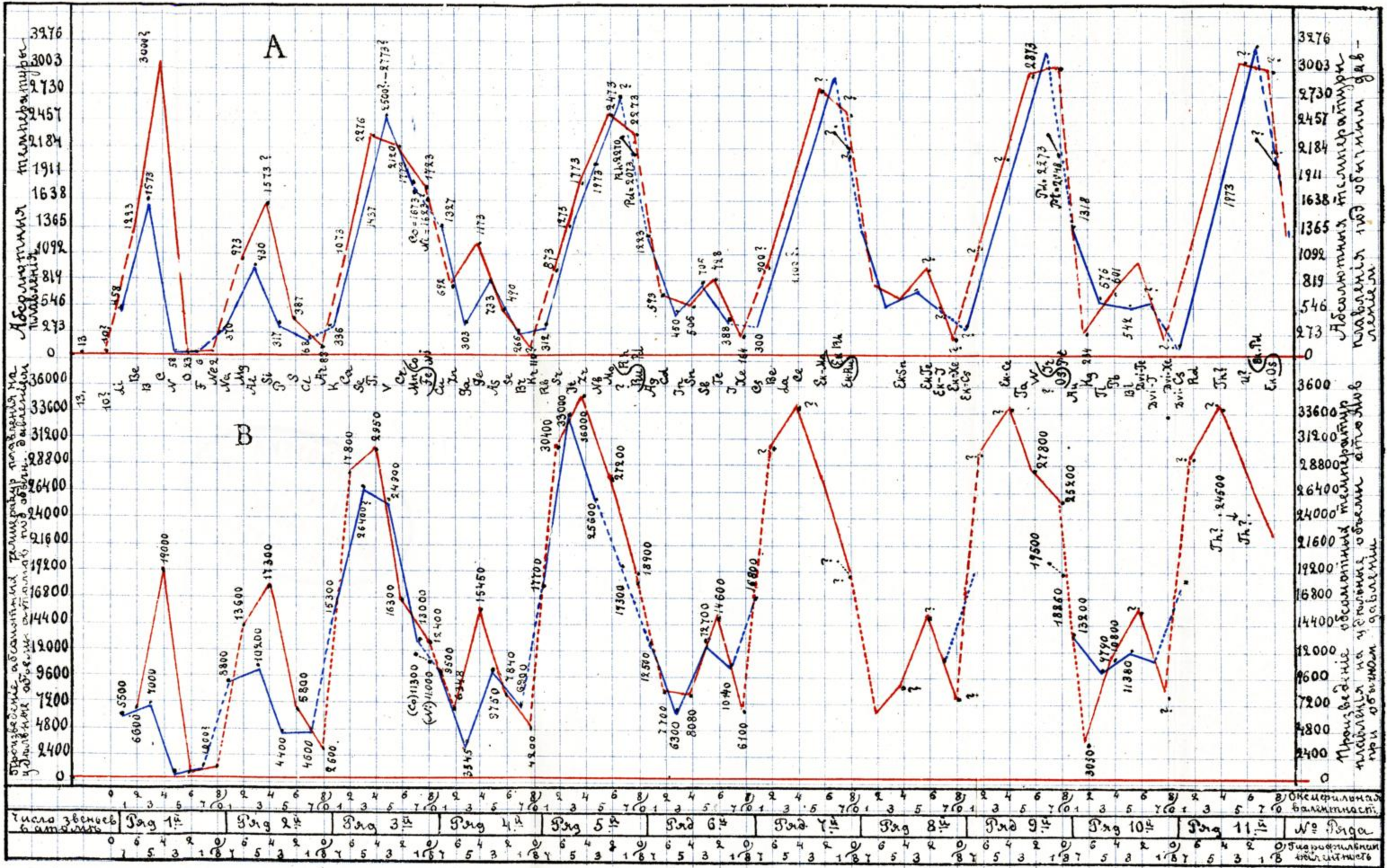


I. — Диаграмма удельных объемов атомов у современных элементарных тел, взятых в твердом или жидком состоянии.

II. — Диаграмма расстояний между атомными центрами у тех же твердых или жидких тел.

Точки обозначают величины, даваемые опытом. Красные сплошные линии — геометрические кривые, около которых ложатся эти величины.

Таблица II.



А — Диаграмма абсолютных температур плавления, если соединить особыми линиями как четновалентные, так и нечетновалентные элементарные тела.  
 В — Диаграмма произведения абсолютных температур плавления на удельные объемы атомов (на паевые объемы), построенная по тем же правилам.