

СИСТЕМА
ХИМИЧЕСКИХЪ
ЭЛЕМЕНТОВЪ.

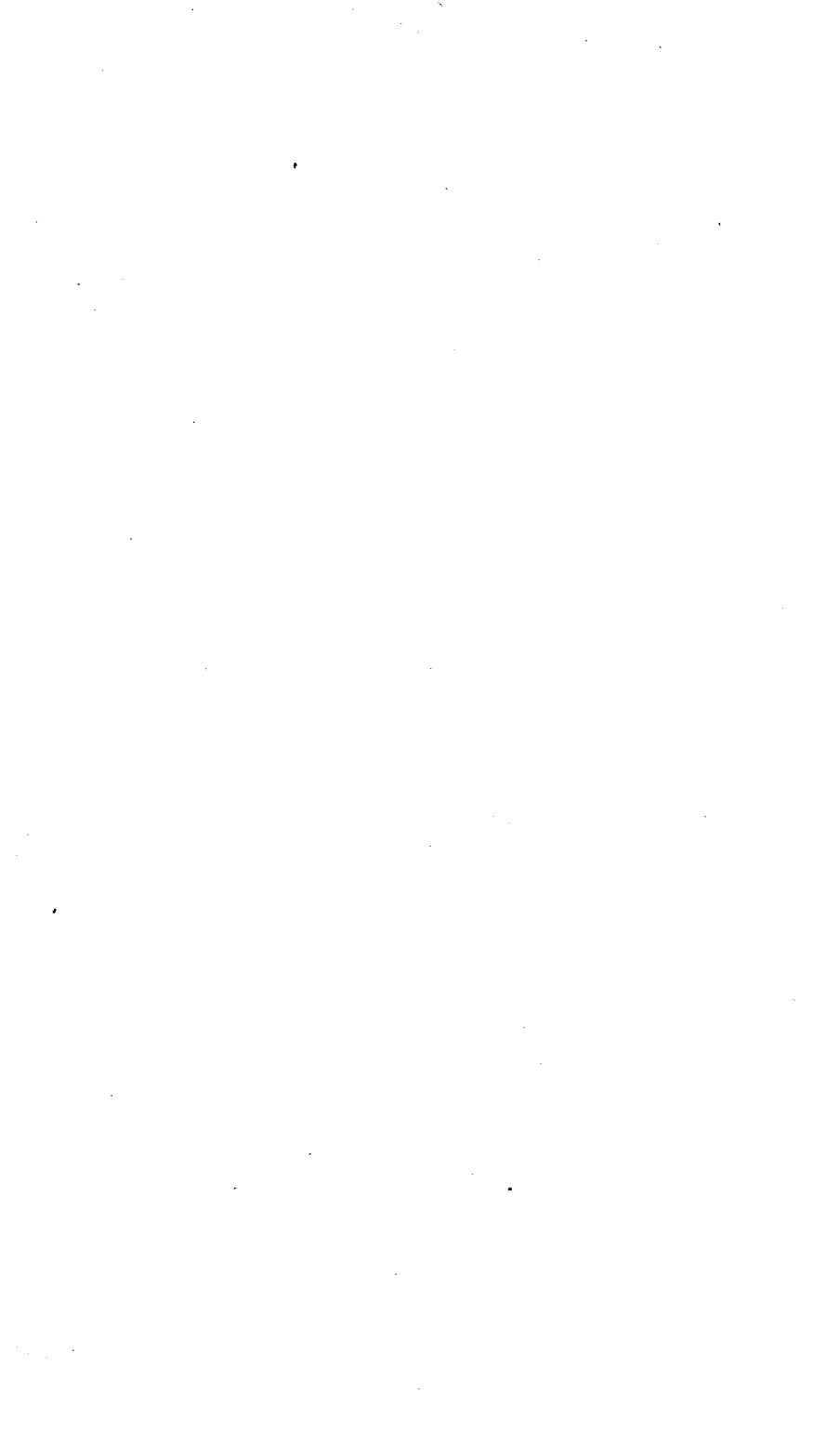
Б. Н. Чичерина.

II.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Тип. В. Демакова. Новый пер., 7.
1889.





СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХЪ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ГЛАВА IV ¹⁾.

Строеніе законченнаго ядра.

Второй циклъ содержитъ въ себѣ, также какъ первый, семь элементовъ: натрій, магній, алюминій, силицій или кремній, фосфоръ, сѣру и хлоръ. Ихъ атомистическій вѣсъ и ихъ плотность опредѣлены опытомъ. Изъ плотности, путемъ вычисленія, выводятся единичный и совокупный объемы, потеря и сила сдѣпленія. Числовыя данныя суть слѣдующія:

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
<i>m</i>	23	23,94	27,04	28	30,96	31,98	35,37
<i>d</i>	0,97(0,98)	1,74	2,56	2,49	2,3	2,04	1,38
<i>v</i>	1,03	0,5747	0,392	0,4	0,0436	0,49	0,7237
<i>vm</i>	23,7	13,75	10,6	11,2	13,5	15,676	25,6
<i>p</i>	0,97	1,4253	1,608	1,6	1,564	1,51	1,2763
<i>f</i>	0,42175	0,059532	0,059467	0,0571	0,0505	0,0472	0,036

Замѣтимъ однако, что удѣльный вѣсъ фосфора различенъ для различныхъ его видоизмѣненій. Плотность желтаго фосфора равна 1,84; плотность краснаго, приготовленнаго при 260°, равна 2,15; плотность же краснаго, приготовленнаго при 580° и выше, который и есть металлическій фосфоръ, доходитъ до 2,34 (Менделѣевъ: Основы химіи, стр. 816). Въ таблицѣ поставлена величина, показанная у Лотара Майера. Точно также и плотность сѣры въ видѣ ромбическихъ октаэдровъ колеблется между 2,045 и 2,066, а въ видѣ призматическихъ кристалловъ удѣльный вѣсъ ея равняется 1,93 (Основы химіи, стр. 874, 5). Что же касается до хлора, то плотность его опредѣлена въ жидкомъ видѣ, изъ чего можно заключить, что въ твердомъ она должна быть нѣсколько выше. Къ тому же заключенію приводитъ насъ вычисленіе периферической

¹⁾ См. журналъ Физико-Химическаго Общества, 1888 г. Вып. 3 и 7.

скорости атома хлора, которая оказывается нѣсколько ниже периферической скорости атома сѣры, между тѣмъ какъ хлоръ, будучи постояннымъ газомъ, повидимому, долженъ бы былъ имѣть ббльшую периферическую скорость, нежели сѣра, которая есть твердое тѣло. Вычисленіе даетъ слѣдующія цифры для периферической и угловой скорости всѣхъ элементовъ втораго цикла:

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K
<i>n</i>	1,3212	1,4553	1,4806	1,4901	1,5199	1,5311	1,5270	1,3616
ω	0,745	0,9793	1,086	1,0745	1,0290	0,9862	0,8354	0,6153

Мы видимъ, что и тутъ угловая скорость достигаетъ высшаго своего размѣра на точкѣ наибольшей плотности, то есть, въ алюминіи; периферическая же скорость идетъ все возрастая до сѣры, послѣ чего начинаетъ понижаться. Такое несоотвѣтствіе съ тѣмъ, что мы нашли въ первомъ циклѣ, тѣмъ болѣе поразительно, что въ дальнѣйшихъ циклахъ, по тому же вычисленію, периферическая скорость соотвѣтствующихъ хлору галоидовъ, брома и іода, значительно больше периферической скорости предшествующаго имъ ряда, не смотря на то, что и эти элементы берутся въ жидкомъ видѣ. Вычисленіе даетъ слѣдующія величины для третьяго и четвертаго цикловъ:

	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>vm</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>u</i>	<i>co</i>
<i>As</i>	74,9	5,67	13,2	1,8237	1,466	1,6351	1,115
<i>Se</i>	78,87	4,67	17,1	1,7859	1,5917	1,686	1,059
<i>Br</i>	79,76	2,97	26,9	1,6633	1,8587	1,758	1,945
<i>Sb</i>	119,6	6,7	17,9	1,8507	1,6212	1,732	1,068
<i>Te</i>	126,3	6,25	20,2	1,8416	1,6845	1,761	1,045
<i>I</i>	126,54	4,94	25,6	1,7976	1,8283	1,813	0,991

Такимъ образомъ, хлоръ составляетъ единственное исключеніе изъ общаго закона, по которому галоиды имѣютъ наибольшую периферическую скорость изъ всѣхъ элементовъ, принадлежащихъ къ одному съ ними циклу. Для того чтобы хлоръ имѣлъ ббльшую периферическую скорость, нежели сѣра, надобно, чтобы плотность его въ твердомъ видѣ равнялась по крайней мѣрѣ 1,42; тогда получится $vm=24,908$, $p=1,29577$ и $u=1,5321$. Можно ожидать поэтому, что если удастся опредѣлить опытнымъ путемъ удѣльный вѣсъ хлора въ твердомъ видѣ, то получится плотность не менѣе 1,42. Однако, какъ ни правдоподобны кажутся эти соображенія, разсмотрѣніе періодическихъ свойствъ разбираемаго цикла

приводить насъ къ инымъ выводамъ и заставляетъ искать другаго объясненія.

Для опредѣленія этихъ свойствъ вспомнимъ законы, выведенные въ предъидущей главѣ. Обсуждая формулу (1) третьей главы:

$$m = \frac{2rm_0 + 1 \pm \sqrt{2rm_0 + 1}}{2r} = m_0 + \frac{0,5}{r} \pm \sqrt{\frac{m_0}{2r} + \frac{0,5}{2r^2}}$$

мы вывели изъ нея, что при возрастаніи исходной точки (m_0) разстояніе между m и m_0 должно увеличиваться, вслѣдствіе чего произойдетъ одно изъ двухъ: или максимумъ подвинется впередъ, съ чѣмъ вмѣстѣ должны расширяться предѣлы прогрессіи, или же, если максимумъ останется на своемъ мѣстѣ, то прогрессія сократится. Тоже самое относится и къ поворотной точкѣ. Дѣйствительно, если мы приложимъ къ второму циклу ту самую прогрессію равномернаго уплотненія, какую мы вывели для перваго, то мы получимъ, взявши $r = 0,523$ и $m(23) = 0,97$:

$$m_0 \text{ (нулевая точка плотности)} = 21,15$$

$$m_2 \text{ (максимумъ силы сцѣпленія)} = 26,8$$

$$m_3 \text{ (поворотная точка)} = 32,6.$$

Чтобы подвинуть обѣ послѣднія точки назадъ, надобно увеличить r ; между тѣмъ, уже при означенной величинѣ показателя, получается для алюминія плотность равная 3,062, а для силиція 3,585, цифры, далеко превышающія дѣйствительность. Для того чтобы, при одинакомъ размѣрѣ цикловъ, обѣ означенныя точки втораго цикла приблизительно соотвѣтствовали таковымъ же перваго, прогрессія, очевидно, должна быть сокращающаяся. Это мы и видимъ на дѣлѣ. Разность плотности между натріемъ и магніемъ равняется 0,77 или 0,76, смотря по тому, возьмемъ ли мы плотность натрія равную 0,97 или 0,98; а такъ какъ разность вѣса, взявши для натрія въ точныхъ цифрахъ 22,99, равняется 0,95, то для показателя уплотненія на единицу вѣса мы получимъ $r = \frac{0,76}{0,95} = 0,8$. По такому же разчету, для разности между магніемъ и алюминіемъ получится $r = 0,2645$, а для разности между алюминіемъ и силиціемъ $r = -0,073$. Слѣдовательно, мы имѣемъ здѣсь уменьшающееся увеличеніе, которое переходитъ въ уменьшеніе. Ниже мы увидимъ физическую причину этого явленія.

При такомъ характерѣ періода, плотность очевидно опредѣляется формулою:

$$d = d_0 + rs - St$$

гдѣ $r = 0,8$, а $s = m - m_0$. Положивши по прежнему (стр. 70):

$$S = \frac{(2a + (n-1)\delta)n}{2} = \frac{s(s-1)}{2}$$

и взявши для послѣдняго термина плотность силиція, мы получимъ:

$$t = \frac{d_0 - d_1 + rs}{\frac{1}{2}s(s-1)} = \frac{0,98 - 2,49 + 0,8 \times 5}{\frac{1}{2}5 \times 4} = 0,249.$$

Въ такомъ случаѣ для алюминія мы будемъ имѣть:

$$d = 0,98 + 0,8 \times 4 - 0,249(\frac{1}{2}4 \times 3) = 2,686.$$

Эта цифра слишкомъ высока. Но мы получимъ настоящую величину, измѣнивши въ S либо первый терминъ (a), либо показатель (δ), которые мы оба взяли равными единицѣ. Расчетъ сдѣлать весьма легко. Мы имѣемъ:

$$t = \frac{d_0 - d_1 + rs_1}{S_1} = \frac{d_0 - d_2 + rs_2}{S_2}$$

$$S = \frac{(a+l)(s-1)}{2} = \frac{(2a + (s-2)\delta)(s-1)}{2}$$

Назвавши для сокращенія числители первыхъ уравненій φ_1 и φ_2 , и положивши $\delta = 1$, мы получимъ:

$$\varphi_1 S_2 = \varphi_2 S_1$$

$$S = a(s-1) + \frac{s^2 - 3s}{2} + 1$$

$$a = \frac{\varphi_1 \left(\frac{s_2^2 - 3s_2}{2} + 1 \right) - \varphi_2 \left(\frac{s_1^2 - 3s_1}{2} + 1 \right)}{\varphi_2(s_1 - 1) - \varphi_1(s_2 - 1)}$$

При настоящихъ данныхъ, взявши $r = 0,8$, $d_0 = 0,98$, $d_1 = 2,56$, $d_2 = 2,49$, мы будемъ имѣть $a = 2,28$, $t = 0,16468$; послѣднія же величины обратно дадутъ намъ для алюминія 2,56 и для силиція 2,49. Съ этимъ небольшимъ измѣненіемъ въ величинѣ перваго термина, прогрессія будетъ вполне соответствовать дѣйствительности. Замѣтимъ, что этимъ измѣненіемъ мы понизили, а не повысили плотность алюминія, и все-таки, въ обонхъ случаяхъ, при сокращающемся уплотненіи, она оказывается больше плотности силиція. Этимъ объясняется кажущаяся неправильность въ построеніи втораго цикла. Ниже, какъ сказано, мы постараемся раскрыть физическую причину этого явленія.

Посмотримъ, куда при выведенной прогрессіи падаетъ точка наибольшей плотности. Для этого нужно только приравнять производную къ нулю. Мы имѣемъ:

$$d = d_0 + rs - t\left(as - a + \frac{s^2}{2} - \frac{3s}{2} + 1\right)$$

$$d' = r - t(a + s - \frac{3}{2}) = 0$$

$$s = m - m_0 = \frac{r}{t} - a + 1,5 = 4,08$$

$$m = 23 + 4,08 = 27,08$$

Мы видимъ, что максимумъ падаетъ какъ разъ на алюминій, что служитъ подтвержденіемъ правильности выводовъ. Составивъ таблицу послѣдовательныхъ величинъ, вытекающихъ изъ той же прогрессіи, мы получимъ и точку наибольшей силы сѣпленія. Достаточно взять ихъ между 24 и 26. Таблица будетъ слѣдующая:

m	d	v	p	f
24	1,78	0,5618	1,4382	0,0599
25	2,204	0,4536	2,5464	0,061856
26	2,464	0,4058	1,5942	0,061315

Мы видимъ, что при означенныхъ условіяхъ точка наибольшей силы сѣпленія падаетъ на 25. Однако не трудно усмотрѣть, что подобный атомъ не можетъ образоваться. По выведенной въ предыдущихъ главахъ теоріи, элементы втораго цикла образуются изъ элементовъ перваго посредствомъ присоединенія къ нимъ новой окружности. Слѣдовательно, ядромъ для элемента втораго цикла, представляющаго наибольшую силу сѣпленія, будетъ бериллій, имѣющій вѣсъ 9,08. Съ образованіемъ новой окружности ядро можетъ уменьшиться, но ни въ какомъ случаѣ не можетъ увеличиться. Взявши вѣсъ бериллія и прилагая къ новому элементу формулу: $x = 10fs$, мы получимъ для величины новой окружности при высшемъ размѣрѣ силы сѣпленія: $s = \frac{9,08}{0,61856} = 14,68$. Слѣдовательно, для совокупнаго атома получится не 25, а $9,08 + 14,68 = 23,76$, то есть именно вѣсъ магнія, который въ дѣйствительности представляетъ собою точку наивысшей силы сѣпленія во второмъ циклѣ. Нѣкоторое уменьшеніе силы сѣпленія, происходящее оттого, что эта точка подается немного назадъ, влечетъ за собою нѣкоторое увеличеніе вѣса, что опять согласно съ дѣйствительностью: магній имѣетъ не 23,76, а 23,94.

Такимъ образомъ, выведенный періодъ сокращающагося уплотненія даетъ намъ для втораго цикла обѣ критическія точки пер-

вой его половины: точку наибольшей силы сцѣпленія и точку наибольшей плотности, объясняя вполнѣ кажущіяся въ нихъ неправильности. Онъ же даетъ намъ и объясненіе ничтожной разницы въ силѣ сцѣпленія между магніемъ и алюминіемъ, которые, отстоя другъ отъ друга на 3,1 единицы вѣса съ разностью плотности равною 0,82, имѣютъ разность силы сцѣпленія равную 0,000065, между тѣмъ какъ алюминій и силицій, отстоя всего на 0,96 вѣса и разнясь въ плотности лишь на 0,07, представляютъ несравненно большую разность силы сцѣпленія. И эта кажущаяся неправильность объясняется тѣмъ, что магній и алюминій находятся одинъ на восходящей, а другой на нисходящей половинѣ періода силы сцѣпленія, почти на одинакомъ разстояніи отъ середины, между тѣмъ какъ алюминій и силицій оба находятся на нисходящей лѣстницѣ. Ниже мы представимъ провѣрку всѣхъ этихъ данныхъ, взявши за основаніе, вмѣсто измѣненія плотности, измѣненіе силы сцѣпленія.

Поведа далѣе выведенную прогрессию, мы получимъ для 29 $d = 2,256$, то есть, величину меньшую, нежели плотность фосфора, которая равна 2,3. Последняя въ прогрессіи получается уже при вѣсѣ равномъ 28,55. Но такъ какъ въ этомъ промежуткѣ никакого уплотненія произойти не можетъ, то очевидно, мы имѣемъ здѣсь остановку разрѣженія. Остановка же составляетъ характеристическій признакъ поворотной точки. Въ первомъ циклѣ остановка происходила именно въ этомъ мѣстѣ вслѣдствіе перехода уплотненія въ разрѣженіе. Во второмъ циклѣ, при сокращающемся уплотненіи, разрѣженіе началось ранѣе, а потому здѣсь поворотная точка характеризуется остановкою разрѣженія; но она остается на томъ самомъ мѣстѣ, на которомъ она находится и въ первомъ циклѣ, именно, на самой серединѣ цикла, между тремя первыми и тремя послѣдними рядами, слѣдующими за щелочными металлами, которые стоятъ на противоположномъ поворотѣ.

Затѣмъ съ фосфора начинается опять разрѣженіе. Сравнивая разности послѣдовательныхъ плотностей и сопоставляя ихъ съ разностями вѣса, мы находимъ, что и здѣсь, также какъ и въ въ первой половинѣ цикла, мы имѣемъ періодъ сокращающійся. Въ самомъ дѣлѣ, разность плотности между фосфоромъ и сѣрою равняется приблизительно 0,26 на единицу вѣса, или, если при несовершенно точномъ опредѣленіи плотности, мы хотимъ взять совершенно точный вѣсъ, то получится $\frac{0,26}{1,02} = 0,255$. Разность же

между сѣрою и хлоромъ даетъ $\frac{0,66}{3,39} = 0,195$, а разность между хлоромъ и калиемъ $\frac{0,52}{3,73} = 0,1394$. Такъ какъ періодъ разрѣженія соотвѣтствуетъ періоду уплотненія, то мы здѣсь должны взять ту же величину перваго коэффиціента t , какую мы взяли выше, именно: $a = 2,28$. Положивши затѣмъ $r = 0,26$, мы получимъ:

$$d = d_0 - rs + St$$

$$S = \frac{(2 \times 2,28 + s - 2)(s - 1)}{2} = \frac{(2,56 + s)(s - 1)}{2}$$

$$t = \frac{d - d_0 + rs}{S} = \frac{0,86 - 2,3 + 0,26 \times 8}{\frac{1}{2}(10,56 \times 7)} = 0,017316.$$

Для числовыхъ данныхъ взяты здѣсь только плотности фосфора, сѣры и калия, причемъ вѣсъ этихъ элементовъ поставленъ въ круглыхъ числахъ, отъ которыхъ дѣйствительный вѣсъ отступаетъ весьма незначительно. Плотность хлора остается неопредѣленною; но мы можемъ опредѣлить ее на основаніи полученныхъ чиселъ. Мы имѣемъ:

$$d(35,37) = 2,3 - 0,26 \times 4,37 + 0,017316 \frac{(2,56 + 4,37)3,37}{2} = 1,3878.$$

Если бы мы взяли совершенно точныя цифры вѣса и положили притомъ $r = 0,255$, то мы получили бы нѣсколько меньше, а именно 1,37. Во всякомъ случаѣ, мы видимъ, что по свойствамъ періода получается для плотности хлора та самая величина, которая дается опытомъ. Догадка, что плотность хлора въ твердомъ видѣ должна быть гораздо больше, съ этой стороны не подтверждается, и мы получаемъ въ результатъ, что периферическая скорость хлора, въ отличіе отъ всѣхъ остальныхъ галоидовъ, меньше периферической скорости сѣры.

Посмотримъ, куда въ найденномъ періодѣ падаетъ точка наибольшей периферической скорости. Выше были уже вычислены периферическія скорости фосфора и сѣры, которыя остаются неизмѣнными, ибо плотности приняты тѣ же. Продолжая вычисленіе для каждой прибавляющейся единицы вѣса, мы получаемъ:

m	d	v	p	vm	R	u
33	1,817	0,55035	1,44965	18,16155	1,6305	1,5374
34	1,614	0,61958	1,38042	21,06572	1,7133	1,5379
35	1,428	0,70028	1,29972	24,5098	1,80155	1,5304

Мы видимъ, что высшая точка периферической скорости падаетъ приблизительно на 34. При сокращающемся разрѣженіи,

критическая точка періода подвигается назадъ, точно также какъ подвинулись назадъ обѣ критическія точки періода уплотненія. А такъ какъ изъ всѣхъ цикловъ одинъ этотъ представляетъ подобное сокращеніе, то этимъ самымъ можетъ быть объяснено особенное положеніе хлора въ ряду галлоидовъ. Однако, для проверки сдѣланныхъ выводовъ, возьмемъ вопросъ съ другой стороны: вмѣсто уплотненія и разрѣженія, положимъ въ основаніе измѣненіе силы сцѣпленія, какъ мы сдѣлали относительно перваго цикла.

Мы будемъ слѣдовать здѣсь той же методѣ, какъ и прежде: сперва мы опредѣлимъ среднее измѣненіе силы сцѣпленія для всего цикла и вытекающія изъ него величины остальныхъ факторовъ; затѣмъ мы перейдемъ къ разсмотрѣнію тѣхъ фазъ, черезъ которыя проходитъ это измѣненіе.

Средняя прогрессія здѣсь очень проста. Сила сцѣпленія отъ натрія до калия уменьшается ровно на половину. Взявши для точки исхода основную силу сцѣпленія, то есть, $\frac{0,3}{7}$, мы будемъ имѣть $f(23) - f(39) = \frac{0,15}{7}$ и $r = \frac{0,15}{7 \times 16}$. Послѣдній терминъ построенной на этихъ основаніяхъ прогрессіи будетъ $z = 23 + \frac{f_0}{r} = 23 + 32 = 55$. А такъ какъ въ силу уравненія (26) предъидущей главы, наибольшая потеря, а съ нею и наибольшая плотность падаютъ на половину послѣдняго термина, то здѣсь точка наибольшей плотности приходится на 27,5, то есть, какъ разъ на алюминій. Средняя прогрессія силы сцѣпленія даетъ, слѣдовательно, ту же самую точку наибольшей плотности, какъ и прогрессія сокращающагося уплотненія. Но, разумѣется, величина плотности будетъ здѣсь совершенно иная, ибо средняя прогрессія не даетъ повышенія силы сцѣпленія.

Такое же совпаденіе мы найдемъ и въ точкѣ наибольшаго периферическаго движенія. Уравненіе (29) предъидущей главы:

$$9rm^3 - 14rzm^2 + (14 - 5rz^2)m - 8z = 0$$

дастъ намъ формулу для опредѣленія этой точки. При найденныхъ выше величинахъ r и z , оно удовлетворяется приближительно величиною $m = 33$.

Но точки наибольшей силы сцѣпленія мы, конечно, не найдемъ, ибо, по условію, прогрессія идетъ все уменьшаясь. Чтобы найти эту точку, надобно отъ средней прогрессіи перейти къ различнымъ фазамъ, черезъ которыя проходитъ измѣненіе силы сцѣп-

ленія. Въ первомъ циклѣ мы нашли четыре такихъ фазы: уменьшающееся увеличеніе, увеличивающееся уменьшеніе, уменьшающееся уменьшеніе и, наконецъ, опять увеличивающееся уменьшеніе. Что же дастъ намъ второй циклъ?

Первой фазы мы прямо получить не можемъ, ибо мы имѣемъ здѣсь только два термина, различающіеся менѣе нежели на единицу вѣса. Но она получается изъ второй. Тутъ мы имѣемъ три термина, именно, силы сѣпленія магнія, алюминія и силиція, въ увеличивающемся уменьшеніи. Между первыми двумя $r = \frac{0,0596 - 0,059467}{3,1} = 0,000043$, между послѣдними двумя $r = \frac{0,059467 - 0,0571}{0,96} = 0,00246$. Поэтому мы можемъ приложить формулу: $f = f_0 - rs - St$. Согласно съ уравненіями (17) и (18) предыдущей главы r и t опредѣляются формулами:

$$t = \frac{\frac{f_0 - f_2}{m_2 - m_0} - \frac{f_0 - f_1}{m_1 - m_0}}{\frac{1}{2}(m_2 - m_1)} = 0,0005967$$

$$r = \frac{f_0 - f_1}{m_0} - \frac{t}{2}(m_1 - m_0 - 1) = -0,00121.$$

Оказывается, что при этихъ данныхъ, r представляетъ отрицательную величину; то есть, вмѣсто $f = f_0 - rs - St$, мы должны положить: $f = f_0 + rs - St$. Увеличивающееся уменьшеніе второй фазы, стало быть, ничто иное какъ продолженіе уменьшающагося увеличенія, составляющаго характеристику первой фазы. Слѣдовательно, мы должны взять обѣ фазы въ совокупности, и онѣ составятъ уменьшающееся увеличеніе, переходящее въ увеличивающееся уменьшеніе. А такъ какъ вся первая фаза происходитъ въ предѣлахъ меньшихъ, нежели единица, то для построенія прогрессіи мы должны взять какую-нибудь дробь, раздѣливъ каждую единицу примѣрно на 10 частей и опредѣляя увеличеніе и уменьшеніе для каждой десятой. Имѣя четыре термина, которые всѣ должны быть удовлетворены, мы, кромѣ r и t , должны еще опредѣлить a или δ , сообразно съ тѣмъ, что было сдѣлано выше при построеніи прогрессіи плотности.

Мы имѣемъ:

$$r = \frac{f_1 - f_0}{s_1} + \frac{S_1}{s_1} t = \frac{f_2 - f_0}{s_2} + \frac{S_2}{s_2} t = \frac{f_3 - f_0}{s_3} + \frac{S_3}{s_3} t = \varphi_n + \frac{S_n t}{s_n}$$

$$t = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 (=A)}{\frac{S_2}{s_2} - \frac{S_1}{s_1}} = \frac{\varphi_1 - \varphi_3 (=B)}{\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_1}{s_1}} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3 (=C)}{\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_2}{s_2}}$$

$$A \left(\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_1}{s_1} \right) = B \left(\frac{S_3}{s_2} - \frac{S_1}{s_1} \right), A \left(\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_2}{s_2} \right) = C \left(\frac{S_2}{s_2} - \frac{S_1}{s_1} \right),$$

$$B \left(\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_2}{s_2} \right) = C \left(\frac{S_3}{s_3} - \frac{S_1}{s_1} \right)$$

$$\frac{S}{s} = a \left(1 - \frac{1}{s} \right) + \delta \left(\frac{s-3}{2} + \frac{1}{s} \right).$$

Вставляя надлежащія числовыя величины и помня, что $s = 10$ ($m - m_0$), мы получимъ:

$$\delta = 0,0007816463 a.$$

Слѣдовательно, $\frac{\delta}{a} = \text{const.}$, и мы можемъ произвольно принять ту или другую величину за единицу. Положивши $a = 1$, мы получимъ $t = 0,014643$, $r = 0,014904$. Это и будетъ та прогрессія, которая, идя отъ 0,1 въ 0,1, удовлетворитъ всѣмъ четыремъ терминамъ. Для опредѣленія наибольшей силы сцѣпленія мы должны приравнять производную къ нулю. Мы получимъ:

$$f = f_0 + rs - St = f_0 + rs - t \left(\frac{1}{2} \delta s^2 - 1,5 \delta s + s + \delta - 1 \right)$$

$$f' = r - t (\delta s - 1,5 \delta + 1) = 0$$

$$s = 10 (m - m_0) = \frac{r - t (1 - 1,5 \delta)}{\delta t} = 24,3.$$

$$m = m_0 + \frac{s}{10} = 23 + 2,43 = 25,43.$$

Такимъ образомъ, точка наибольшей силы сцѣпленія падаетъ туда же, куда она падала при выведенной выше прогрессіи уплотненія. Прежнія объясненія остаются въ своей силѣ и сдѣланные выводы подтверждаются.

Точно также мы получимъ и точку наибольшей плотности, вычисляя совпадающую съ нею точку наибольшей потери на основаніи формулы: $p' = f'm + f = 0$. Окончательно формула будетъ слѣдующая:

$$m = \frac{2}{3} m_0 + \frac{r-t}{15 \delta t} + 0,1 +$$

$$+ \sqrt{\left(\frac{2}{3} m_0 + \frac{r-t}{15 \delta t} + 0,1 \right)^2 + \frac{f_0 + t - 10 m_0 (r-t)}{150 \delta t} - \frac{m_0^2}{3} - \frac{m_0}{10} - \frac{1}{150}} =$$

$$= 27,33.$$

Какъ видно, и тутъ максимумъ падаетъ на алюминій. Если, вмѣсто того чтобы брать промежутки равныя 0,1, мы для краткости прямо положимъ r равнымъ разности между силами сцѣпленія натрія и магнія, и затѣмъ опредѣлимъ δ тѣмъ же спосо-

бомъ, мы получимъ тѣже результаты. Только здѣсь $t = 0,0156245$, а $\delta = 0,07433838$.

Опредѣленіе третьей фазы представляетъ нѣкоторое затрудненіе. Съ перваго взгляда кажется, что она вся лежитъ въ промежуткѣ, въ который падаетъ поворотная точка, т. е., между силиціемъ и фосфоромъ. Въ самомъ дѣлѣ, разность силъ сцѣпленія алюминія и силиція составляетъ, какъ мы видѣли, 0,002367, что для разности вѣса равной 0,96, даетъ $r = 0,002466$; разность же между силиціемъ и фосфоромъ даетъ $r = \frac{0,0066}{2,96} = 0,00233$. Слѣдовательно, мы имѣемъ здѣсь уменьшающееся уменьшеніе, что и требуется для третьей фазы, между тѣмъ какъ въ дальнѣйшемъ движеніи показатель опять возвышается: между фосфоромъ и сѣрю $r = \frac{0,0033}{1,02} = 0,00323$; между сѣрю и хлоромъ $r = \frac{0,0112}{3,39} = 0,00334$; наконецъ, между хлоромъ и калиемъ $r = \frac{0,01457}{3,34} = 0,0039$.

Однако, съ другой стороны, такое ограниченіе третьей фазы промежуткомъ, въ который падаетъ поворотъ, представляется несогласнымъ съ тѣмъ значеніемъ, которое имѣетъ эта фаза въ первомъ циклѣ. Трудно допустить, чтобы важнѣйшая, опредѣляющая фаза періода разрѣженія вся пала въ промежутокъ, гдѣ нѣтъ никакого элемента. Скорѣе можно думать, что замѣчаемое въ этомъ промежуткѣ пониженіе силы сцѣпленія зависитъ отъ той же причины, отъ которой зависитъ здѣсь и уменьшеніе разрѣженія, а именно, отъ остановки, обозначающей поворотъ. Прогрессія увеличивающагося уменьшенія, характеризующая вторую фазу, даетъ намъ $f = 0,0505$, т. е. силу сцѣпленія фосфора, для вѣса равнаго 29,47. Затѣмъ оказывается остановка, которая служитъ признакомъ поворота.

Такимъ образомъ является возможность двоякаго объясненія фактическихъ данныхъ. Затрудненіе разрѣшается анализомъ измѣненія силы сцѣпленія въ періодъ разрѣженія. Взявши величины силы сцѣпленія фосфора (0,0505), сѣры (0,0472) и калия (0,021428), мы можемъ построить прогрессию на основаніи формулы увеличивающагося уменьшенія:

$$f = f_0 - rs - St = f_0 - rs - \frac{t}{2} s(s-1).$$

Взявши, какъ опредѣлено выше, $r = 0,00323$, мы получимъ $t = 0,00010116$. Но при такой прогрессіи окажется для

хлора совершенно неподходящая величина, именно: 0,03476. Если же мы должны для хлора получить 0,036, то согласно съ этимъ слѣдуетъ опредѣлить a или δ , что совершенно безразлично. Для легкости вычисленія сдѣлаемъ δ равнымъ единицѣ. Тогда мы будемъ имѣть:

$$S = a(s-1) + \frac{s^2 - 3s + 2}{2}$$

$$t = \frac{f_0 - f_1 - rs_1}{S_1} = \frac{f_0 - f_2 - rs_2}{S_2}$$

$$\varphi_1 S_2 = \varphi_2 S_1$$

$$a = \frac{\varphi_1(s_2^2 - 3s_2 + 2) - \varphi_2(s_1^2 - 3s_1 + 2)}{2(\varphi_2(s_1 - 1) - \varphi_1(s_2 - 1))} = -0,7917.$$

$$t = 0,00018147.$$

Такимъ образомъ, для a получится отрицательная величина, вслѣдствіе чего S будетъ состоять изъ одного положительнаго и одного отрицательнаго термина, и будетъ измѣняться сообразно съ измѣненіемъ послѣднихъ. Сдѣлаемъ расчетъ для различныхъ величинъ s :

$$s = 1, S = 0$$

$$s = 2, S = a = -0,7917$$

$$s = 3, S = 2a + 1 = -0,5834$$

$$s = 4, S = 3a + 3 = +0,6249$$

$$s = 5, S = 4a + 6 = +2,8332.$$

Мы видимъ, что съ измѣненіемъ разстоянія отъ исходной точки, т. е., съ прибавленіемъ вѣса, S изъ отрицательной величины переходитъ въ положительную. Но съ отрицательнымъ S формула становится: $f = f_0 - rs + St$; т. е., мы имѣемъ характеризующее третью фазу уменьшающееся уменьшеніе, которое само собою переходитъ въ увеличивающееся уменьшеніе. Одна и таже прогрессія послѣдовательно представляетъ намъ обѣ послѣднія фазы періода силы сѣпленія. Для большей наглядности сдѣлаемъ расчетъ всѣхъ вытекающихъ изъ этой прогрессіи величинъ. Мы увидимъ вмѣстѣ съ тѣмъ, куда падаетъ здѣсь точка наибольшаго периферическаго движенія:

m	f	p	v	vm	u
30,96	0,0505	1,5655	0,4345	13,452	1,5198
31,96	0,04727	1,5107	0,4893	15,638	1,5307
32,96	0,04418	1,45629	0,54371	17,9206	1,5346
33,96	0,04106	1,39438	0,60562	20,5668	1,5395

34,96	0,03794	1,32648	0,67352	22,8722	1,5286
35,37	0,036	1,2763	0,7237	25,6	1,527
35,96	0,03419	1,1297	0,77029	27,6996	1,5195

Мы видимъ, что въ этой прогрессіи точка наибольшаго периферическаго движенія падаетъ приблизительно на 34, также какъ и въ выведенной выше прогрессіи разрѣженія. Если это вѣрно, то периферическое движеніе хлора оказывается все-таки меньше периферическаго движенія сѣры. Какъ же объяснить подобное явленіе, когда хлоръ есть постоянный газъ, слѣдовательно долженъ имѣть большую подвижность частей, нежели сѣра? Объясняется это весьма просто тѣмъ, что согласно съ выводами предъидущей главы, уменьшеніе периферическаго движенія при разрѣженіи переходитъ въ движеніе колебательное, и если при сильномъ уменьшеніи перваго и значительномъ возрастаніи объема, эта замѣна окончательно ведетъ къ образованію твердаго тѣла, то на первыхъ порахъ, напротивъ, сочетаніе обоихъ движеній можетъ даже повести къ увеличенію подвижности, вслѣдствіе чего въ первомъ циклѣ между фторомъ и натріемъ не образуется никакихъ элементовъ. Ихъ нѣтъ и въ дальнѣйшихъ циклахъ, и только во второмъ, при сокращенномъ разрѣженіи, въ этомъ промежуткѣ является одинъ элементъ, хлоръ, который такимъ образомъ занимаетъ особое мѣсто въ ряду галоидовъ.

Такое объясненіе совершенно согласно съ теоріею, но оно требуетъ однако опытнаго подтвержденія, ибо выведенная прогрессія силы сдѣвленія не можетъ служить доказательствомъ, будучи сама построена на томъ предположеніи, что хлоръ имѣетъ силу сдѣвленія равную 0,036. Важно здѣсь лишь то, что если бы дальнѣйшій опытъ показалъ, что хлоръ въ твердомъ видѣ имѣетъ нѣсколько большую плотность, слѣдовательно и большую силу сдѣвленія, нежели въ жидкомъ видѣ, то черезъ это третья фаза не только бы не сократилась, а напротивъ, еще болѣе бы растянулась, и точка наибольшаго периферическаго движенія подвинулась бы впередъ. Слѣдовательно, во всякомъ случаѣ, мы имѣемъ во второмъ циклѣ тѣже четыре фазы круговорота силы сдѣвленія, которыя мы нашли въ первомъ; онѣ занимаютъ тѣже мѣста, въ совершенно правильномъ порядкѣ, съ тѣмъ лишь различіемъ, что вслѣдствіе сокращенія періодовъ уплотненія и разрѣженія, критическія точки нѣсколько подвинулись назадъ.

Спрашивается: какой же смыслъ этого сокращенія? или какой физической процессъ соотвѣтствуетъ этому математическому отношенію?

Чтобы отвѣчать на этотъ вопросъ, мы должны изслѣдовать внутреннее строеніе элементовъ втораго цикла. Предъидущіе выводы даютъ намъ для этого всѣ нужные способы. Надобно только приложить выведенную прежде формулу: $x = 10 fz$, предполагая, по аналогіи съ тѣмъ, что мы нашли у щелочныхъ металловъ, что каждый элементъ перваго цикла становится ядромъ для соотвѣтствующаго элемента втораго. Посмотримъ же, что дастъ намъ приложеніе формулы. Начнемъ съ магнія.

Приложивши къ нему означенную формулу, мы получимъ: $z = \frac{9,08}{0,596} = 15,23$; $9,08 + 15,23 = 24,31$. Эта величина весьма близко подходитъ къ вѣсу магнія (23,94), что указываетъ на вѣрность основной формулы; однако все же обѣ цифры разнятся на 0,37. Еслибы, вмѣсто 0,0596, мы взяли силу сцѣпленія, точно вытекающую изъ опредѣленія плотности, именно, 0,059532, то въ результатѣ оказался бы еще большій излишекъ. Чтобы получить совершенно точный вѣсъ магнія, мы должны къ первой формулѣ присоединить другую, именно: $x + z = m$, формулу совершенно приложимую къ настоящему случаю, ибо очевидно, что если въ суммѣ ядра и окружности оказывается излишекъ, то нейтральнаго пояса быть не можетъ. Въ связи съ предшествующею формулою получится:

$$z + 10 fz = m$$

$$z = \frac{m}{10f+1} = 15$$

$$x = 23,94 - 15 = 8,94 = 9,08 - 0,14.$$

И такъ, съ образованіемъ новой окружности, происходящее изъ бериллія ядро новаго элемента уменьшается на 0,14. Это совершенно согласно съ тѣмъ, что мы видѣли въ натріи. Тамъ литій, становясь ядромъ натрія, уменьшается на 0,11; здѣсь, съ прибавкой новаго, меньшаго количества вѣса, уменьшеніе нѣсколько больше, однако все-таки весьма незначительно. Посмотримъ, что покажутъ намъ дальнѣйшіе элементы.

Прилагая тѣ же формулы къ алюминію, мы получимъ:

$$z = \frac{m}{10f+1} = \frac{27,04}{1,59467} = 16,96.$$

$$x = 27,04 - 16,96 = 10,08 = 10,9 - 0,82.$$

Здѣсь уменьшеніе ядра еще больше. Идя далѣе точно такимъ же образомъ, мы получимъ для силиція $z = \frac{28}{1,571} = 17,82$,

$x = 10,18$; для фосфора $z = 20,56$, $x = 10,4$; для сѣры $z = 21,72$, $x = 10,26$; наконецъ для хлора $z = 26$, $x = 9,37$. И такъ, образуется слѣдующій рядъ:

<i>Na</i>	<i>Mg</i>
$x = 6,9 (= 7,01 - 0,11)$	$8,94 (= 9,08 - 0,14)$
$z = 16,1 (= 15,99 + 0,11)$	$15 (= 14,86 + 0,14)$
<i>Al</i>	<i>Si</i>
$x = 10,08 (= 10,9 - 0,82)$	$10,18 (= 11,97 - 1,79)$
$z = 16,96 (= 16,14 + 0,82)$	$17,82 (= 16,03 + 1,79)$
<i>P</i>	<i>S</i>
$x = 10,4 (= 14,01 - 3,61)$	$10,26 (= 15,96 - 5,7)$
$z = 20,56 (= 16,95 + 3,61)$	$21,82 (= 16,02 + 5,7)$
<i>Cl</i>	<i>K</i>
$x = 9,37 (= 19,06 - 9,69)$	$6,9$
$z = 26 (= 16,31 + 9,69)$	$32,2.$

Мы видимъ, что съ постепеннымъ увеличеніемъ окружности, величина соотвѣтствующаго ядра все уменьшается, и притомъ такъ, что новыя ядра образуютъ круговоротный періодъ, въ которомъ первый и послѣдній терминъ совпадаютъ, а середина сначала постепенно увеличивается, затѣмъ также постепенно убываетъ, пока не возвратится къ первоначальной величинѣ.

Этотъ процессъ объясняетъ намъ сокращеніе періодовъ уплотненія и разрѣженія. Очевидно, что уплотненіе должно сокращаться, если отъ ядра отнимается все большее и большее количество матеріи. Но и разрѣженіе будетъ сокращаться, если въ послѣдующихъ элементахъ будетъ отниматься меньшее количество, нежели въ предъидущихъ. Въ означенномъ рядѣ отнимаемое количество абсолютно все возрастаетъ, но если мы возьмемъ его въ отношеніи къ прибывающему количеству вѣса, что и требуется для опредѣленія періода, мы увидимъ другое: въ періодѣ уплотненія оно возрастаетъ, въ періодѣ разрѣженія оно убываетъ. Слѣдующій расчетъ показываетъ это наглядно:

$$\frac{Mg}{0,94} = 0,149; \frac{Al}{3,1} = 0,264; \frac{Si}{0,96} = 1,84; \frac{P}{2,96} = 1,22; \frac{S}{1,02} = 5,89;$$

$$\frac{Cl}{3,39} = 2,86; \frac{K}{3,73} = 0,66.$$

Для калия мы взяли въ числитель 2,47, какъ будто онъ образуется изъ хлора, ибо, по своему строенію, онъ можетъ совер-

шенно также образоваться из хлора, как из натрия. Все эти элементы суть одноэвивалентные, и у всех их ядро имеет одинаковую величину и строение, как объяснено в предыдущей главѣ. Если отъ ядра хлора отнять 2,47, составляющіе его окружность, то получится ядро калия. Точно также и натрій может образоваться из литія и из фтора; въ сущности даже оба способа происхожденія совпадаютъ, ибо литій составляетъ ядро фтора, и притомъ съ тѣмъ же самымъ строеніемъ, какъ въ первоначальномъ элементѣ и въ натріи, съ массою равную 2,1 для ядра и 4,9 для окружности. Замѣтимъ, что этотъ двойной способъ происхожденія объясняетъ то колебательное движеніе, которое въ предыдущей главѣ мы приписали натрію на основаніи механическихъ соображеній. Натрій образуется изъ литія путемъ уплотненія, а изъ фтора путемъ разрѣженія; слѣдовательно, въ немъ есть двойное, противоположное движеніе, которое и производитъ колебаніе. Калий же, хотя происходитъ отъ натрия, также какъ и отъ хлора, путемъ разрѣженія, но изъ литія, составляющаго ядро обоихъ, онъ образуется путемъ уплотненія. Притомъ, если натрій имѣетъ колебательное движеніе, то оно сообщается и калию.

Нельзя не сказать однако, что подобнаго рода объясненія, ограничивающіяся общими чертами, не влекутъ еще за собою убѣжденія. Для того, чтобы стать на совершенно твердую почву, необходимо показать, что уменьшеніе ядра совершается по математическому закону. Итакъ, попытаемся вывести общую формулу для этого процесса.

Окружность новаго элемента составляется изъ массы, присоединяющейсѣ къ соотвѣтствующему элементу перваго цикла, которую мы назовемъ q , съ прибавкою той частицы, которая, отходя отъ первоначальнаго ядра, присоединяется къ новой окружности; мы назовемъ ее ρ . Слѣдовательно $\rho = z - q$; а такъ какъ по вышесказанному, $z = \frac{m}{10f+1}$, то мы имѣемъ:

$$\rho = \frac{m}{10f+1} - q = \frac{m - 10fq - q}{10f+1}. \quad (1)$$

Но $m - q = m_1$; слѣдовательно

$$\rho = \frac{m_1 - 10fq}{10f+1}. \quad (2)$$

Съ помощью этой формулы можно вычислить для каждаго элемента втораго цикла количество матеріи, отходящей отъ

ядра и присоединяющейся въ окружности. Мы получимъ, на-
 примѣръ, для натрія $\rho = \frac{7,01 - 16 \times 0,42857}{1,42857} = 0,1071$; для магнія
 $\rho = \frac{9,08 - 14,86 \times 0,596}{1,596} = 0,14$; для хлора $\rho = \frac{19,06 - 16,31 \times 0,36}{1,36} = 9,69$
 и т. д.

Однако, эта формула даетъ лишь общее математическое выра-
 жение для той самой операціи, которую мы производимъ. Гораздо
 важнѣе было бы вывести изъ самой теоріи формулу, опредѣляю-
 щую отношеніе новыхъ ядеръ къ элементамъ перваго цикла.
 Такая формула, если бы она оказалась согласною со всѣми фак-
 тическими данными, послужила бы новымъ, весьма вѣскимъ дока-
 зательствомъ въ пользу вѣрности выводовъ.

Если теорія вѣрна, то уменьшеніе новаго ядра будетъ тѣмъ
 меньше, чѣмъ больше сила сѣпленія массы того элемента, изъ
 котораго оно образуется, и тѣмъ больше, чѣмъ больше количе-
 ство вновь прибывающей матеріи. Иными словами: величина но-
 ваго ядра должна быть пропорціональна величинѣ потери соот-
 вѣтствующаго элемента перваго цикла и обратно пропорціональна
 величинѣ прибывающей массы, что выражается формулою:

$$x_2 = \frac{hp_1}{q}. \quad (3)$$

Здѣсь h означаетъ коэффициентъ, который требуется опредѣ-
 лить. Мы можемъ дать ему разную форму:

$$h = \frac{x_2 q}{m_1 f_1} = \frac{x_2 q}{m_1 \frac{x_1}{10z_1}} \quad (4)$$

$$\frac{h}{10} = \frac{x_2 q}{m_1 \frac{x_1}{z_1}} = \frac{x_2 q z_1}{m_1 x_1}$$

или, сводя коэффициентъ на отношеніе потерь:

$$h = \frac{x_2 q}{p_1} = \frac{10f_2 z_2 q}{p_1} = \frac{10f_2 m_2 q}{(10f_2 + 1)p_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{10q}{10f_2 + 1} \quad (5)$$

$$\frac{h}{10} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{q}{10f_2 + 1}$$

Вставивъ въ эти формулы для cadaго элемента втораго цикла
 надлежащія числовыя величины, мы получимъ слѣдующій рядъ:

$$\frac{h}{10} (Mg) = \frac{8,94 \times 14,86}{9,08 \times 4,2/2,76} = \frac{1,4253}{1,39} \cdot \frac{14,86}{1,595} = 9,56.$$

$$\frac{h}{10} (Al) = \frac{10,08 \times 16,14}{10,9 \times 6,3/4,2} = \frac{1,608}{1,626} \cdot \frac{16,14}{1,594} = 10.$$

$$\begin{aligned} \frac{h}{10} (Si) &= \frac{10,18 \times 16,03}{11,97 \times 7,01/4,96} = \frac{1,6}{1,7} \cdot \frac{16,03}{1,571} = 9,6. \\ \frac{h}{10} (P) &= \frac{10,4 \times 16,95}{14,01 \times 6,9/5,69} = \frac{1,564}{1,696} \cdot \frac{16,95}{1,505} = 10,3. \\ \frac{h}{10} (S) &= \frac{10,26 \times 16,02}{15,96 \times 6,9/6,69} = \frac{1,51}{1,647} \cdot \frac{16,02}{1,472} = 10. \\ \frac{h}{10} (Cl) &= \frac{9,37 \times 16,31}{19,06 \times 6,9/8,69} = \frac{1,276}{1,513} \cdot \frac{16,31}{1,36} = 10. \end{aligned}$$

Мы видимъ, что во всемъ рядѣ h , съ весьма незначительными колебаніями, представляетъ постоянную величину, которая равняется квадрату постояннаго коэффиціента силы сдѣвленія всей системы. Результатъ весьма замѣчательный, который несомнѣнно можетъ служить вѣскимъ доказательствомъ въ пользу правильности теоріи. Принявши всѣ вытекающіе изъ нея выводы, мы находимъ, что отношеніе элементовъ перваго цикла къ элементамъ втораго опредѣляется постояннымъ закономъ. Замѣтимъ притомъ, что нѣкоторыя изъ оказывающихся здѣсь отступленій отъ общей нормы сами собою объясняются впоследствии. Такъ, коэффиціентъ силиція слишкомъ низокъ, потому что при вычисленіи мы взяли для углерода величину ядра и потери самой плотной его формы,—алмаза; между тѣмъ, какъ мы постараемся доказать ниже, алмазъ ни комъ образомъ не можетъ сдѣлаться ядромъ силиція. Но такъ какъ углеродъ въ чистомъ видѣ является въ нѣсколькихъ формахъ съ различною плотностью, то становясь ядромъ силиція, онъ можетъ принять плотность промежуточную между графитомъ и алмазомъ. Взявши для центральнаго его элемента 6,48 вмѣсто 7,01, при чемъ потеря будетъ равняться 1,6327, мы получимъ для коэффиціента ровно 10. Ниже мы найдемъ доказательство правильности этого вычисленія.

Однако, во второмъ циклѣ есть элементъ, который по величинѣ коэффиціента существенно отличается отъ всѣхъ прочихъ. Это—натрій. Прилагая къ нему означенную формулу, мы найдемъ:

$$\frac{h}{10} = \frac{0,9857}{0,3} \cdot \frac{16}{1,42857} = 36,8.$$

Съ перваго взгляда можетъ показаться, что такое существенное отступленіе отъ нормы служитъ опроверженіемъ теоріи. Но при ближайшемъ разсмотрѣніи оказывается, что не только выведенная изъ теоріи формула совершенно удовлетворительно объясняетъ это отступленіе, но что съ помощью ея мы приходимъ къ новымъ и весьма важнымъ выводамъ относительно всей системы

Натрій отличается отъ всѣхъ другихъ элементовъ втораго цикла двумя особенностями: 1) въ немъ ядро почти не измѣняется, такъ что мы можемъ положить: $x_2 = m_1$, $z = q$. 2) Въ немъ не измѣняется и сила сдѣвленія, вслѣдствіе чего надобно положить $f_2 = f_1$. При такихъ условіяхъ, формула (4) получаетъ слѣдующій видъ:

$$h = \frac{q}{f_1} = \frac{z_2}{f_1} = \frac{x_2}{10f_1^2} = \frac{m_1}{10f_1^2} = \frac{m_1 z_1}{f_1 x_1} = 381.$$

Эта формула даетъ намъ вмѣстѣ съ тѣмъ выраженіе всего цикла въ факторахъ начального элемента. Изъ

$$h = \frac{q}{f_1} = \frac{m_1 z_1}{f_1 x_1}$$

получается

$$q = \frac{m_1}{x_1/z_1} \quad (6)$$

Но $q = z_2$ и есть величина цикла, образующаго новую окружность вокругъ начального элемента. Для натрія формула даетъ:

$$q = \frac{7}{2,1/4,9} = 16,3.$$

Маленькій избытокъ въ дробѣ получается оттого, что мы положили $x_1 = m_1$, тогда какъ въ дѣйствительности происходитъ небольшое измѣненіе; но основное отношеніе вѣрно.

Получивъ такой результатъ, мы можемъ идти дальше. Для калия мы имѣемъ другія условія, нежели для натрія, именно: $x_2 = x_1$, $f_2 = \frac{1}{2}f_1$. Отсюда слѣдуетъ:

$$x_1 = 10f_1 z_1 = 10f_2 z_2$$

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{2}{1}$$

$$h = \frac{x_1 q}{m_1 f_1} = \frac{10z_1 q}{m_1} = 112,7$$

$$q = m_2 - m_1 = x_2 + z_2 - x_1 - z_1 = z_2 - z_1 = \frac{z_2}{2} = z_1 = q_1.$$

Мы видимъ, что здѣсь коэффициентъ сокращается почти до того размѣра, какой онъ имѣетъ въ элементахъ втораго цикла, а періодъ равняется предыдущему.

Прилагая тѣ же формулы къ слѣдующимъ щелочнымъ металламъ, мы будемъ имѣть для рубидія, также какъ и для калия $x_2 = x_1$; но здѣсь $q = z_2$, ибо образуется новая окружность,

какъ мы видѣли во второй главѣ. Что же касается до отношенія силъ сцѣпленія, то обозначимъ его неизвѣстнымъ коэффициентомъ n , такъ что $f_2 = nf_1$. Мы получимъ:

$$h = \frac{x_1 q}{m_1 f_1} = \frac{x_1 z_2}{m_1 f_1} = \frac{x_1 x_2}{10 m_1 n f_1^2} = \frac{x_1^2}{10 m n f_1^2}$$

$$q = \frac{x_1}{10 n f_1}.$$

Если $n = \frac{x_1}{10}$, что для рубидія составляетъ 0,69, или $\frac{6}{8,7}$, то $q = \frac{1}{f_1} = 46,66$, причеиъ $h = 384,5$. Слѣдовательно, для того чтобы разстоянiе между калиемъ и рубидiемъ, образующее третiй цвѣтъ, было равно основному периоду силы сцѣпленiя щелочныхъ металловъ, нужно ослабленiе силы сцѣпленiя калия равное $\frac{6}{8,7}$, что весьма близко подходитъ къ дѣйствительности. Для сравненiя этого периода съ первымъ, выраженнымъ формулою (6), мы можемъ дать уравненiю слѣдующiй видъ:

$$q = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{\frac{x_1}{10 z_1}} = \frac{10}{z_1}.$$

Такимъ образомъ, мы получаемъ для обоихъ периодовъ, опредѣляющихъ систему химическихъ элементовъ, для сокращеннаго и полнаго, формулы, зависящiя единственно отъ основныхъ факторовъ начальнаго элемента. Первый пропорционаленъ вѣсу этого элемента и обратно пропорционаленъ существующему въ немъ отношенiю центра къ окружности. Второй точно также обратно пропорционаленъ отношенiю центра къ окружности начальнаго элемента, но вмѣсто атомистическаго вѣса этого элемента, опредѣляющимъ началомъ является здѣсь постоянная силы сцѣпленiя (10).

Наконецъ, прилагая тѣ же формулы къ цезiю, мы получимъ общую формулу для всѣхъ повторяющихся периодовъ. Полагая и здѣсь $x_2 = x_1$, $f_2 = nf_1$, $q = n'z_2$, мы получимъ:

$$h = \frac{x_1 q}{m_1 f_1} = \frac{x_1 n' z_2}{m_1 f_1} = \frac{n' x_1^2}{10 n m_1 f_1^2}.$$

Если $n = n'$, мы будемъ имѣть:

$$h = \frac{x_1^2 z}{10 m_1 f_1^2} = 226,7.$$

$$q = \frac{x_1}{10 f_1} = z_1 = q_1. \quad (8)$$

Слѣдовательно, періодъ повторяется при условіи $n = n'$, или $\frac{f_2}{f_1} = \frac{q}{z_2}$, откуда

$$qf_1 = f_2 z_2$$

$$\frac{qx_1}{10z_1} = \frac{x_2}{10z_2} z_2 = \frac{x_2}{10}$$

$$q = z_1$$

Итакъ, для повторенія періода нужно, чтобы онъ равнялся окружности начального элемента. Отсюда слѣдуетъ, что два раза одинъ и тотъ же періодъ повториться не можетъ, ибо для этого требуется $q = z_2 = z_1$, а мы имѣемъ $q = z_1 = nz_2$, гдѣ n означаетъ происходящее при образованіи новой окружности ослабленіе силы сѣпленія, которое, какъ мы видѣли, идетъ отъ цикла къ циклу въ совершенно правильномъ порядкѣ. Эти формулы одинаково прилагаются и къ калию; онѣ имѣютъ равное значеніе для полныхъ и сокращенныхъ періодовъ. На основаніи ихъ мы можемъ судить, на сколько возможны новые періоды послѣ цезія. Такъ какъ цезій, согласно съ выводомъ второй главы, имѣетъ окружность равную 62,4, то изъ этого прямо слѣдуетъ, что повтореніе прежняго періода, равнаго 46, здѣсь не можетъ имѣть мѣста. Самое строеніе цезія показываетъ, что тутъ должна образоваться новая окружность, ибо окружность цезія равна нейтральному поясу, слѣдовательно вмѣстѣ съ послѣднимъ будетъ всецѣло нейтрализована при образованіи новой окружности. Однако, ни та, ни другая изъ выведенныхъ выше формулъ, ни формула полного періода, ни формула сокращеннаго періода къ цезію не прилагаются. Первая даетъ: $\frac{10z}{x} = \frac{624}{6,9} = 90,4$. Этотъ періодъ заключаетъ въ себѣ и золото, которое отстоитъ отъ цезія на 63,5; но такъ какъ послѣднее, согласно съ положеніемъ мѣди и серебра въ предъидущихъ циклахъ, должно стоять приблизительно посрединѣ цикла, то очевидно, что циклъ, равный 90,4, будетъ слишкомъ малъ. Что же касается до второй формулы, то она даетъ $\frac{mz}{x} = \frac{132,7 \times 62,4}{6,9} = 1196,88$. Этотъ періодъ очевидно будетъ слишкомъ великъ. Все, что можно предположить, это то, что числитель въ новомъ періодѣ опредѣляется отношеніемъ двухъ предъидущихъ, то есть, что вмѣсто m или 10 стоитъ $\frac{m}{10}$; тогда q будетъ равно 119,68. Получится нѣсколько менѣе удвоенной окружности, при чемъ золото будетъ приблизительно стоять по-

среди періода. Таковъ дѣйствительно долженъ быть приблизительный размѣръ послѣдняго цикла, исходящаго отъ цезія; но вопросъ состоитъ въ томъ: есть ли это настоящій циклъ, то есть, приводитъ ли онъ опять къ какому-нибудь щелочному металлу? Послѣдній долженъ былъ бы имѣть силу сдѣвленія равную 0,00576, т. е. вдвое меньшую, нежели у цезія, и гораздо меньшую, нежели сила сдѣвленія элемента, имѣющаго наименьшую изъ всѣхъ силу сдѣвленія, урана, у котораго $f = 0,008117$. При этомъ онъ имѣлъ бы плотность равную 1,83, слѣдовательно меньшую, нежели плотность цезія (1,88), и въ десять разъ меньшую, нежели плотность урана, при громадномъ объемѣ въ 137,87, почти вдвое превосходящемъ объемъ цезія (70,6). Такое строеніе представляется совершенно неправдоподобнымъ; а потому мы приходимъ къ заключенію, которое уже съ самаго начала казалось весьма вѣроятнымъ, что циклы, опредѣляемые промежутками между двумя щелочными металлами, исчерпываются періодомъ ихъ основной силы сдѣвленія.

Итакъ, вытекающія изъ теоріи начала даютъ намъ простыя и ясныя формулы для всѣхъ послѣдовательныхъ цикловъ системы химическихъ элементовъ, формулы, выражающія основныя отношенія главныхъ факторовъ, то есть, количества матеріи, входящей въ составъ атома, и ея распредѣленія между центромъ и окружностью. Такой результатъ служитъ, можно сказать, самымъ блистательнымъ подтвержденіемъ правильности выводовъ.

Но мы видимъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что h является по существу своему измѣнчивою величиною; что же означаетъ ея постоянство въ элементахъ втораго цикла? Объясненіе даетъ намъ формула (5). Прилагая ее, съ одной стороны къ натрію, съ другой стороны къ остальнымъ элементамъ втораго цикла, мы замѣчаемъ, что значительная разница величинъ h зависитъ не отъ количества прибывающей матеріи (q), ибо оно почти одинаково во всемъ циклѣ, и не отъ величины силы сдѣвленія, ибо f у натрія меньше, нежели, напримѣръ, у магнія, но больше, нежели у хлора, а главнымъ образомъ отъ отношенія потерь: у натрія потеря остается пропорціональною потерѣ соответствующаго элемента перваго цикла, а у остальныхъ элементовъ потеря сокращается, что и порождаетъ совершенно иное отношеніе. Слѣдовательно, постоянство коэффициента означаетъ, что во всемъ циклѣ потери сокращаются по одному и тому же закону. Мы можемъ даже замѣтить, что магній представляетъ въ этомъ отношеніи нѣкоторую

особенность, которая должна отразиться на величинѣ коэффициента. Эта особенность состоитъ въ томъ, что при сокращеніи потерь магній одинъ нѣсколько уплотняется, тогда какъ всѣ остальные элементы разрѣжаются. Въ ряду щелочно-земельныхъ металловъ разрѣженіе происходитъ уже въ третьемъ циклѣ, и здѣсь h для кальція опять равно 100, какъ можно видѣть изъ слѣдующаго расчета: $h = \frac{x, q}{p_1} = \frac{8,94 \times 15,97}{1,425} = 100$. Подобный результатъ оправдываетъ всѣ предъидущіе выводы. А такъ какъ потеря зависитъ, съ одной стороны, отъ количества массы, съ другой стороны отъ ея распредѣленія между центромъ и окружностью, то мы должны еще рассмотреть, какое измѣненіе происходитъ въ этомъ распредѣленіи, когда элементъ перваго цикла становится ядромъ элемента втораго.

Мы видѣли, что отъ окружности первоначальнаго ядра, то есть элемента перваго цикла, въ теченіи процесса оттягивается къ новой окружности все большее и большее количество матеріи. Возьмемъ же тотъ элементъ, въ которомъ окружность первоначальнаго ядра потеряла всего больше, именно хлоръ, и посмотримъ, какъ тутъ измѣнились отношенія.

Фторъ, какъ мы вывели въ предъидущей главѣ, имѣетъ ядро равное 6,9 и окружность равную 8,69, при нейтральномъ поясѣ 3,47. Когда онъ становится ядромъ хлора, новая окружность оттягиваетъ къ себѣ 9,69, слѣдовательно не только всю первоначальную окружность, но и единицу изъ нейтральнаго пояса, оставшая часть котораго остается принадлежностью новаго ядра. Такъ какъ хлоръ имѣетъ ту же эквивалентность, и основную и приточную, какъ и фторъ, то согласно съ объясненіемъ предъидущей главы, ядро фтора, при переходѣ въ новый элементъ, остается неизмѣннымъ. Слѣдовательно, ядро хлора состоитъ, въ свою очередь, изъ двухъ частей: внутренней, или центральной, равной 6,9, и наружной, или периферической, равной 2,47. Какое же отношеніе этихъ двухъ частей? $\frac{2,47}{6,9} = 0,36 = 10f$. Такимъ образомъ, мы имѣемъ здѣсь то же самое отношеніе, какое существуетъ между центромъ и окружностью совокупнаго элемента, только въ обратномъ порядкѣ. Слѣдовательно, для сохраненія силы сцѣпленія атома, надобно уравнивать дѣйствіе центра такимъ количествомъ окружности, которое возстановляло бы нормальную силу сцѣпленія. А такъ какъ дѣйствіе окружности на частицу, находящуюся подъ влияніемъ центра, пропорціонально массѣ первой и обратно про-

порціонально массѣ втораго, и наоборотъ ¹⁾, то для возстановленія равновѣсія мы должны имѣть: $\frac{6,9}{n} = 0,36$. Или, что тоже самое: для возстановленія равновѣсія требуется, чтобы центральная и окружная массы находились въ обратномъ отношеніи къ стоящей между ними частицѣ. Слѣдовательно, мы должны имѣть: $\frac{6,9}{24,7} \cdot \frac{2,47}{n} = \frac{6,9}{n} = 0,36$. Отсюда $n = 19,1$. Итакъ, часть новой окружности, равная 19,1, пойдетъ на уравновѣшеніе дѣйствія центральной части ядра; а такъ какъ вся окружность равна 26, то остается затѣмъ 6,9, часть равная центру, которая, находясь къ наружной части ядра въ отношеніи равномъ нормальной силѣ сцѣпленія, играетъ относительно ея роль окружности. Назвавши эти четыре составныя части атома a , b , c и d , мы имѣемъ: $\frac{a}{d} = \frac{b}{c} = \frac{x}{z} = 10f$. Такимъ образомъ, отношеніе крайнихъ равно отношенію среднихъ, и мы получаемъ слѣдующее строеніе, выражающее внутреннее равновѣсіе атома при данной силѣ сцѣпленія, или наоборотъ, выражающее силу сцѣпленія атома при данномъ распредѣленіи матеріи:

$$a = 6,9$$

$$b = 2,47$$

$$c = 6,9$$

$$d = 19,1$$

35,37.

Это строеніе даетъ намъ слѣдующія отношенія:

$$ac = a^2 = bd = (x-a)(z-a) = xz - a(x+z) + a^2 \quad (10)$$

$$a = \frac{xz}{x+z} = \frac{xz}{m} = \frac{x(m-x)}{m} = \frac{mx-x^2}{m} = \frac{z(m-z)}{m}$$

$$x^2 = m(x-a) = bm, \quad z^2 = m(z-a) = dm \quad (11)$$

$$x = \frac{m}{2} - \sqrt{\frac{m^2}{4} - am}, \quad z = \frac{m}{2} + \sqrt{\frac{m^2}{4} - am}. \quad (12)$$

$$a = \frac{b}{10f} = 10fd = \frac{x}{10f+1} = 10f(z-a) = 10f\left(\frac{m}{10f+1} - a\right) = \frac{10fm}{(10f+1)^2} \quad (13)$$

$$10f^2 - \frac{fm}{a} + 2f + 0,1 = 0$$

¹⁾ См. глава 2-я, стр. 35. Ср. Thomson und Tait: Handbuch der theor. Physik, § 812.

$$f = \frac{m-2a \pm \sqrt{m^2 - 4am}}{20a} \quad (14)$$

Итакъ, въ этой системѣ равновѣсія внутренняя часть окружности (с) равняется центральной части ядра (а) и является среднею пропорціональною между двумя остальными, окружающими ее факторами, между внѣшнею частью ядра (b) и внѣшнею же частью окружности (d). Ядро (x), съ своей стороны, является среднею пропорціональною между наружною его частью (b) и всею массою (m), и точно также окружность (z) является среднею пропорціональною между внѣшнею ея частью (d) и всею массою (m).

Посмотримъ, на сколько эти отношенія прилагаются къ остальнымъ элементамъ втораго цикла.

Мы имѣемъ для сѣры $f=0,0472$, $x=10,26$. Прилагая формулу $a = \frac{x}{10f+1}$, получаемъ $a = 6,96$, то есть, почти совершенно то самое, что мы признали ядромъ кислорода. Вычисляя послѣднее, мы даже пренебрегли дробью 0,2, которой положеніе осталось неопредѣленнымъ, и приняли прямо 6,9, какъ число равное ядру натрія. Здѣсь избытокъ равняется всего 0,06, слѣдовательно втрое меньше означенной величины. Такимъ образомъ, мы для сѣры получаемъ слѣдующее строеніе, основанное на тѣхъ же началахъ, какъ и строеніе хлора.

$$\begin{array}{r} a = 6,96 \\ b = 3,3 \\ c = 6,96 \\ d = 14,76 \\ \hline 31,98. \end{array}$$

Фосфоръ даетъ намъ еще ближе подходящія числа: $\frac{10,4}{1,505} = 6,91$. Имѣя въ виду весьма не точное опредѣленіе величины силы сцѣпленія, мы можемъ прямо принять для строенія этого элемента:

$$\begin{array}{r} a = 6,9 \\ b = 3,5 \\ c = 6,9 \\ d = 13,66 \\ \hline 30,96. \end{array}$$

Прилагая тѣ же формулы къ силицію, получаемъ: $\frac{10,18}{1,571} = 6,48$, то есть, именно ту самую величину, которую мы получили выше для $h = 100$, и здѣсь мы можемъ видѣть, почему ядро алмаза не

можетъ сохраниться при переходѣ углерода въ силицій. Взявши уравненія: $a^2 = bd$, $a + b + c + d = 28$, мы получимъ:

$$a^2 = (28 - 2a)d - d^2$$

$$d = 14 - a \pm \sqrt{(14 - a)^2 - a^2}$$

Если $a = 7$, то и $d = 7$; уравнение $a^2 = bd$ удовлетворяется только равенствомъ всѣхъ терминовъ, при которомъ $f = 0,1$, что вовсе не соответствуетъ силѣ сдѣвленія силиція, и мы ни коимъ образомъ не получимъ $x = 10,18$. Отсюда видно, что ядро алмаза не можетъ сдѣлаться центромъ для системы равновѣсія, требуемой для силиція. Необходимо сокращеніе ядра, и сокращеніе именно въ томъ размѣрѣ, который указывается величиною коэффиціента $h = 100$. Эти два вывода исходятъ отъ совершенно разныхъ основаній, а потому поддѣрживаютъ другъ друга.

Алюминій опять даетъ совершенно правильное построеніе: $\frac{10,08}{1,5946} = 6,32$, слѣдовательно то самое ядро, которое было выведено выше для бора, и мы получимъ:

$$a = 6,32$$

$$b = 3,76$$

$$c = 6,32$$

$$d = 10,64$$

$$27,04.$$

Одинъ магній представляетъ какъ будто уклоненіе отъ этихъ началъ. Въ самомъ дѣлѣ $\frac{8,94}{1,596} = 5,6$, а не 4,2, составляющіе, по теоріи, ядро бериллія. Однако и эта кажущаяся аномалія объясняется весьма просто, если мы обратимъ вниманіе на выведенное выше строеніе бериллія. Мы опредѣлили его (стр. 96) слѣдующимъ образомъ: $x = 4,2$, $y = 2,12$, $z = 2,76$. Кромѣ центра и окружности, здѣсь есть еще довольно значительный нейтральный поясъ, который не можетъ уничтожиться при переходѣ бериллія въ магній, ибо этотъ переходъ совершается посредствомъ уплотненія, а не разрѣженія. Онъ не присоединяется и къ центру, ибо эквивалентность остается та же. слѣдовательно, и въ новомъ соединеніи онъ останется на своемъ мѣстѣ, при чемъ пропорціональныя его части будутъ играть роль центра и окружности новаго ядра. Тамъ же мы предположили, на основаніи представляющихъ въ дѣйствительности отношеній, что всѣ части литія, отъ котораго происходятъ составныя части бериллія, строятся по типу

3:7. Слѣдовательно и нейтральный поясъ будетъ состоять изъ трехъ частей, равняющихся каждая 0,7. А такъ какъ отношеніе $\frac{4,2}{2,62 (=2,76-0,14)}$ равняется приблизительно двумъ третямъ, то изъ нейтрального пояса 1,4 будутъ играть роль центра въ новомъ соединеніи, а 0,7 роль окружности. Присоединивъ эти 1,4 къ 4,2, мы и получимъ найденные выше 5,6, и тогда образуется слѣдующее строеніе:

$$x = \left\{ \begin{array}{l} 4,2 \\ 1,4 \\ 0,7 \\ 2,64 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 5,6 = a \\ 3,34 = b \end{array}$$

$$z = \left\{ \begin{array}{l} 5,6 \\ 9,4 \end{array} \right\} \begin{array}{l} = c \\ = d \end{array}$$

23,94

Наконецъ, посмотримъ, что дастъ намъ натрій. Его ядро равняется 6,9, а $\frac{6,9}{1,42857} = 4,83$. Но здѣсь эта величина означаетъ не центръ, а окружность ядра, ибо мы знаемъ, что центръ натрія равняется 2,1, или, при сокращеніи ядра, $6,9 - 4,83 = 2,07$. Мы знаемъ, кромѣ того, что по теоріи, отношеніе этого центра къ окружности ядра должно быть тоже самое, какое существуетъ между совокупнымъ ядромъ и окружностью атома; и точно, $\frac{2,07}{4,83} = \frac{6,9}{16,1} = 0,042857$. Слѣдовательно, прилагая къ натрію выведенный выше законъ, по которому отношеніе крайнихъ равно отношенію среднихъ, мы получимъ для него слѣдующее строеніе:

$$a = 2,07$$

$$b = 4,83$$

$$c = 11,27$$

$$d = 4,83$$

23,00.

Мы видимъ, что отношенія здѣсь тѣ же; разница состоитъ лишь въ томъ, что среднюю пропорціональную являются не внутреннія, а наружныя части ядра и окружности. Вслѣдствіе этого, наружная часть окружности натрія меньше внутренней, тогда какъ у всѣхъ остальныхъ элементовъ этого цикла получается обратное отношеніе. Эта разница находится въ связи съ указаннымъ выше преобладаніемъ колебательнаго движенія въ первомъ и вращательнаго въ другихъ. Извѣстно, что дѣйствіе вращательнаго дви-

женія состоитъ въ томъ, что оно отбрасываетъ наружу тяжелѣйшія части; въ колебательномъ движеніи, напротивъ, толчокъ, направленный въ сторону противоположную центростремительной силѣ, отбрасываетъ дальше легчайшія части, а при обратномъ толчкѣ скорѣе придвигаются къ центру тяжелѣйшія. Вслѣдствіе этого, при колебательномъ движеніи, наружная часть находящейся на поверхности массы должна быть легче и меньше внутренней. Мы видимъ, что результаты, полученные съ совершенно различныхъ точекъ зрѣнія, при разныхъ основаніяхъ, окончательно совпадаютъ, подтверждая и дополняя другъ друга. Теорія со всѣхъ сторонъ находитъ себѣ оправданіе.

Формулы, выражающія внутреннее строеніе элементовъ втораго цикла, даютъ намъ новый способъ опредѣлить отношеніе ихъ къ элементамъ перваго. Мы имѣемъ здѣсь новое условіе, которое равносильно сокращенію одной неизвѣстной. На основаніи формулъ (13) и (14), въ связи съ формулою (3), мы имѣемъ:

$$x_2 = x_1(10f_2 + 1) = x_1 \frac{m_2 - \sqrt{m_2^2 - 4x_1 m}}{2x_1} = \frac{hp_1}{q} = \frac{hp_1}{m_2 - m_1}$$

$$q(10f_2 + 1) = \frac{(m_2 - m_1)(m_2 - \sqrt{m_2^2 - 4x_1 m_2})}{2x_1} = \frac{hp_1}{x_1} = q'$$

$$(m_2 - m_1)(m_2 - \sqrt{m_2^2 - 4x_1 m_2}) = 2hp_1 = \varphi.$$

Рѣшая это уравненіе, мы получаемъ:

$$m_2^3 - m_2^2(2m_1 + q') + m_2(m_1^2 + m_1 q') + x_1 q_1^2 = 0. \quad (15)$$

Слѣдовательно, зная величины перваго цикла m_1 и p_1 , а также постоянную превращенія h , мы прямо можемъ опредѣлить величину соотвѣтственныхъ элементовъ втораго цикла, а съ тѣмъ вмѣстѣ и количество привходящей массы q , и силу сдѣвленія новыхъ элементовъ, которая, по формулѣ (14), опредѣляется величинами m_2 и $a = x_1$, а зная силу сдѣвленія, мы можемъ опредѣлить плотность и все внутреннее строеніе этихъ элементовъ. Для насъ становится понятнымъ, почему для разныхъ элементовъ q получаетъ разную величину: 14,86 для магнія, 16,4 для алюминія, 16,03 для силиція, 16,95 для фосфора и т. д.

Намъ нѣтъ нужды опредѣлять величину элементовъ втораго цикла, такъ какъ они намъ совершенно достовѣрно извѣстны изъ опыта. Но мы можемъ посредствомъ той же формулы сдѣлать обратную провѣрку, взявши атомистическій вѣсъ элементовъ втораго цикла, какъ данныя, и опредѣливши по нимъ соотвѣтствующую

щія величины перваго цикла. Для этого нужно только видоизмѣнить формулу (15), принявши q' за неизвѣстную. Мы получимъ:

$$x_1 q_1'^2 - q'(m_2^2 - m_2 m_1) + m_2 m_1^2 - 2m_2^2 m_1 + m_2^3 = 0$$

$$q' = \frac{m_2^2 - m_2 m_1 \pm \sqrt{(m_2^2 - m_2 m_1)^2 - 4x_1(m_2 m_1^2 - 2m_2^2 m_1 + m_2^3)}}{2x_1}$$

$$\varphi = 2hp_1 = m_2(m_2 - m_1) \pm \sqrt{m_2^2(m - m_1)^2 - 4x_1 m_2(m_2 - m_1)^2}. \quad (16)$$

Рѣшая эти уравненія для различныхъ элементовъ, при чемъ радикаль всегда долженъ быть взятъ съ отрицательнымъ знакомъ, мы получимъ для фтора $\varphi = 30,66$, $p = 1,533$, для кислорода $\varphi = 32,28$, $p = 1,614$, для азота $\varphi = 35,16$, $p = 1,758$, для углерода $\varphi = 32,65$, $p = 16,32$, для бора $\varphi = 32,26$, $p = 1,613$, наконецъ для бериллія (при $x = 5,6$) $\varphi = 26,55$, откуда, взявши $\frac{h}{10} = 9,56$, получается $p = 1,383$. Мы видимъ, какъ близко эти цифры подходятъ къ настоящимъ. Только для азота получается довольно значительное отступленіе ($p = 1,758$ вмѣсто 1,696). Оно произошло оттого, что мы взяли $h = 100$. Чтобы получить 1,696, надобно взять $h = 103,6$, согласно съ тѣмъ, что вычислено выше. Крoется ли причина этой небольшой неправильности въ несовѣмъ точномъ опредѣленіи силы сдѣвленія азота или фосфора, мы пока не можемъ рѣшить. Во всякомъ случаѣ, въ цѣломъ совпаденіе чисель таково, что большаго нельзя желать. Мы видимъ, что теорія даетъ совершенно рaціoнальный математическій законъ для отношенія элементовъ перваго цикла къ элементамъ втораго.

Передъ нами раскрывается вмѣстѣ съ тѣмъ значеніе втораго цикла. Первый циклъ образовалъ рядъ элементовъ, которые должны служить ядромъ для послѣдующихъ сочетаній. Второй циклъ образуетъ вокругъ этихъ ядеръ новую окружность, которая, оставляя неприкосновеннымъ ихъ центральный факторъ, видоизмѣняетъ величину ихъ первоначальной окружности и даетъ имъ окончательное строеніе. Съ третьимъ цикломъ образуется опять новая окружность, которая нейтрализуетъ предъидущую; но ядро, отдѣленное отъ новой окружности вновь образовавшимся нейтральнымъ поясомъ, остается безъ измѣненія. Такимъ образомъ, мы имѣемъ готовые ядра для всѣхъ дальнѣйшихъ элементовъ соотвѣтствующихъ рядовъ; а такъ какъ намъ изъ опыта извѣстны вѣсъ и плотность этихъ элементовъ, слѣдовательно и ихъ сила сдѣвленія, то мы теперь прямо можемъ построить разбираемые ряды, прилагая формулы: $x = 10fz$, $m = x + y + z$. Таблица будетъ слѣдующая:

Li		Be		B		C		N		O		F	
m=7,01 d=0,5882 f=0,042857	2,1 4,9	m=9,08 d=1,64 f=0,1532	4,2 2,12 2,76	m=10,9 d=2,68 f=0,1492	6,32 0,38 4,2	m=11,97 d=3,3 f=0,142	7,01 4,96	m=14,01 d=3,29 f=0,121	6,9 1,42 5,69	m=15,96 d=2,83 f=0,103	6,9 2,37 6,69	m=19,06 d=2,05 f=0,0793	6,9 3,47 8,69
Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl	
m=23 d=0,97 f=0,042857	6,9 16,1	m=23,94 d=1,74 f=0,0596	8,94 15	m=27,04 d=2,56 f=0,059467	10,08 16,96	m=28 d=2,49 f=0,0571	10,18 17,82	m=30,96 d=2,3 f=0,0505	10,4 20,56	m=31,98 d=2,04 f=0,0472	10,26 21,72	m=35,37 d=1,38 f=0,036	9,37 26
K		Ca		Sc		Ti		As		Se		Br	
m=39,1 d=0,86 f=0,021428	6,9 32,2	m=39,91 d=1,57 f=0,03415	8,94 4,8 26,17	m=43,97 d=2,5 f=0,0365	10,08 5,89 28	m=48 d=3,88 f=0,0363	10,18 9,78 28,04	m=74,9 d=5,67 f=0,02435	10,4 21,79 42,76	m=78,87 d=4,6 f=0,02261	10,26 23,24 45,37	m=79,76 d=2,97 f=0,020847	9,37 25,43 44,96
Rb		Sr		Y		Zr		Sb		Te		J	
m=85,2 d=1,52 f=0,01575	7,2 32 46	m=87,3 d=2,5 f=0,01833	8,94 29,59 48,77	m=89,6 d=3,69 f=0,0193	10,08 27,29 52,23	m=90,4 d=4,15 f=0,01946	10,18 27,94 52,28	m=119,6 d=6,7 f=0,015475	10,4 42 67,2	m=126,3 d=6,25 f=0,014568	10,26 45,74 70,3	m=126,54 d=4,94 f=0,0142	9,37 51,17 66
Cs		Ba		La		Ce		Bi					
m=132,7 d=1,88 f=0,011061	6,9 63,4 62,4	m=136,86 d=3,75 f=0,01266	8,94 57,32 70,6	m=138,5 d=6,2 f=0,01327	10,08 55,52 72,9	m=141,2 d=6,7 f=0,01311	10,18 53,37 77,65	m=207,5 d=9,82 f=0,00915	10,4 83,44 113,66				

Въ этой таблицѣ плотность и сила сцѣпленія скандія, иттрія и титана опредѣлены не на основаніи опыта, ибо эти элементы не изслѣдованы, а на основаніи соображеній, которыя будутъ изложены ниже, при разсмотрѣніи прогрессій третьяго и четвертаго цикловъ. Здѣсь же обратимъ вниманіе на кажущуюся неправильность въ построеніи рядовъ, гдѣ стоятъ эти элементы. Сравнивая ихъ съ рядомъ щелочныхъ металловъ, мы замѣчаемъ, что послѣдніе строятся въ совершенно правильной послѣдовательности: въ третьемъ циклѣ окружность удваивается, затѣмъ въ четвертомъ эта удвоенная окружность нейтрализуется, наконецъ въ пятомъ удваивается нейтральный поясъ. Слѣдующіе за щелочными металлами ряды, то есть второй, третій и четвертый, представляютъ въ послѣднихъ циклахъ совершенную аналогію съ этимъ построеніемъ: въ четвертомъ циклѣ нейтральный поясъ стронція, иттрія и цирконія близко подходитъ по величинѣ къ нейтральному поясу рубидія и приблизительно равняется окружности соотвѣтствующаго элемента въ предъидущемъ циклѣ; въ пятомъ же циклѣ этотъ нейтральный поясъ приблизительно удваивается. Но въ третьемъ циклѣ мы видимъ иное: здѣсь начинается образованіе нейтральнаго пояса, котораго нѣтъ еще въ соотвѣтствующемъ элементѣ перваго ряда, въ калии; этотъ маленькій придатокъ берется неизвѣстно откуда и является какъ бы остаткомъ отъ математической операціи. Однако это недоумѣніе исчезнетъ, если мы ядро и окружность разложимъ на составныя ихъ части, согласно съ изложенною выше теорією. Какъ видно изъ таблицы, образованіе нейтральнаго пояса начинается со втораго ряда. Взявши выведенное выше строеніе магнія и сопоставивъ съ нимъ основанное на тѣхъ же началахъ строеніе кальція, мы получимъ слѣдующіе два порядка:

Mg	Ca
$a = 5,6$	5,6
$b = 3,34$	3,34
$c = 5,6$	4,8
$d = 9,4$	9,78
$(q = 15,97)$	16,4.

Мы видимъ, какимъ образомъ всѣ составныя части кальція образуются изъ составныхъ частей магнія, и этотъ переходъ станетъ для насъ еще яснѣе, если мы сообразимъ, что при этомъ происходитъ разрѣженіе. У магнія плотность равна 1,74, у кальція 1,57. Сообразно съ этимъ окружность послѣдняго увеличивается

на счетъ среднихъ элементовъ: приводящая масса $q = 15,97$, наружный же элементъ окружности кальція равняется 16,4. Если бы мы предположили, что q остается неизмѣннымъ, то получилось бы для силы сдѣлленія кальція 0,035, а для плотности 1,66. И тутъ было бы разрѣженіе, но въ гораздо меньшей степени, и мы получили бы слѣдующее построеніе:

Ca

$$\begin{aligned} a &= 5,6 \\ b &= 3,34 \\ y &= 5,46 \\ c &= 9,54 \\ d &= 15,97. \end{aligned}$$

Мы видимъ, что при меньшемъ разрѣженіи измѣненіе происходитъ весьма незначительное; при большемъ же разрѣженіи частицы передвигаются отъ середины къ окружности, и для нейтральнаго пояса остается меньше. То же самое повторяется и въ третьемъ ряду, гдѣ скандій, по вычисленію, имѣетъ нѣсколько меньшую плотность, нежели алюминій, вслѣдствіе чего соотвѣтствующій факторъ уменьшается съ 6,32 до 5,89, хотя онъ все-таки нѣсколько больше, нежели въ кальціи. слѣдующее сопоставленіе показываетъ это наглядно:

Al	Sc
$a = 6,32$	6,32
$b = 3,76$	3,76
$c = 6,32$	5,89
$d = 10,64$	10,66
$(q = 16,93)$	17,34.

Но если бы, вмѣсто разрѣженія, произошло уплотненіе, мы имѣли бы обратное явленіе. Ниже, при анализѣ третьяго цикла, мы увидимъ, что принятая здѣсь плотность для скандія есть минимальная. Максимальная же даетъ $d = 2,62$, $f = 0,0368$. При этихъ условіяхъ получается $x = 10,08$, $y = 6,5$, $z = 27,39$. Мы видимъ, что, при оказывающемся здѣсь небольшомъ уплотненіи ($2,62 > 2,56$) нейтральный поясъ не уменьшается, а нѣсколько увеличивается противъ соотвѣтствующаго фактора въ алюминіи. При еще большемъ уплотненіи должно происходить еще большее увеличеніе, какъ можно видѣть въ четвертомъ рядѣ, гдѣ титанъ гораздо плотнѣе силиція, вслѣдствіе чего нейтрализуемый факторъ значительно увеличивается. Это показываетъ слѣдующее сопоставленіе:

Si	Ti
$a = 6,48$	6,48
$b = 3,7$	3,7
$c = 6,48$	9,78
$d = 11,34$	10,19
$(q = 20)$	17,85

При этомъ уменьшается не только наружная часть прежней окружности, но и самая привходящая масса q . Такимъ образомъ, появляющійся въ третьемъ циклѣ нейтральный поясъ все растетъ, и въ послѣднихъ рядахъ достигаетъ уже такой величины, которая даетъ совершенно правильное построение всей системѣ. Достаточно бросить взглядъ на три послѣдніе ряда въ таблицѣ, чтобы убѣдиться, до какой степени выведенный для щелочныхъ металловъ законъ наглядно здѣсь прилагается: въ третьемъ циклѣ нейтрализуется окружность втораго, въ четвертомъ нейтральный поясъ удваивается, а въ пятомъ, на сколько, по крайней мѣрѣ, можно судить по висмуту, происходитъ новое удвоение. А между тѣмъ вся эта система построена на ядрахъ, вычисленныхъ на основаніи коренныхъ формулъ, но безъ всякаго отношенія къ означенной послѣдовательности. И тутъ нельзя не видѣть весьма вѣскаго довода въ пользу правильности вычисления. Разложение элементовъ на составные факторы еще болѣе подтверждаетъ этотъ выводъ. Оно даетъ слѣдующее построение:

P	As	Sb	Bi
6,9	6,9	6,9	6,9
3,5	3,5	3,5	3,5
6,9	21,79	42	83,6
13,66	14,38	42,71	22,61
}	28,33	44,59	75,42
} 20,5	$(q = 43,94)$		$(q = 44,7)$
			$(q = 87,9)$
S	Se	Te	
6,9	6,9	6,9	
3,36	3,36	3,36	
6,9	23,24	45,74	
14,62	14,87	22,92	
}	30,5	47,37	
} 21,52	$(q = 46,89)$		$(q = 47,43)$
Cl	Br	J	
6,9	6,9	6,9	
2,47	2,47	2,47	
6,9	25,43	51,17	
19,1	11,87	17,41	
}	33,09	48,59	
} 26	$(q = 44,39)$		$(q = 46,78)$

Мы видимъ, какимъ образомъ привходящая масса q постоянно уравнивается въ третьемъ циклѣ совокупностью ядра, а въ четвертомъ центральнымъ факторомъ того же ядра. Построенная на принятыхъ началахъ система въ самыхъ сложныхъ подробностяхъ находить себѣ оправданіе.

При всей этой необыкновенной правильности, между рядами оказывается однако существенный пробѣлъ. Между тѣмъ какъ разность вѣса силиція и фосфора равняется всего 2,96, разность между титаномъ и мышьякомъ простирается до 26,9. И вся она падаетъ на нейтральный поясъ и на окружность. Полученныя отъ предыдущаго цикла ядра этихъ элементовъ почти одинаковы; но въ нейтральномъ поясѣ оказывается разность болѣе, нежели на 12 единицъ, и еще большая разность оказывается въ окружностяхъ. То же самое повторяется и въ слѣдующихъ циклахъ. Послѣдовательное строеніе системы приводитъ къ пробѣлу, въ который вставляется рядъ промежуточныхъ элементовъ.

Мы должны теперь изслѣдовать законъ, по которому образуются эти элементы.

ГЛАВА V.

Законъ образованія промежуточныхъ элементовъ.

Элементы третьяго цикла, со всѣми относящимися къ нимъ величинами, на основаніи опытныхъ данныхъ, представляются въ слѣдующемъ видѣ:

	m	d	$r(d)^1$	v	vm	p	f	$r(f)$	u	ω
K	39,03	0,86	0,8068	1,1643	45,4	0,8357	0,021428	0,01446	1,36	0,6145
Ca	39,91	1,57		0,637	25,42	1,363	0,034153		1,5767	0,8644
Sc	43,97	?	0,3512	?	?	?	?	0,0001278	?	?
Ti	48	?		?	?	?	?		?	?
V	51,1	5,5	0,9629	0,182	9,3	1,818	0,035583	0,00019	1,5405	1,1801
Cr	52,45	6,8	0,5106	0,145	7,6	1,855	0,035327	0,000471	1,5043	1,233
Mn	54,8	8,	-0,1852	0,125	6,85	1,875	0,034215	0,000662	1,4866	1,262
Fe	55,88	7,8	+0,373	0,128	7,16	1,871	0,0335	0,000485	1,496	1,251
Ni	58,56	8,8	-1,66	0,115	6,73	1,885	0,0322	0,000944	1,486	1,2684
Co	58,74	8,5	+0,6756	0,114	6,69	1,886	0,03205	0,000494	1,485	1,2699
Cu	63,18	8,8	-0,9706	0,1135	7,17	1,8865	0,029857	0,000699	1,502	1,255
Zn	64,88	7,15	-0,237	0,14	9,08	1,86	0,028668	0,000488	1,551	1,198
Ga	69,9	5,96	-0,058	0,167	11,7	1,8326	0,026217	0,0003734	1,606	1,14
?	?	?		?	?	?	?		?	?
As	74,9	5,67	-0,269	0,177	13,2	1,8238	0,02435	0,000438	1,6351	1,115
Se	78,87	4,6	-1,831	0,216	16,9	1,7832	0,02261	0,001981	1,686	1,059
Br	79,76	2,97	-0,2665	0,337	26,9	1,6628	0,020847	0,000916	1,758	0,945
Rb	85,2	1,52		0,658	56,1	1,342	0,015752		1,785	0,7518

¹⁾ $r(d)$ означаетъ разность послѣдовательныхъ плотностей на единицу вѣса

То же самое означаетъ $r(f)$ относительно силы сдѣвленія.

Какъ видно, въ этой таблицѣ есть нѣкоторые пробѣлы. Кромѣ того, указанныя опытомъ величины далеко не могутъ считаться прочно установленными. Въ первомъ столбцѣ атомистическій вѣсъ никкеля и кобальта показанъ на основаніи новѣйшихъ изысканій Циммермана, которыя однако не суть еще окончательныя. Величины третьяго столбца, означающія удѣльный вѣсъ атомовъ, изъ котораго путемъ вычисленія выведены остальные, въ дѣйствительности при различныхъ условіяхъ весьма измѣнчивы, вслѣдствіе чего трудно получить настоящія цифры. Поэтому отъ совершенно точныхъ выводовъ, при нынѣшнемъ положеніи знанія, надобно отказаться. Но такъ какъ колебанія въ сущности не велики, то все-таки можно получить приблизительно вѣрные выводы, а это все, что требуется для общаго построенія системы.

Нельзя не замѣтить и нѣкоторыхъ неправильностей, особенно въ серединѣ цикла. Онѣ могутъ происходить отъ той же неточности опытовъ, но могутъ быть и другія причины. Для того чтобы во всѣхъ этихъ подробностяхъ получить нѣкоторыя твердыя точки опоры, необходимо прежде всего опредѣлить среднія величины и изслѣдовать вытекающія изъ нихъ отношенія.

Во второй главѣ мы видѣли, что приблизительно середину высшихъ цикловъ занимаютъ соответствующіе щелочнымъ металламъ тяжелые металлы: мѣдь, серебро и золото. Въ третьемъ циклѣ это мѣсто принадлежитъ мѣди. Взявши разность между плотностью мѣди (8,8) и плотностью калия (0,86) и раздѣливши ее на разность вѣса (63,18—39,03), мы получимъ для показателя средняго уплотненія: $r = 0,328778$. Отсюда, на основаніи уравненія (8) третьей главы

$$s_n = \frac{m_0}{\sqrt[2n]{2mr_0 + 1} - 1}$$

легко опредѣлить, какъ точку наибольшей силы сдѣвленія (m_2), такъ и поворотную точку (m_3) этой прогрессіи. Мы получимъ: $m_0 = 36,42$, $m_2 = 45,53$, $m_3 = 55,42$.

Такимъ образомъ, въ прогрессіи средняго уплотненія высшая точка силы сдѣвленія падаетъ между скандіемъ и титаномъ. На основаніи уравненія (3) третьей главы, эта точка лежитъ какъ разъ посрединѣ между нулевой точкою плотности (m_0) и концомъ періода наибольшей силы сдѣвленія; слѣдовательно послѣдній падаетъ на 54,64, то-есть, приблизительно совпадаетъ съ поворотною точкою, какъ и въ первомъ циклѣ. Величина наибольшей силы сдѣвленія бу-

доть здѣсь $f = \frac{2}{z} = 0,0366$. Дальнѣйшія вычисленія покажутъ, что эта цифра близко подходитъ къ дѣйствительности. Какъ видно, эта точка значительно подвинулась впередъ, что и должно произойти на основаніи формулы, въ силу которой, при возвышеніи нулевой точки плотности, либо прогрессія сокращается, какъ во второмъ циклѣ, либо періодъ долженъ удлиниться; послѣднее мы и находимъ здѣсь. По той же причинѣ подвигается впередъ и поворотная точка, которая и тутъ, также какъ въ первомъ циклѣ, падаетъ приблизительно на средину круговорота и, какъ мы замѣтили, почти совпадаетъ съ концомъ періода наибольшей силы сдѣвленія. Но между тѣмъ какъ въ первомъ циклѣ въ этомъ мѣстѣ оказывался промежутокъ, здѣсь этотъ увеличившійся вслѣдствіе удлиненія періода промежутокъ наполняется новыми элементами, и въ этомъ отношеніи замѣчательно, что поворотная точка падаетъ на желѣзо, составляющее начало трехъ срединныхъ рядовъ, которымъ нѣтъ ничего соотвѣтствующаго въ другихъ и которые поэтому ставятся химиками совершенно отдѣльно. Мы увидимъ, что въ слѣдующихъ циклахъ поворотная точка падаетъ на тотъ же рядъ.

Средняя прогрессія уплотненія объясняетъ намъ и то видимое отступленіе отъ предъидущихъ цикловъ, которое оказывается въ періодическомъ измѣненіи периферической скорости. Изслѣдуя первый циклъ, мы замѣтили, что въ прогрессіи равномернаго уплотненія вращательное движеніе идетъ все возрастая, периферическая же скорость, хотя претерпѣваетъ періодическое измѣненіе, но точка поворота падаетъ за предѣлы наибольшей плотности, такъ что и она идетъ постоянно увеличиваясь. Тоже самое повторяется и во второмъ циклѣ. Въ третьемъ же циклѣ, какъ можно видѣть изъ двухъ послѣднихъ столбцовъ нашей таблицы, вращательное движеніе по прежнему идетъ возрастая до середины цикла, периферическое же движеніе сперва возрастаетъ, но затѣмъ, отъ хрома до кобальта, понижается, послѣ чего, вступая въ періодъ разрѣженія, опять начинаетъ повышаться. Куда въ первой половинѣ цикла падаетъ точка поворота, изъ таблицы не видно, ибо для скандія и титана нѣтъ опытныхъ данныхъ. Средняя прогрессія уплотненія даетъ намъ разрѣшеніе этой задачи. Прилагая къ ней формулу (15) третьей главы, мы получимъ:

$$m = \frac{2rm_0^2 + m_0}{2rm_0 - 3} = 43,37.$$

И такъ, съ возвышеніемъ исходной точки (m_0) поворотъ въ прогрессіи периферической скорости отодвигается назадъ, что очевидно слѣдуетъ изъ самой формулы, ибо мы имѣемъ

$$m - m_0 = \frac{2rm_0^2 + m_0 - 2rm_0^2 + 3m_0}{2rm_0 - 3} = \frac{4}{2r - \frac{3}{m_0}}$$

Ясно, что чѣмъ больше m_0 , тѣмъ больше знаменатель и тѣмъ меньше дробь.

Такимъ образомъ, результаты, получающіеся изъ средней прогрессіи уплотненія, совершенно согласуются съ прежде сдѣланными выводами. Но эта средняя прогрессія заключаетъ въ себѣ два или даже три періода: сначала уплотненіе идетъ увеличиваясь, затѣмъ уменьшаясь, наконецъ между поворотною точкою и концомъ періода является колебаніе, которое отчасти можетъ происходить и отъ неточности наблюденій, но которое, по сравненію съ дальнѣйшими циклами, означаетъ переходъ отъ уплотненія къ разрѣженію. Взявши четыре элемента изъ первой половины цикла, напри- мѣръ калий, кальцій, ванадій и желѣзо, мы можемъ построить періодъ на основаніи установленныхъ прежде формулъ. Имѣя для промежутка между калиемъ и кальціемъ приблизительно $r = 0,8$ и отправляясь отъ формулъ:

$$\begin{aligned} d &= d_0 + rs - St \\ t &= \frac{d_0 - d_1 + rs_1}{S_1} = \frac{d_0 - d_2 + rs_2}{S_2} \\ S &= a(s - 1) + \frac{(s-2)(s-1)}{2} \end{aligned}$$

мы получимъ $a = -31,77$, $t = -0,01695$. Взявши $d = d_0 + rs + St$, мы получили бы тѣ же самыя цифры, но t съ положительнымъ знакомъ. Въ обоихъ случаяхъ St вычитывается, и въ результатѣ оказывается уменьшающееся увеличеніе, которое однако не даетъ намъ точныхъ цифръ для промежуточныхъ терминовъ. Для хрома мы будемъ имѣть $d = 6,11$, а для марганца 7,24, величины, которыя ниже дѣйствительныхъ, изъ чего слѣдуетъ, что плотности, вычисляемыя при этихъ данныхъ для скандія (2,79) и для титана (4,23), будутъ слишкомъ высоки, такъ какъ плотность промежуточнаго элемента, ванадія, взята настоящая. Наибольшая сила сцѣпленія, при этихъ условіяхъ, падаетъ приблизительно на 44,5, вмѣсто, 45,53, показанныхъ среднею прогрессіею. Если бы мы при построеніи періода ограничились тремя первымъ извѣст-

ными намъ элементами, калиемъ, кальціемъ и ванадіемъ, сдѣлавъ $a = 1$, то въ этомъ случаѣ точка наибольшей силы сдѣплена еще болѣе отодвинулась бы назадъ. Она пала бы приблизительно на 43, а плотности скандія и титана получились бы еще большія. Первая равнялась бы 4,1, а вторая 5,38. вмѣстѣ съ тѣмъ точка наибольшей плотности пала бы на 50,13, а слѣдующіе затѣмъ элементы представляли бы уже не уплотненіе, а разрѣженіе. Для хрома получилось бы $d = 5,34$, а для желѣза 4,28.

Очевидно, мы имѣемъ тутъ сложное явленіе съ двумя разнородными періодами. Попробуемъ связать ихъ, положивши въ основаніе, какъ мы дѣлали и прежде, не измѣненіе плотности, а измѣненіе силы сдѣплена. Такъ какъ изъ средней прогрессіи плотности оказалось, что поворотная точка падаетъ на желѣзо, то для опредѣленія періода силы сдѣплена, мы возьмемъ четыре извѣстные намъ элемента: калий, кальцій, ванадій и желѣзо. Какъ видно изъ таблицы, здѣсь $r = 0,01446$, и мы будемъ имѣть:

$$f = f_0 + rs - St$$

$$S = a(s-1) + \frac{(s-2)(s-1)}{2}$$

$$a = 276,05, \quad t = 0,00005154.$$

При такихъ данныхъ получится для скандія $f = 0,0365$, $d = 2,5$, для титана $f = 0,0363$, $d = 3,88$, для хрома $f = 0,03512$, $d = 6,33$, наконецъ для марганца $f = 0,034$, $d = 7,55$. Точка наибольшей силы сдѣплена опредѣлится уравненіями:

$$f' = r - at - ts + 1,5t = 0$$

$$s = \frac{r}{t} - a + 1,5 = 6,01$$

$$m = 39,03 + 6,01 = 45,04.$$

Точка наибольшей плотности, совпадая съ точкою наибольшей потери, опредѣлится по прежнему уравненіями:

$$p' = f'm + f$$

$$m = \frac{2r}{3t} - \frac{2a-2m_0}{3} + 1 \pm$$

$$\sqrt{\left(\frac{2r}{3t} - \frac{2a-2m_0}{3} + 1\right)^2 + \frac{f_0 - rm_0}{1,5t} + \frac{a(m_0+1) - 0,5m_0^2 - 1,5m_0 - 1}{1,5}} = 56,48.$$

Всѣ эти числа, какъ видно, довольно близко подходят и къ результатамъ средней прогрессіи уплотненія и къ опытнымъ дан-

нымъ. Поэтому мы можемъ считать эту прогрессию приблизительно правильною и принять ее для опредѣленія силы сдѣвленія, а слѣдовательно и неизвѣстной намъ изъ опыта плотности скандія и титана. Для перваго, какъ мы видѣли, получится $d = 2,5$, для втораго $d = 3,88$. Однако нельзя не замѣтить, что сила сдѣвленія какъ хрома, такъ и марганца, хотя приближается къ дѣйствительности, но все-таки слишкомъ низка. Поэтому слѣдуетъ провѣрить полученные результаты, построивъ другую, близкую къ этой прогрессию, въ которой ванадій замѣняется хромомъ. Мы получимъ: $a = 230,1$, $t = 0,00006151$, $f(43,97) = 0,0368$, $f(48) = 0,0366$, $f(51,1) = 0,035853$, $f(54,8) = 0,03416$, $f(58,56) = 0,03057$. Точка наибольшей силы сдѣвленія падаетъ на 45,5, а точка наибольшей плотности на 55,4.

Въ этой прогрессіи точка наибольшей силы сдѣвленія какъ разъ совпадаетъ съ тою, которая получилась изъ средней прогрессіи уплотненія. Но, какъ и слѣдовало ожидать, сила сдѣвленія ванадія оказывается слишкомъ высокою: повысивъ цифру для хрома, мы тѣмъ самымъ повысили и всѣ предшествующія величины. Изъ этого слѣдуетъ, что полученныя здѣсь величины для скандія ($f = 0,0368$, $d = 2,62$) и для титана ($f = 0,0366$, $d = 4,11$) должны также считаться слишкомъ высокими. Полученныя въ предъидущей прогрессіи, можетъ быть, нѣсколько низки, но должны ближе подходить къ дѣйствительности. Это подтверждается и тѣмъ, что выведенная съ помощью ихъ средняя прогрессія плотности отъ калия до титана даетъ почти тѣ же цифры для m_2 и m_3 , какъ и средняя плотность всего періода. Ниже, при анализѣ періода разрѣженія, мы увидимъ, что средняя плотность періода и средняя плотность, взятая отъ мышьяка до рубидія, даютъ почти однѣ и тѣ же цифры; слѣдовательно, тоже самое должно быть и здѣсь. Между тѣмъ, взявши для титана $d = 4,11$, мы получимъ $m_2 = 45,28$ и $m_3 = 54,8$; а взявши $d = 3,88$, мы будемъ имѣть $m_2 = 45,47$ и $m_3 = 55,22$, цифры весьма близкія къ полученнымъ выше.

Нельзя не замѣтить, что въ послѣднемъ построеніи точка наибольшей плотности (55,4) приходится между марганцемъ и желѣзомъ. Вычисленная по этой прогрессіи плотность марганца (7,814) оказывается больше плотности желѣза (7,803), что совершенно согласуется съ кажущеюся неправильностью въ указанной опытомъ послѣдовательности уплотненія. Для того чтобы придти въ этомъ отношеніи къ болѣе положительному заключенію, построимъ разбираемый періодъ на

тѣхъ же началахъ, но принявши за основаніе силы сцѣпленія калия, ванадія, хрома и желѣза. Величины первой половины періода будутъ слишкомъ низки: для кальція получится 0,0271, для скандія 0,0319, для титана 0,0352. Максимумъ силы сцѣпленія еще болѣе подвигнется впередъ: онъ падетъ на 50,3. Но точка наибольшей плотности придется казъ разъ на марганецъ: изъ уравненія $p' = 0$ получается $m = 54,8$, при чемъ $d = 8,1$. Тоже самое мы получимъ, совершенно отбросивъ калий, и взявши просто прогрессию основанную на трехъ элементахъ: ванадій, хромъ и желѣзо, слѣдовательно отвѣчающую свойствамъ второй половины періода. Здѣсь a будетъ равно единицѣ, $r = 0,00018963$, $t = 0,00007176$, $m(p') = 54,8$, $d(54,8) = 8,1$. Величина плотности марганца вполне подтверждается этимъ построеніемъ.

Наконецъ, взявши за основаніе періода силы сцѣпленія ванадія, хрома, желѣза и мѣди, мы получимъ увеличивающееся уменьшеніе ($f = f_0 - rs - St$), при чемъ $r = 0,00007032$, $a = -77,1$, $t = 0,000006104$, а $p' = 0$ падаетъ на 62,78, то-есть приблизительно на мѣдь, съ плотностью равною 8,8.

И такъ, до поворотной точки мы имѣемъ здѣсь, какъ и во второмъ циклѣ, прогрессию уменьшающагося увеличенія, но прогрессию измѣняющуюся вслѣдствіе осложненія, вносимаго промежуточными элементами; за предѣлами же поворотной точки эта прогрессія переходитъ въ увеличивающееся уменьшеніе. Различныя происходящія при этомъ измѣненія даютъ намъ слѣдовательно оказывающіяся въ дѣйствительности критическія и поворотныя точки.

Такое же осложненіе представляетъ и періодъ разрѣженія. Взявши разность плотностей мѣди и рубидія (8,8 — 1,52) и раздѣливши на разность вѣса (22,02), мы получимъ для средней прогрессіи разрѣженія $r = 0,3306$. Отсюда $s = 89,8$, $s_3 = \frac{s}{1 + \sqrt{2rz - 1}} = 17,33$, $m_3 = 71,4$. Точка перелома падаетъ слѣдовательно въ промежутокъ между главными рядами и промежуточными. Обозначая по прежнему критическій моментъ въ срединѣ періода, она вслѣдствіе его удлиненія отодвинулась далеко назадъ. Мы можемъ взять и m_3 , который при настоящихъ данныхъ равняется 62,2, то-есть падаетъ передъ самою мѣдью, обозначая первоначальную поворотную точку разбираемаго періода.

Замѣчательно, что тѣ же самыя величины мы получимъ, взявши прогрессию средняго разрѣженія для однихъ только главныхъ

рядовъ. Разность плотности между мышьякомъ и рублиемъ равняется 4,15, а разность вѣса 10,3; слѣдовательно $r = 0,403$, $z = 88,97$, $m_2 = 71,64$, $m_3 = 62,37$.

Въ обоихъ случаяхъ точка наибольшаго периферическаго движенія сохраняетъ свое прежнее положеніе между послѣднимъ рядомъ цикла и первымъ рядомъ слѣдующаго. Въ силу уравненія (23) второй главы мы имѣемъ:

$$m = \frac{2rz^2 - z}{2rz + 3} = 84.$$

Почти тоже самое мы получимъ, взявши среднюю прогрессию разрѣженія для однихъ только главныхъ рядовъ, отъ мышьяка до рубидія. Отсюда видно, что промежуточные элементы примыкаютъ къ главнымъ на основаніи одной и той же средней прогрессіи разрѣженія. Но въ предѣлахъ этой средней прогрессіи оказываются опять весьма существенныя разницы, которыми опредѣляется характеръ промежуточныхъ элементовъ. Если первая ихъ половина представляла уменьшающееся уплотненіе, то вторая, наоборотъ, какъ можно видѣть изъ таблицы, представляетъ уменьшающееся разрѣженіе. Главные же ряды въ цѣломъ представляютъ увеличивающееся разрѣженіе, однако съ пониженіемъ посреди періода. Мы опять имѣемъ здѣсь сложное явленіе, которое придется разбирать по частямъ.

Взявши четыре первые элемента періода, то-есть мѣдь, цинкъ, галлій и мышьякъ, мы будемъ имѣть прогрессию уменьшающагося разрѣженія ($d = d_0 - rs + St$), гдѣ $a = 30,18$, $t = 0,03574$ и $r = 1,41253$. При такихъ данныхъ получается

$$d' = -r + at + ts - 1,5t$$

$$s = \frac{r}{t} - a + 1,5 = 10,84$$

$$m = 63,18 + 10,84 = 74,02.$$

Такимъ образомъ, передъ самымъ мышьякомъ падаетъ поворотная точка, обозначающая наименьшую плотность, или переходъ уменьшающагося разрѣженія въ увеличивающееся уплотненіе. Этотъ переходъ не можетъ совершиться, ибо послѣдніе элементы періода представляютъ, напротивъ, усиленное разрѣженіе; тѣмъ не менѣе, построенная на нихъ прогрессія носитъ на себѣ характеръ уплотненія. Взявши плотность четырехъ послѣднихъ элементовъ цикла, мышьяка, селена, брома и рубидія, и построивъ на нихъ прогрессию уменьшающагося разрѣженія ($d = d_0 - rs + St$),

въ силу того, что единичная разность первыхъ двухъ элементовъ періода больше слѣдующихъ, мы получимъ: $a = -21,188$, $t = 0,494$, $r = -7,1967$. Если бы, вмѣсто уменьшающагося разрѣженія, мы взяли увеличивающееся разрѣженіе ($d = d_0 - rs - St$), то единственная разниа заключалась бы въ томъ, что и t получился бы отрицательный; но результатъ въ обоихъ случаяхъ выходитъ одинакій: при отрицательномъ r , rs прибавляется къ первоначальной плотности, а St во всякомъ случаѣ вычитывается. То-есть, оказывается прогрессія уменьшающагося уплотненія ($d = d_0 + rs - St$), перешедшая въ увеличивающееся разрѣженіе. Поворотная точка, означающая наименьшую плотность, или предѣлъ разрѣженія, и тутъ дается уравненіями:

$$s = \frac{r}{t} - a + 1,5 = 8,118.$$

$$m = 74,9, + 8,118 = 83,018.$$

Какъ видно, поворотная точка въ этой прогрессіи почти совпадаетъ съ точкою наибольшаго периферическаго движенія, указаннаго среднею прогрессіею плотности. Но на этой точкѣ никакого периферическаго движенія быть не можетъ, ибо тутъ $d = 0,346$, то-есть, плотность ниже нулевой точки силы сдѣвленія. Наибольшее же периферическое движеніе падаетъ въ этой прогрессіи приблизительно на 81, какъ можно видѣть изъ слѣдующихъ полученныхъ вычисленіемъ цифръ: $u(79,76) = 1,758$, $u(80,9) = 1,7862$, $u(81,9) = 1,399$, $u(85,2) = 1,7849$.

Посмотримъ теперь, какимъ образомъ въ разбираемомъ періодѣ измѣняется сила сдѣвленія. Взявши среднюю прогрессію силы сдѣвленія между мѣдью и рубидіемъ, мы получимъ: $r = \frac{0,029857 - 0,015752^2}{85,2 - 63,18} = 0,00064055$; слѣдовательно $z = 109,79$ и $\frac{z}{2} = 54,9$. И такъ, въ силу уравненія (26) третьей главы, наибольшая плотность въ этой прогрессіи падаетъ приблизительно на марганецъ; точка же наибольшаго периферическаго движенія, въ силу уравненія (29) той же главы, приходится приблизительно на 83,5, то-есть, совпадаетъ съ точкою, указанною среднею прогрессіею разрѣженія.

Если, вмѣсто средней прогрессіи, мы построимъ прогрессію на основаніи дѣйствительной силы сдѣвленія четырехъ элементовъ, мѣди, цинка, мышьяка и рубидія, мы получимъ $a = -20,444$, $t = 0,00003975$, $r = 0,0010365$. Прогрессія въ цѣломъ представ-

ляетъ уменьшающееся разрѣженіе, ибо rs во всякомъ случаѣ вычитается, а St прибавляется; $m(f') = 59$, а $m(S') = 85,12$; то-есть, S достигаетъ высшаго своего размѣра какъ разъ въ концѣ цикла. Точка же наибольшаго периферическаго движенія остается таже, что и въ средней прогрессіи, какъ можно видѣть изъ слѣдующей таблицы:

m	f	p	v	vm	R	u
82,18	0,0187094	1,5375	0,4625	38,005	2,0857	1,7907
83,18	0,01777	1,4781	0,5219	43,410	2,1797	1,7949
84,18	0,016791	1,4134	0,5865	49,922	2,2758	1,7935
85,2	0,015752	1,3420	0,6579	56,055	2,3741	1,785.

Но величины силы сцѣпленія промежуточныхъ элементовъ въ этой прогрессіи оказываются въ первой половинѣ слишкомъ великими, а во второй слишкомъ малыми. Для галлія, вмѣсто 0,026217, получается 0,027003, а для селена 0,021535 вмѣсто 0,02261, и для брома 0,020817 вмѣсто 0,020847.

Взявши галлій вмѣсто мышьяка, мы найдемъ для второй половины періода еще меньшія цифры. Тутъ для уравненія $f = f_0 - rs - St$ получается $a = -23,345$, $t = 0,000019264$, $r = 0,0008857$. Мышьякъ, въ этомъ построеніи, вмѣсто 0,02435, имѣетъ только 0,02329, селень 0,02063, бромъ 0,01999. Наоборотъ, откинувъ рубидій и взявши только первые четыре элемента періода, мѣдь, цинкъ, галлій и мышьякъ, для послѣдующихъ получаютъ слишкомъ высокія цифры, а именно: для селена 0,023275 вмѣсто 0,02261, для брома 0,023083 вмѣсто 0,020847, и для рубидія 0,022308 вмѣсто 0,015752, причемъ $a = 10,95$, $t = 0,00002291$, $r = 0,0008012$, съ уравненіемъ $f = f_0 - rs + St$.

Наконецъ взявши только послѣдніе четыре элемента періода: мышьякъ, селень, бромъ и рубидій, мы получимъ весьма любопытную прогрессію. Уравненіе $f = f_0 - rs - St$ даетъ всѣ величины отрицательныя: $a = -27,211$, $t = -0,00032964$, $r = -0,0060292$. При отрицательномъ r , очевидно второй терминъ втораго члена будетъ положительный, слѣдовательно прикладывается; третій же терминъ во всякомъ случаѣ вычитывается. Такимъ образомъ, по формѣ эта прогрессія представляется уменьшающимся увеличеніемъ, перешедшимъ въ увеличивающееся уменьшеніе. Но въ дѣйствительности она представляетъ уменьшающееся уменьшеніе, переходящее въ увеличеніе. На первую единицу послѣ исходной точки (75,9) приходится только прибавка r , безъ всякаго вычета,

вслѣдствіе чего f значительно повышается; затѣмъ съ каждымъ послѣдующимъ вычетомъ эта величина убавляется, но убавляется въ уменьшающемся размѣрѣ, до тѣхъ поръ пока она достигаетъ наконецъ низшаго своего предѣла, послѣ чего начинаетъ опять возрастать. Предѣльная точка и тутъ опредѣляется уравненіемъ: $s(f') = -a - \frac{r}{t} + 1,5$, откуда $m = 85,32$. Слѣдовательно, она какъ разъ приходится на рубидій, который въ дѣйствительности составляетъ конецъ третьяго цикла и начало четвертаго. Для большей наглядности представимъ послѣдовательныя величины силы сдѣвленія, начиная съ брома, и ставя для легкости вычисленія только дроби въ 0,9, соотвѣтственно исходной точкѣ:

m	f	Разность.
79,9	0,020595	
80,9	0,018971	—0,001624
81,9	0,017679	—0,001292
82,9	0,016736	—0,000943
83,9	0,016082	—0,000653
84,9	0,015779	—0,000303
85,9	0,015807	+0,000028

Точка наибольшаго периферическаго движенія и тутъ, какъ во всѣхъ предъидущихъ прогрессіяхъ, падаетъ въ промежутокъ между бромомъ и рубидіемъ, но при этомъ весьма любопытны тѣ измѣненія, которыя претерпѣваетъ эта величина. Она приблизительно на 82 достигаетъ высшаго своего размѣра, затѣмъ повышается, но потомъ, въ томъ же промежуткѣ, опять начинаетъ повышаться, такъ что рубидій имѣетъ периферическую скорость меньшую, нежели высшая точка, но большую, нежели бромъ. Слѣдующая таблица наглядно представляетъ всѣ эти измѣненія:

m	f	p	v	vm	R	u	ω
79,76	0,020847	1,6633	0,3367	26,855	1,8587	1,758	0,945
80,9	0,0189716	1,5348	0,46519	41,867	2,0789	1,7862	0,8592
81,9	0,017679	1,4479	0,55209	45,216	2,2097	1,7886	0,8094
82,9	0,016736	1,3874	0,61257	50,782	2,2970	1,7852	0,7771
83,9	0,016082	1,3493	0,65065	54,589	2,3531	1,7819	0,7572
84,9	0,015779	1,33963	0,66036	56,064	2,3743	1,7834	0,7512
85,2	0,015752	1,34207	0,65793	56,055	2,3741	1,7850	0,7518
85,9	0,015805	1,35765	0,64235	55,178	2,3617	1,7902	0,7580
86,9	0,016160	1,40435	0,59564	53,608	2,3119	1,8012	0,7791.

Въ результатѣ, третій циклъ представляетъ сложное явленіе съ измѣняющеюся прогрессіею въ обѣихъ половинахъ, но такъ, что главныя точки остаются почти неизмѣнными. При этомъ, характеристическимъ свойствомъ вновь прибывшихъ промежуточныхъ элементовъ является уменьшающееся уплотненіе въ первой половинѣ цикла и уменьшающееся разрѣженіе во второй.

Что же означаетъ это осложненіе? и откуда берутся эти промежуточные элементы? Составляютъ-ли они только видоизмѣненіе предъидущихъ или представляютъ новое явленіе въ системѣ?

Современная химія дала отвѣтъ на эти вопросы, поставивъ означенные элементы въ ряды главныхъ, но указывая при этомъ, что хотя они имѣютъ нѣкоторыя общія свойства съ послѣдними, однако у нихъ есть и свои особенности, важнѣйшая изъ которыхъ состоитъ въ томъ, что всѣ они суть тяжелые металлы съ малымъ объемомъ и большою плотностью. Въ первой главѣ мы уже видѣли тому примѣръ: принадлежащая къ третьему циклу мѣдь соотвѣтствуетъ щелочнымъ металламъ. По изложенной тамъ теоріи, она имѣетъ одинакое ядро и одинакій нейтральный поясъ съ рубидіемъ, но гораздо меньшую окружность, вслѣдствіе чего она составляетъ тяжелый металлъ и стоитъ посерединѣ цикла. Тоже самое относится и къ остальнымъ элементамъ. Какъ мѣдь по строенію, свойствамъ и эквивалентности соотвѣтствуетъ первому ряду, такъ слѣдующій за нею цинкъ соотвѣтствуетъ второму, щелочно-земельнымъ металламъ, а слѣдующій за цинкомъ галлій третьему ряду. Между галліемъ и мышьякомъ въ третьемъ циклѣ оказывается пробѣлъ, который, безъ сомнѣнія, когда-нибудь восполнится неоткрытымъ еще металломъ; ибо въ слѣдующихъ циклахъ именно на этомъ мѣстѣ стоятъ элементы, соотвѣтствующіе четвертому, углеродному ряду, послѣ чего идутъ уже въ послѣдовательномъ порядкѣ главные ряды, принадлежащіе къ періоду разрѣженія: азотный, кислородный и галоиды.

Совершенно тоже явленіе оказывается и въ первой половинѣ группы промежуточныхъ элементовъ, въ періодѣ уплотненія. За титаномъ, который стоитъ въ четвертомъ главномъ, или углеродномъ ряду, слѣдуетъ первый промежуточный элементъ, ванадій, который принадлежитъ къ пятому, азотному ряду; за нимъ идетъ хромъ, принадлежащій къ шестому, кислородному ряду, затѣмъ марганецъ, который представляетъ въ третьемъ циклѣ тяжелый металлъ, соотвѣтствующій галоидамъ. Но между марганцемъ и мѣдью вставляются три промежуточныхъ элемента: желѣзо, ник-

кель и кобальтъ, которые не принадлежатъ ни къ какому предшествовавшему ряду и составляютъ особое явленіе въ системѣ. Они соотвѣтствуютъ пустому промежутку между галоидами и щелочными металлами, то-есть, между концомъ одного цикла и началомъ другаго. Въ этомъ промежуткѣ, гдѣ лежитъ точка наибольшаго периферическаго движенія, среди главныхъ рядовъ вовсе не образуется элементовъ, но среди тяжелыхъ металловъ, съ уменьшеніемъ подвижности, могутъ образоваться элементы, и они какъ разъ занимаютъ середину цикла. Между ними находятся наиболѣе тяжелые изъ всѣхъ существующихъ металловъ. Характеристическимъ признакомъ, подтверждающимъ принадлежность ихъ къ этому промежутку, служитъ то, что находящіеся въ четвертомъ и пятомъ циклахъ и принадлежащіе къ желѣзному ряду рутеній ¹⁾ и осмій суть восьмизэквивалентныя вещества. Въ концѣ третьей главы было объяснено, какъ можно понимать эту эквивалентность и почему она должна находиться именно на этомъ мѣстѣ.

И такъ, установленная въ первыхъ циклахъ преемственность рядовъ не нарушается: они идутъ другъ за другомъ въ томъ же самомъ послѣдовательномъ порядкѣ, какъ и прежде. За титаномъ, принадлежащимъ къ четвертому ряду, идутъ одинъ за другимъ элементы, принадлежащіе къ пятому, шестому и седьмому ряду; но вслѣдствіе удлиненія періода, эти элементы, по существу своему принадлежащіе къ періоду разрѣженія, находятся въ періодѣ уплотненія, и наоборотъ, слѣдующіе за ними элементы перваго, втораго, третьаго и четвертаго ряда, которые по существу своему принадлежатъ къ періоду уплотненія, попадаютъ въ періодъ разрѣженія и примыкаютъ къ главнымъ, находящимся въ этомъ періодѣ рядамъ. Черезъ это циклъ какъ бы удвоится: каждый рядъ представляется въ немъ два раза, однимъ главнымъ элементомъ и однимъ промежуточнымъ. За центральными главными рядами слѣдуютъ въ послѣдовательномъ порядкѣ промежуточные периферическіе, которые опять въ томъ же послѣдовательномъ порядкѣ, черезъ три срединные ряда, переходятъ въ промежуточные центральные, а послѣдніе, въ свою очередь, переходятъ въ главные периферическіе.

Результатомъ этого процесса является нейтрализація промежуточныхъ элементовъ. Периферическіе элементы, принадлежащіе къ

¹⁾ Въ третьей главѣ (стр. 102), вмѣсто рутенія, ошибкою названъ палладій

періоду разрѣженія, подвергаются уплотненію, вслѣдствіе чего въ нихъ и проявляется уменьшающееся уплотненіе. Наоборотъ, центральные элементы, принадлежащіе къ періоду уплотненія, подвергаются разрѣженію, вслѣдствіе чего въ нихъ проявляется уменьшающееся разрѣженіе. Противоположные процессы другъ друга нейтрализуютъ, и образуются элементы съ гораздо менѣе рѣзкими свойствами и отличіями, нежели главные, элементы болѣе страдательные, нежели дѣятельные, мало подвижные и тяжело-вѣсныя, съ незначительнымъ объемомъ и большою плотностью.

Этотъ процессъ нейтрализаціи выражается и въ строеніи этихъ элементовъ. Мы можемъ воспроизвести это строеніе, зная изъ опыта ихъ плотность, слѣдовательно и силу сцѣпленія, и зная съ другой стороны строеніе тѣхъ элементовъ, отъ которыхъ они происходятъ. Второй циклъ далъ намъ послѣдовательный рядъ ядеръ, которія, какъ мы видѣли, остаются неизмѣнными во всѣхъ дальнѣйшихъ циклахъ. Имѣя ядро и силу сцѣпленія, мы, съ помощью извѣстныхъ уже намъ формулъ, можемъ построить какой угодно элементъ. Исключеніе составляютъ только три срединные элемента, которыхъ ядра намъ неизвѣстны, ибо имъ не соотвѣтствуютъ никакіе элементы въ первыхъ рядахъ. Однако мы увидимъ, что есть возможность, по крайней мѣрѣ приблизительно, опредѣлить и ихъ строеніе.

Для того чтобы нагляднѣе показать отношеніе промежуточныхъ элементовъ къ предшествующимъ и послѣдующимъ, мы представимъ здѣсь строеніе всѣхъ элементовъ третьяго цикла на основаніи формулъ:

$$x = 10fz, \quad m = x + y + z.$$

<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Sc</i>	<i>Ti</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>
6,9	8,94	10,08	10,18	10,4	10,26	9,37	?	?
	4,8	5,89	9,78	11,48	13,15	17,58	?	?
32,2	26,17	28	28,04	29,42	29,04	27,85	?	?
<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Ga</i>	?	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>	<i>Rb</i>
?	6,9	8,94	10,08		10,4	10,26	9,37	6,9
?	33,17	24,76	21,38	?	21,79	23,34	25,43	3,2
?	23,11	31,18	38,44		42,71	45,37	44,96	4,6

Мы видимъ, что построенный на этихъ основаніяхъ циклъ идетъ въ совершенно правильной послѣдовательности. Главною его характеристикою служить образованіе нейтральнаго пояса, который начинается съ самыхъ первыхъ элементовъ цикла, затѣмъ постепенно возрастаетъ до середины, гдѣ онъ въ мѣди достигаетъ высшаго своего размѣра, послѣ чего онъ постепенно уменьшается въ промежуточныхъ элементахъ и опять нѣсколько возрастаетъ въ главныхъ. Соотвѣтственно этому претерпѣваетъ періодическое измѣненіе и окружность: послѣ нѣкотораго возрастанія въ первыхъ элементахъ цикла, гдѣ нейтральный поясъ еще малъ, она въ промежуточныхъ элементахъ начинаетъ понижаться, въ мѣди достигаетъ низшаго своего предѣла, послѣ чего опять постепенно возрастаетъ до конца.

Періодическое измѣненіе окружности позволяетъ намъ приблизительно построить срединные элементы. Мы видимъ, что окружность уменьшается въ нихъ отъ 27,85 до 23,11. Взявши промежуточныя величины въ цѣлыхъ числахъ, и притомъ ближе къ марганцу, нежели къ мѣди, ибо желѣзо по вѣсу ближе къ марганцу, нежели никкель и кобальтъ къ мѣди, мы получимъ слѣдующее строеніе:

Fe	Ni	Co
9	8,37	8
19,88	24,19	25,74
27	26	25.

Оказывается, что при такомъ построеніи, какъ ядро, такъ и нейтральный поясъ измѣняются въ совершенно правильной послѣдовательности. Нейтральный поясъ постепенно возрастаетъ въ тѣхъ размѣрахъ, какіе требуются между марганцемъ и мѣдью; ядро же также постепенно убавляется въ тѣхъ размѣрахъ, какіе требуются при переходѣ отъ ядра галлоидовъ къ ядру щелочныхъ металловъ.

Мы можемъ сдѣлать провѣрку всѣхъ этихъ выводовъ. Зная строеніе элементовъ третьяго цикла, легко, на основаніи извѣстныхъ уже намъ формулъ, построить и всѣ остальные. Если при этомъ окажется, что отношеніе элементовъ послѣдующихъ цикловъ къ элементамъ предъидущихъ слѣдуетъ тому же самому закону, какой былъ выведенъ выше для главныхъ рядовъ, и если при этомъ промежуточные ряды, вставляясь между главными, примыкаютъ къ нимъ въ совершенно правильной послѣдовательности, то

подобное построение говорить само за себя и служить ручательством за вѣрность принятыхъ основаній. На ложныхъ основаніяхъ невозможно изъ фактическихъ данныхъ построить совершенно правильную и послѣдовательную систему.

Построение всѣхъ элементовъ трехъ послѣднихъ цикловъ, исключая нѣкоторые элементы пятого цикла, которыхъ положеніе не опредѣлено и о которыхъ мы скажемъ ниже, будетъ слѣдующее:

III.	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Sc</i>	<i>Ti</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>
	6,9	8,94	10,08	10,18	10,4	10,26	9,37	9	8,37
	32,2	4,8 26,17	5,89 28	9,78 28,04	11,48 29,42	13,15 29,04	17,58 27,85	19,88 27	24,19 26
IV.	<i>Rb</i>	<i>Sr</i>	<i>Y</i>	<i>Zr</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>		<i>Ru</i>	<i>Rh</i>
	6,9(7,02)	8,94	10,08	10,18	10,4	10,26		9	8,37
	32 46	29,54 48,82	27,29 52,23	27,94 52,28	30,34 52,96	33,4 52,24	?	45,9 48,6	50,84 45,49
V.	<i>Cs</i>	<i>Ba</i>	<i>La</i>	<i>Ce</i>	<i>Ta</i>	<i>W</i>		<i>Os</i>	<i>Jr</i>
	6,9	8,94	10,08	10,18	10,4	10,26		9	8,37
	63,48 62,49	57,32 70,6	55,52 72,9	53,12 77,8	72,36 99,24	76,64 96,7	?	93,26 89,74	101,71 82,42
III.	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Ga</i>		<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>	
	8	6,9	8,94	10,08		10,4	10,26	9,37	
	25,74 25	33,17 23,11	24,76 31,18	21,38 38,44	?	21,79 42,71	23,24 45,37	25,43 44,96	
IV.	<i>Pd</i>	<i>Ag</i>	<i>Cd</i>	<i>In</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Te</i>	<i>I</i>	
	8	6,9	8,94	10,08	10,18	10,4	10,26	9,37	
	53,2 44,5	61,76 39	49,76 53	42,04 61,28	42,04 64,13	43,2 67	45,74 70,3	51,08 66	
V.	<i>Pt</i>	<i>Au</i>	<i>Hg</i>	<i>Tl</i>	<i>Pb</i>	<i>Bi</i>			
	8	6,9	8,94	10,08	10,18	10,4			
	106,72 79,58	119,8 69,5	98,22 92,61	86,19 107,43	86,3 110,09	83,6 113,69			

Имѣя въ виду неточность многихъ данныхъ, нельзя не признать, что вычисленное этимъ способомъ построение совершенно удовлетворяетъ требованіямъ. Дальнѣйшія опытная изысканія безъ сомнѣнія поведутъ къ исправленію мелкихъ неправильностей; но

въ общемъ итогѣ, мы находимъ здѣсь систему, вытекающую изъ одного начала и слѣдующую одному закону. Нельзя въ особенности не обратить вниманія на совершенно правильное удвоеніе нейтральнаго пояса никкеля, кобальта, цинка, галлія, олова въ соотвѣствующихъ элементахъ четвертаго и пятаго цикловъ, доказательство, что промежуточные ряды строятся на одинакихъ началахъ съ главными. Даже нѣкоторая кажущаяся неправильность въ первой половинѣ промежуточныхъ рядовъ служить только новымъ подтвержденіемъ теоріи. Въ этомъ мы убѣдимся, взглянувши на періодическія свойства четвертаго и пятаго цикловъ.

Таблица элементовъ четвертаго цикла, со всѣми относящимися къ нимъ величинами, на основаніи опытныхъ данныхъ, будетъ слѣдующая:

	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>r(d)</i>	<i>v</i>	<i>vm</i>	<i>p</i>	<i>f</i>	<i>r(f)</i>	<i>u</i>	<i>ω</i>	
Rb	85,2	1,52	0,4667	0,658	56,055	1,342	0,015752	0,001226	1,785	0,7518	
Sr	87,3	2,5	0,5322	0,4	32,92	1,6	0,018327	0,000 3622	1,8012	0,8883	
Y	89,6	?		?	?	?	?		0,01945	1,745	1,0085
Zr	90,4	4,15		0,24	21,696	1,76	0,01945			0,0000	1,6585
Nb	93,7	6,27	0,6424	0,16	14,992	1,84	0,019637	6878	1,6157	1,1654	
Mo	95,9	8,6	1,0391	0,1164	11,1627	1,8836	0,01964	0,00000 1363	1,5556	1,2334	
?			0,4815					— 0,000 1449	1,5612	1,228	
Ru	103,5	12,26		0,0812	8,404	1,9188	0,018539	— 0,000	2317	1,5771	1,2131
Rh	104,1	12,1	— 0,2666	0,0826	8,607	1,9174	0,0184	— 0,000	1,6033	1,1894	
Pd	106,2	11,5	— 0,2857	0,0867	9,207	1,9133	0,018017	1833	1,656	1,1379	
Ag	107,66	10,5	— 0,6849	0,0953	10,26	1,9047	0,017692	— 0,000 2226	1,6948	1,1003	
Cd	111,7	8,65	— 0,458	0,1156	12,912	1,8844	0,01688	— 0,000 2034	1,7082	1,0904	
In	113,4	7,42	— 0,7235	0,13477	15,297	1,8652	0,016448	— 0,000 2488	1,732	1,068	
Sn	117,35	7,25	— 0,3377	0,1372	16,1	1,8628	0,015874	— 0,000 1488	1,761	1,045	
Sb	119,6	6,7	— 0,2622	0,14925	17,85	1,8507	0,015475	— 0,000 1773	1,813	0,991	
Te	126,3	6,2	— 0,06716	0,1584	20,2	1,8416	0,014568	— 0,00 1339	1,9397	0,7567	
J	126,54	4,94	— 5,468	0,2024	25,6	1,7976	0,0142	— 0,00 1533			
Cs	132,7	1,88	— 0,5	0,5322	70,62	1,4678	0,011061	— 0,000 5177			

И тутъ, конечно, нельзя ручаться за вѣрность всѣхъ цифръ, такъ какъ у многихъ элементовъ не только плотность, но даже и самый атомистическій вѣсъ опредѣлены не совсѣмъ точно. Есть даже нѣкоторыя поражающія нарушения послѣдовательности, напримѣръ, въ показателѣ уплотненія между теллуромъ и іодомъ. Тѣмъ не менѣе, въ цѣломъ повтореніе общихъ законовъ выражается весьма наглядно. Мы видимъ, что здѣсь для всѣхъ величинъ рутеній, принадлежащій къ желѣзному ряду, служитъ поворотною точкою. Сюда падаютъ и наибольшая плотность, и наименьшій объемъ, какъ единичный, такъ и совокупный, и наибольшее угловое, и наименьшее периферическое движеніе. Показатель уплотненія совершенно правильно возвышается въ первой половинѣ цикла, достигаетъ высшей своей точки между ніобіемъ и молибденомъ, можетъ быть нѣсколько далеко впередъ, ибо плотность ніобія вѣроятно опредѣлена слишкомъ низко; затѣмъ, въ промежуточныхъ элементахъ, также правильно понижается; между рутеніемъ и родіемъ уплотненіе переходитъ въ разрѣженіе, которое, въ свою очередь, сначала нѣсколько повышается въ срединныхъ элементахъ, затѣмъ, съ нѣкоторыми впрочемъ неправильностями, понижается во второй половинѣ промежуточныхъ элементовъ и опять возрастаетъ въ главныхъ, съ новымъ пониженіемъ въ концѣ, какъ и въ третьемъ циклѣ.

Взявши среднюю прогрессію уплотненія, между рубидіемъ и рутеніемъ, мы опредѣлимъ главныя критическія точки. Здѣсь $r = \frac{12,26 - 1,52}{103,5 - 85,2} = 0,58688$, $m_0 = 81,61$, $m_2 = 91,89$, $m_3 = 105,5$, $m(u') = 86,12$. Мы видимъ, что наибольшая сила сдѣленія надаетъ, также какъ и въ третьемъ циклѣ, въ промежутокъ между главными и промежуточными рядами; поворотная точка плотности находится посрединѣ цикла, а точка наибольшаго периферическаго движенія отодвигается назадъ почти къ самому началу, такъ что одинъ стронцій въ этомъ отношеніи превышаетъ рубидій, послѣ чего периферическое движеніе идетъ все убавляясь до самаго рутенія. Еслибы, вмѣсто рутенія, мы конечнымъ элементомъ взяли серебро, то получили бы почти тѣже самыя цифры. Здѣсь $r = 0,4$, $m_0 = 81,78$, $m_2 = 92,8$, $m_3 = 108,14$, $m(u') = 86,84$.

Положивши въ основаніе, вмѣсто уплотненія, измѣненіе силы сдѣленія, мы, также какъ и въ предъидущемъ циклѣ, получимъ прогрессію измѣняющуюся, сообразно съ тѣмъ, какіе мы возьмемъ элементы. Построивъ прогрессію на двухъ конечныхъ терминахъ

и на любыхъ двухъ промежуточныхъ, напримѣръ, на рубидіи, стронціи, молибденѣ и рутеніи, мы будемъ имѣть приблизительно: $a = 51,15$, $t = 0,00036726$, $r = 0,002211$. При этомъ получится $m(f') = 95,77$, $m(p') = 101$, цифры, какъ видно, не далеко уходящія отъ средней прогрессіи уплотненія, однако нѣсколько съ ними разнящіяся. Для иттрія мы въ этой прогрессіи получимъ $f = 0,01894$. Но эта цифра возвысится, если, вмѣсто означенныхъ терминовъ, мы возьмемъ четыре первые извѣстные намъ элементы цикла, именно рубидій, стронцій, цирконій и ніобій. Тогда мы получимъ: $a = 14,537$, $t = 0,000095501$, $r = 0,0019559$. При этихъ данныхъ $m(f') = 92,6$, что почти совпадаетъ съ среднею прогрессіею уплотненія. Для иттрія же получится $f = 0,019248$, цифра, которая должна близко подходить къ дѣйствительности, но которую однако, при неточности данныхъ относительно ніобія и даже относительно самаго атомистическаго вѣса иттрія, мы не можемъ считать совершенно правильною. При такой силѣ спѣвленія, строеніе иттрія будетъ слѣдующее: $x = 10,08$, $z = 52,31$, $y = 27,71$. Но бросивъ взглядъ на таблицу, показывающую строеніе элементовъ послѣднихъ трехъ цикловъ, мы можемъ замѣтить, что окружность до ніобія идетъ постепенно возрастая, хотя и съ небольшими разницами. Между тѣмъ, при полученной силѣ спѣвленія окружность иттрія оказывается нѣсколько больше окружности титана. Эта маленькая неправильность войдетъ однако въ надлежащую норму, если мы для силы спѣвленія иттрія, вмѣсто $0,019248$, возьмемъ въ круглыхъ дробяхъ, $0,0193$. Тогда мы для окружности получимъ поставленную въ таблицѣ величину $52,23$, принимая ее за максимальную. Во всякомъ случаѣ, дѣйствительная цифра должна весьма немного удалаться отъ этой величины. При неточности данныхъ, ббльшаго нельзя требовать.

Средняя прогрессія разрѣженія точно также даетъ намъ одинакіе результаты, возьмемъ-ли мы ее отъ рутенія до цезія или отъ серебра до цезія. Въ первомъ случаѣ получается: $r = 0,3555$, $z = 138$, $m_3 = 113,34$; во второмъ случаѣ $r = 0,34425$, $z = 138,16$, $m_3 = 113,26$. И здѣсь и тамъ переломъ падаетъ на индій; и въ этомъ вѣроятно слѣдуетъ искать объясненія нѣкоторой неправильности въ процессѣ разрѣженія. Какъ можно видѣть изъ таблицы, собственное промежуточнымъ элементамъ уменьшающееся уменьшеніе силы спѣвленія прерывается между кадміемъ и индіемъ и замѣняется повышеніемъ, какъ и требуется точкою перелома. По теоріи, этому повышенію слѣдовало бы находиться между индіемъ и оловомъ;

но въ среднихъ числахъ, особенно при неточности данныхъ, нельзя ожидать совершенно точныхъ результатовъ: достаточно приблизительнаго совпаденія. Замѣтимъ еще, что средняя прогрессія разрѣженія, на основаніи указанной выше формулы, даетъ $m(u') = 132,5$; то-есть, высшая точка периферическаго движенія падаетъ какъ разъ на цезій, послѣ чего прогрессія начинаетъ понижаться.

Всѣ эти выводы подтверждаются періодомъ силы сдѣвленія. И тутъ опять мы находимъ измѣняющуюся прогрессію. Положивши въ основаніе построенія рутеній, серебро, сурьму и цезій, мы получимъ $a = -38,66$, $t = 0,00001209$, $r = 0,0005437$. Прогрессія представляетъ уменьшающееся уменьшеніе ($f = f_0 - rs + St$), но при этомъ величины силы сдѣвленія для перваго промежутка, между рутеніемъ и серебромъ, оказываются слишкомъ малы, величины втораго, между серебромъ и сурьмою, наоборотъ, слишкомъ велики, а величины третьяго, между сурьмою и цезіемъ, опять слишкомъ малы. Мы получаемъ для палладія 0,017815 вмѣсто 0,018017, для индія 0,016841 вмѣсто 0,016467, для іода 0,013361 вмѣсто 0,0142. Построеніе же прогрессіи на основаніи четырехъ послѣднихъ элементовъ цикла: сурьмы, теллура, іода и цезія, даетъ намъ опять такую же любопытную прогрессію съ отрицательными величинами, какою мы нашли въ третьемъ циклѣ. Здѣсь $a = -58,567$, $t = -0,000017629$, $r = -0,008296$. При этомъ, изъ уравненія: $s(f'') = -a - \frac{r}{t} + 1,5$ получается $m(f'') = 132,6$, то-есть, поворотная точка падаетъ какъ разъ на цезій, и на него же приблизительно падаетъ точка наибольшаго периферическаго движенія, какъ можно видѣть изъ слѣдующей, вычисленной на основаніи этой прогрессіи таблицы, которая съ нѣкоторыми опущеніями доведена до стронція:

	m	f	p	v	vm	R	u	ω	
Sb	119,6	0,015475	1,8507	0,14925	17,35	1,6212	1,732	1,068	
Te	126,3	0,014568	1,8416	0,1584	20,006	1,6845	1,761	1,045	
I	126,6	0,0142	1,7976	0,2024	25,61	1,8286	1,8131	0,9915	
	130,6	0,011425	1,49210	0,50789	66,33	2,5119	1,9360	0,7667	
	131,6	0,011151	1,46747	0,53252	70,08	2,5581	1,9375	0,7574	
	132,7	0,011061	1,4678	0,53220	70,62	2,5632	1,9397	0,7567	
	133,6	0,011148	1,48937	0,51062	68,22	2,5347	1,9429	0,7665	
Cs	134,6	0,011411	1,5359	0,46407	62,465	2,4635	1,9456	0,7897	
	135,6	0,01185	1,6268	0,39314	52,309	2,3337	1,9365	0,8340	
	Sr	136,86	0,012655	1,7319	0,26802	36,683	2,0612	1,8947	0,9130

Мы видимъ, что по этой прогрессіи точка наибольшаго периферическаго движенія падаетъ на 134,6, а точка наименьшаго угловаго движенія какъ разъ на цезій. Сблизимъ съ этимъ таблицу дѣйствительныхъ величинъ первой половины пятаго цикла:

	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>p</i>	<i>v</i>	<i>vm</i>	<i>R</i>	<i>u</i>	ω
Ba	136,86	0,012665	1,733	0,267	36,54	2,0586	1,8887	0,9169
La	138,5	0,013271	1,838	0,162	22,437	1,7437	1,7931	1,025
Ce	141,2	0,01311	1,852	0,148	20,897	1,7087	1,7788	1,041
Ti	182	0,01048	1,907	0,093	16,926	1,5928	1,7428	1,094
W	183,6	0,010611	1,944	0,056	9,547	1,316	1,601	1,216
Os	192?	0,010185	1,95552	0,04448	8,54	1,266	1,5721	1,2417
Jr	192,6	0,0101575	1,9553	0,0447	8,604	1,2712	1,5766	1,240
Pt	194,3	0,010053	1,953	0,047	9,132	1,2966	1,5913	1,227
Au	196,2	0,0099296	1,948	0,052	10,2	1,3454	1,6189	1,203

Здѣсь периферическое и угловое движеніе барія оказываются, первое нѣсколько ниже, а второе нѣсколько выше вычисленныхъ по прогрессіи послѣднихъ элементовъ предъидущаго цикла, однако весьма незначительно, такъ что одна прогрессія съ небольшимъ измѣненіемъ переходитъ въ другую. Если мы возьмемъ среднюю прогрессію уплотненія пятаго цикла, отъ цезія до осмія, который въ этомъ циклѣ имѣетъ наибольшую плотность, то мы получимъ $r = 0,34737$, $m_0 = 127,576$, $m(u) = 133,5$. Взявши вмѣсто осмія золото, мы получимъ тоже самое: $r = 0,27433$, $m_0 = 125,847$, $m(u') = 133,4$. Такимъ образомъ, высшая точка периферическаго движенія первой половины пятаго цикла отодвигается назадъ къ началу этого цикла, а такъ какъ высшая точка периферическаго движенія четвертаго цикла, съ своей стороны, подвигается впередъ до самаго конца цикла, то эти двѣ точки совпадаютъ на поворотѣ, вслѣдствіе чего цезій оказывается высшею точкою периферическаго движенія на обоихъ, а вмѣстѣ и во всей системѣ.

Пятый циклъ имѣетъ однако свою особенность, рѣзко отличающую его отъ двухъ предъидущихъ. Въ немъ оказывается новый пробѣлъ, и на этотъ разъ между главными рядами первой половины цикла и слѣдующими за ними промежуточными рядами. Стоящій въ четвертомъ рядѣ элементъ пятаго цикла, церъ, имѣетъ атомистическій вѣсъ равный 142,2, и плотность 6,7, а слѣдующій за нимъ элементъ перваго промежуточнаго ряда, танталъ, имѣетъ вѣсъ равный 182, съ плотностью равною 16,9. Такой же громадный скачекъ оказывается и въ строеніи означенныхъ элементовъ,

какъ можно видѣть въ таблицѣ. Нейтральный поясъ разомъ пере-
скакиваетъ отъ 53,12 къ 72,36, а окружность отъ 77,8 къ 99,24,
между тѣмъ какъ во всѣхъ другихъ элементахъ эти обѣ части идутъ
въ совершенно правильной постепенности. Безъ сомнѣнія, этотъ
пробѣлъ долженъ наполниться новыми элементами; но изъ нихъ
достоверно извѣстны только два: дидимъ съ вѣсомъ равнымъ 145
и плотностью 6,5, и иттербій, съ вѣсомъ 72,6 и неизвѣстной
плотностью. Найдено и много другихъ, но они все еще находятся
подъ сомнѣніемъ.

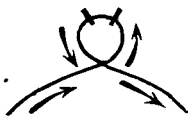
Очевидно, мы имѣемъ тутъ явленіе совершенно аналогическое
съ тѣмъ, которое изслѣдовано выше, при образованіи третьяго
цикла. И тамъ, съ возвышеніемъ вѣса, между главными рядами
оказался пробѣлъ, который наполнился вставочными или проме-
жуточными рядами, происходящими отъ нейтрализаціи главныхъ.
Съ новымъ возрастаніемъ вѣса ряды снова расходятся, и между
ними оказывается новый пробѣлъ, на этотъ разъ между главными
и промежуточными рядами, пробѣлъ, который можетъ наполниться
только посредствомъ новой, усугубленной нейтрализаціи. Это—ней-
трализація втораго порядка, которая должна произвести еще
болѣе мелкіе и менѣе отличающіеся другъ отъ друга элементы,
нежели первые. Здѣсь именно помѣщаются тѣ вещества, которыя
Круксъ назвалъ *метаэлементами*. Ихъ происхожденіе и отношеніе
къ другимъ вполнѣ объясняются изложенною здѣсь теоріею, и
существованіе ихъ именно на этомъ мѣстѣ служить весьма вѣс-
кимъ ея подтвержденіемъ.

Чтобы окончателно убѣдиться въ правильности этого вывода,
обратимся къ періоду уплотненія пятаго цикла. Мы видѣли, что
взявши среднее уплотненіе между цезіемъ и золотомъ, мы полу-
чимъ $r = 0,27433$, $m_0 = 127,576$. При этихъ данныхъ, на осно-
ваніи извѣстной намъ формулы, мы будемъ имѣть: $m_2 = 142,91$,
 $m_3 = 166,1$. Такимъ образомъ, наибольшая сила сцѣпленія, также
какъ и въ четвертомъ циклѣ, падаетъ немного за предѣлы четвер-
таго ряда; поворотная же точка приходится почти на среднѣй
промежутка между церомъ, имѣющимъ вѣсъ 141,2, и танталомъ,
имѣющимъ вѣсъ 182. Очевидно, мы находимъ тутъ явленіе совер-
шенно тождественное съ тѣмъ, что намъ представляетъ третій
циклъ. Однако этимъ не кончается процессъ: слѣдующая затѣмъ
степень той же формулы даетъ намъ новую поворотную точку,
 $m_4 = 192,32$. Мы видимъ, что она какъ разъ приходится на осмій
или иридій, такъ что удвоенная нейтрализація даетъ двѣ пово-

ротныя точки, представляющія послѣдовательныя степени одной и той же основной функціи.

Послѣ этого можно, кажется, считать доказаннымъ, что пятый циклъ заключаетъ въ себѣ дѣйствительно одинъ только круговоротъ, а не нѣсколько. Но мы можемъ идти еще далѣе. Та же формула даетъ намъ $m_5 = 219,8$, и мы можемъ замѣтить, что эта точка отстоитъ отъ m_4 совершенно на такомъ же разстояніи, какъ m_4 отъ m_3 . Это даетъ намъ поводъ предполагать, что и въ періодѣ разрѣженія мы найдемъ такой же промежутокъ, наполненный мелкими нейтрализованными элементами, или метаэлементами, по выраженію Крукса. Это предположеніе становится положительнымъ убѣжденіемъ, если мы обратимъ вниманіе на совершенную симметричность всей системы химическихъ элементовъ, отъ самаго начала до конца. Ряды постепенно расходятся и между ними образуются промежутки, сначала въ серединѣ, затѣмъ между этою наполнившеюся новыми элементами серединою и главными рядами. Но если опытъ даетъ намъ, хотя скудные, однако все-таки достаточныя данныя для опредѣленія промежутка первой половины пятого цикла, то для опредѣленія соотвѣтствующаго промежутка второй половины у насъ нѣтъ уже никакихъ данныхъ. Послѣ висмута намъ извѣстны только два элемента: торій съ вѣсомъ равнымъ 231,96 и плотностью 11,1, и уранъ съ вѣсомъ 239 и плотностью 18,69. Величина атомистическаго вѣса показываетъ только, что и здѣсь періодъ значительно удлинился. По строенію цикла, промежутокъ долженъ слѣдовать за послѣднимъ вставочнымъ элементомъ, свинцомъ; въ такомъ случаѣ висмутъ принадлежитъ не къ главнымъ, а къ началу новыхъ промежуточныхъ рядовъ, что весьма возможно, ибо, какъ мы видѣли, промежуточные ряды слѣдуютъ въ томъ же порядкѣ, какъ и главные, и разность строенія въ началѣ весьма небольшая. Предположивъ затѣмъ, что найденная поворотная точка, $m_5 = 219,8$, отстоитъ отъ возобновленія главныхъ рядовъ на томъ же разстояніи, на какомъ въ первой половинѣ цикла поворотная точка m_3 отстоитъ отъ цера, то-есть приблизительно на 25, мы получимъ приблизительно 235 для возобновленія главныхъ рядовъ. Въ такомъ случаѣ торій принадлежалъ бы къ новымъ промежуточнымъ рядамъ, а уранъ къ главнымъ, и здѣсь онъ могъ бы совершенно придти къ кислородному ряду, къ которому онъ причисляется химиками. Но все это догадки, которыя ждутъ подтвержденія отъ опытныхъ изслѣдованій. Для общаго характера системы эти подробности не имѣютъ значенія.

Если мы хотимъ графически представить образование нейтраль-
наго пояса, вмѣщающагося между главными рядами, то всего
лучше взять для этого известное въ математикѣ изображеніе петли:



Начало петли составляет поворотную точку въ первыхъ двухъ
циклахъ, и здѣсь восходящая стрѣлка, изображающая періодъ
уплотненія, прямо отъ нея поворачиваетъ внизъ, ~~переходи~~ въ
періодъ разрѣженія. Въ высшихъ же циклахъ она возвращается
къ той же точкѣ, образовавши предварительно петлю, въ которой
элементы, лежащіе на сторонѣ періода разрѣженія, находятся на
восходящей линіи, а элементы, лежащіе на сторонѣ періода уплот-
ненія, на нисходящей линіи; срединные же элементы, стоящіе
между двумя черточками, образуютъ переходъ между тѣми и дру-
гими. Въ пятомъ и послѣднемъ циклѣ это строеніе еще ослож-
няется; вмѣсто одной петли являются три:



Но, разумѣется, такое графическое изображеніе служитъ только
для наглядности, нисколько не выясняя существа представляемого
имъ закона. Впрочемъ, этотъ законъ ясенъ самъ по себѣ. Онъ
служитъ совершенно правильнымъ завершеніемъ системы, которая,
вытекая изъ одного указаннаго опытомъ и вмѣстѣ вполне ра-
ціональнаго начала, имѣетъ въ цѣломъ необыкновенную строй-
ность. И эта стройность принадлежитъ ей не въ силу какого-либо
теоретическаго или искусственнаго построенія. Безпристрастный
читатель могъ убѣдиться, что въ предъидущемъ изслѣдованіи мы
не отправлялись отъ какихъ-либо предвзятыхъ мыслей и еще
менѣе отъ какихъ-либо метафизическихъ началъ. Мы даже не
строили никакой гипотезы; стараясь раскрыть между опытными
данными математическія отношенія, мы просто ставили вопросы,
и вычисленія давали намъ отвѣты на эти вопросы. Если эти
отвѣты совпадали съ данными опыта и если изъ совокупности

выводовъ образовалась стройная, цѣльная, раціональная система, то это доказываетъ, что вопросы были поставлены правильно. Иначе подобные результаты не могли бы получиться; математика немедленно обличила бы неправильную постановку вопроса.

Замѣтимъ еще одно весьма важное совпаденіе. Мы видимъ, что въ томъ самомъ циклѣ, гдѣ въ системѣ атомовъ образуется средний поясъ нейтрализованныхъ элементовъ, точно такой же постоянный нейтральный поясъ образуется и въ отдѣльныхъ атомахъ. Этотъ поясъ увеличивается съ усугубленіемъ нейтрализаціи и достигаетъ высшаго своего размѣра въ самомъ центрѣ нейтрализованныхъ элементовъ, отличающихся наибольшою плотностью, именно, въ золотѣ. Эти два результата добыты совершенно независимо другъ отъ друга, ибо законъ построенія атомовъ выведенъ во второй главѣ изъ математическихъ отношеній, господствующихъ въ рядѣ щелочныхъ металловъ, безъ всякаго отношенія къ общему построенію системы. Но совпадая, эти два результата подтверждаютъ другъ друга, ибо они доказываютъ, что *построеніе атома и построеніе системы атомовъ слѣдуютъ одному и тому же закону*, а это именно то, что требуется въ раціональной системѣ. Когда предметъ слагается изъ разныхъ составныхъ частей или факторовъ, то различные, характеристическіе его типы образуются вслѣдствіе преобладанія того или другаго изъ нихъ, и эти различные типы естественно находятся между собою въ томъ же самомъ отношеніи, въ какомъ составляющіе ихъ факторы находятся въ самомъ предметѣ. Вслѣдствіе этого, раціональная система строится по тому самому закону, по какому строится слагающійся въ систему предметъ. Въ этомъ состоитъ его естественная и раціональная классификація.

Именно это мы находимъ въ изучаемомъ явленіи. Атомъ, по вытекающему изъ теоріи построенію, слагается изъ четырехъ составныхъ частей: 1) изъ центрального ядра; 2) изъ окружности; 3) изъ разстоянія между ними, которымъ опредѣляется его объемъ; 4) наконецъ, изъ поздне вставляющагося въ это промежуточное пространство нейтрального пояса. Основными факторами, безъ которыхъ нѣтъ атома, являются здѣсь ядро и окружность; разстояніе между ними представляетъ формальное ихъ отношеніе; нейтральный же поясъ образуется вслѣдствіе ихъ взаимодѣйствія. Исслѣдуя въ третьей главѣ систему элементовъ совершенно независимо отъ строенія атомовъ, мы нашли въ ней соответствующія этимъ четыремъ факторамъ четыре главныя точки: наибольш-

шаго объема, наибольшей плотности, наибольшей центростремительной силы и наибольшего периферического движенія, при чемъ, также какъ въ отдѣльномъ атомѣ, элементы, принадлежащіе къ точкѣ наибольшей плотности и образующіе нейтральный поясъ, слагаются позднѣе, нежели остальные. Строенія атома мы, конечно, наблюдать не можемъ; оно выводится косвеннымъ путемъ изъ математическихъ отношеній, господствующихъ въ группахъ связанныхъ между собою элементовъ. Но строеніе системы получается прямо изъ опытныхъ данныхъ, и если мы находимъ его таковымъ, то это служитъ ручательствомъ за вѣрность выводовъ относительно строенія самихъ атомовъ.

Отсюда истекаетъ естественная классификація химическихъ элементовъ, на основаніи четырехъ коренныхъ типовъ, характеризующихся преобладаніемъ той или другой изъ составныхъ частей атома. Элементы, въ которыхъ преобладаетъ объемъ, или разстояніе, можно назвать *формальными*. Въ противоположность имъ, элементы, въ которыхъ преобладаетъ масса, или характеризующій избытокъ массы нейтральный поясъ, мы назовемъ *матеріальными* или *нейтральными*. Далѣе, элементы, въ которыхъ преобладаетъ центральная сила, мы назовемъ *центральными*; наконецъ, элементамъ, въ которыхъ преобладаетъ окружность, мы дадимъ названіе *периферическихъ*. Къ первымъ принадлежитъ рядъ щелочныхъ металловъ, и сюда же слѣдуетъ причислить водородъ, который изъ всѣхъ элементовъ имѣетъ наибольшій объемъ и наименьшую плотность. Ко вторымъ принадлежатъ всѣ промежуточные элементы и метаэлементы; къ третьимъ относятся второй, третій и четвертый ряды; наконецъ, послѣдняя группа заключаетъ въ себѣ также три ряда: азотный, кислородный и галоиды.

Нельзя не замѣтить необыкновенной правильности этого построенія, правильности, которая происходитъ не отъ искусственнаго распредѣленія предметовъ, но которая сама собою кидается въ глаза при взглядѣ на систему. Центральные элементы образуютъ три ряда, периферическіе тоже три ряда; нейтральные образуютъ три петли, и средняя, первоначальная петля, въ свою очередь, распадается на три группы, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ трехъ элементовъ, исключая послѣдней, которая въ послѣдовательномъ порядкѣ заключаетъ въ себѣ тяжелые металлы, соответствующіе четыремъ первымъ рядамъ. Самое это исключеніе ведетъ однакоже къ новымъ выводамъ, еще болѣе подтверждающимъ высказанный здѣсь взглядъ.

Въ самомъ дѣлѣ, разсматривая промежуточные элементы третьяго и четвертаго цикловъ, мы видимъ, что первые три элемента принадлежатъ къ періоду уплотненія, слѣдовательно образуютъ центральную группу; послѣдніе три принадлежатъ къ періоду разрѣженія, слѣдовательно образуютъ периферическую группу; три срединныхъ ряда, желѣзный и слѣдующіе за нимъ два ряда, примыкающіе къ никкелю и кобальту, представляютъ новый чистый продуктъ нейтрализаціи, слѣдовательно образуютъ нейтральную группу; тяжелые же металлы, соотвѣтствующіе щелочнымъ, являются въ этомъ отдѣлѣ представителями формальной группы, при чемъ, находясь, по порядку послѣдовательности атомистическаго вѣса, въ одной линіи съ остальными, они образуютъ послѣ желѣзнаго ряда вторую поворотную точку періода. Такимъ образомъ, система промежуточныхъ элементовъ представляетъ повтореніе того же самаго круговорота и той же самой группировки, какіе господствуютъ въ цѣломъ, съ тою лишь разницею, что вслѣдствіе нейтрализаціи, элементы, принадлежащіе къ періоду разрѣженія, попадая въ періодъ уплотненія, носятъ на себѣ нѣсколько сглаженныхъ черты обоихъ, и точно также элементы, принадлежащіе къ періоду уплотненія, попадая въ періодъ разрѣженія, являются съ признаками центральныхъ и периферическихъ: наконецъ, и формальные элементы, переходя на противоположный конецъ, становятся рѣзко матеріальными: замѣчаніе весьма важное для систематизаціи вообще.

Тоже самое повторяется и въ центральной группѣ. Анализъ системы промежуточныхъ элементовъ указываетъ на близкую связь щелочныхъ металловъ и слѣдующихъ за ними трехъ центральныхъ рядовъ. Соединяя ихъ на этомъ основаніи въ одну группу, мы и тутъ получимъ полный циклъ, съ тѣмъ же самымъ построеніемъ, какъ и въ цѣломъ. Первый элементъ втораго ряда, берилій, въ первомъ и основномъ циклѣ характеризуется, какъ мы видѣли, наибольшею силою сдѣвленія, слѣдовательно, представляетъ въ этой группѣ по преимуществу центральный элементъ; углеродъ, напротивъ, является здѣсь элементомъ периферическимъ; боръ, находясь посрединѣ между обоими, образуетъ элементъ нейтральный, а съ присоединеніемъ къ этимъ тремъ элементамъ щелочнаго металла, составляющаго элементъ формальный, мы очевидно получимъ полный циклъ, построенный по тому же типу, какъ и цѣлое.

Съ другой стороны, водородъ, какъ постоянный газъ, несомнѣнно примыкаетъ къ периферическимъ элементамъ. Присоединяя

его къ послѣднимъ, опять образуется полный циклъ, въ которомъ азотъ играетъ роль центрального элемента, фторъ периферическаго, кислородъ нейтральнаго, а водородъ формальнаго.

Одни лишь формальныя элементы, повидимому, не вполнѣ удовлетворяютъ этой схемѣ. Мы имѣемъ здѣсь три типа, соотвѣтствующіе тремъ изъ основныхъ группъ: щелочные металлы представляютъ центральную группу; водородъ является периферическимъ элементомъ; соотвѣтствующіе щелочнымъ тяжелые металлы составляютъ нейтральную группу; но формальнаго элемента химія до сихъ поръ не открыла. Однако, этотъ пробѣлъ только кажущійся: если химія не открыла этого элемента на землѣ, гдѣ онъ, можетъ быть, вовсе и не существуетъ, то физика, путемъ спектральнаго анализа, открыла присутствіе его на солнцѣ. Этотъ близкій къ водороду элементъ названъ геліемъ. Мы, конечно, не въ состояніи изслѣдовать его свойства, но мы не можемъ сомнѣваться въ его существованіи.

Такимъ образомъ, каждая изъ группъ, на которыя естественнымъ путемъ разбивается система химическихъ элементовъ, въ свою очередь представляетъ собою такой же циклъ, какъ и совокупная система. Одинъ и тотъ же законъ господствуетъ и въ цѣломъ и въ частяхъ. Ниже мы увидимъ, что такая классификація служитъ не для одного только теоретическаго удовлетворенія, но ведетъ къ весьма важнымъ дальнѣйшимъ выводамъ. Теоретически же она является подтвержденіемъ тѣхъ началъ, на которыхъ построена система. Съ перваго взгляда она можетъ показаться даже слишкомъ искусственною. Но внимательное размышленіе убѣждаетъ насъ, что атомистическая система должна представлять именно такое явленіе. Въ другихъ областяхъ стройность группировки нерѣдко измѣняется вслѣдствіе постороннихъ вліяній. Тамъ являются и переходныя формы, которыя при данныхъ условіяхъ могутъ получить большую или меньшую прочность, и которыя затемняютъ правильность системы. Въ атомахъ не можетъ быть ни того, ни другаго. Атомъ есть первоначальная единица, изъ которой слагается весь матеріальный міръ, а потому здѣсь нѣтъ вліянія окружающей среды. Съ другой стороны, переходныя формы по существу своему измѣнчивы и непрочны; атомъ же есть абсолютная, или по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ нашего опыта неизмѣнная единица, которая по этому самому можетъ сохраниться только въ типической своей формѣ. Здѣсь основной законъ дѣйствуетъ во всей своей чистотѣ, а потому вытекающая изъ него группировка

повторяется и въ цѣломъ и въ частяхъ, какъ кристаллъ, который въ свою очередь слагается изъ болѣе мелкихъ кристалловъ того же типа.

При всемъ однообразіи системы въ ней замѣчается однакоже одно существенное различіе, и это опять ведетъ насъ къ познанію кореннаго ея свойства. Противоположные элементы, центральные и периферическіе, группируются совершенно одинакимъ образомъ: и тѣ и другіе образуютъ по три полныхъ ряда. Но не то мы видимъ въ перекрещивающей ихъ противоположности формальныхъ и матеріальныхъ элементовъ. Первые образуютъ собственно только одинъ полный рядъ—щелочные металлы; водородъ, сколько мы знаемъ, единственный въ своемъ родѣ, а о неизвѣстномъ элементѣ гелии мы должны ограничиться однѣми догадками. Но если въ этой группѣ мы замѣчаемъ нѣкоторую скудость элементовъ, зато противоположная группа матеріальныхъ элементовъ представляетъ, какъ мы могли видѣть, необыкновенное ихъ богатство. Это различіе указываетъ на существенную разницу этихъ двухъ противоположныхъ точекъ круговорота, и оно сдѣлается для насъ понятнымъ, если мы припомнимъ данное выше объясненіе этого явленія. Въ третьей главѣ (стр. 91) мы свели весь процессъ круговорота къ отношенію двухъ силъ, центростремительной и центробѣжной, которыя въ точкѣ наибольшаго объема уравниваются посредствомъ колебательнаго движенія, а въ точкѣ наибольшей плотности нейтрализуются посредствомъ вращательнаго движенія. Тамъ же мы замѣтили, что отношеніе этихъ двухъ точекъ носитъ на себѣ черты устойчиваго и неустойчиваго равновѣсія, изъ которыхъ послѣднее, колеблясь въ тѣсныхъ предѣлахъ, порождаетъ небольшое количество типическихъ формъ, тогда какъ первое, происходя въ гораздо болѣе широкихъ размѣрахъ, производитъ длинный рядъ мало разнящихся и постепенно переходящихъ другъ въ друга элементовъ. Это не значитъ, что колебательное движеніе, при извѣстныхъ условіяхъ, не можетъ послѣдовательно произвести безконечный рядъ отдѣльныхъ явленій; но здѣсь дѣло идетъ о постоянныхъ формахъ, въ которыхъ выражается то или другое движеніе. Въ сущности, такъ какъ центральные и периферическіе элементы точно также происходятъ посредствомъ взаимодѣйствія противоположныхъ силъ, которыхъ высшія точки лежатъ по обѣ стороны щелочныхъ металловъ, центральная въ первомъ циклѣ между литіемъ и берилліемъ (стр. 87), а периферическая между фторомъ и натріемъ, то можно всю совокупность элементовъ, за

исключениемъ водорода и щелочныхъ металловъ, разсматривать какъ продуктъ нейтрализаціи противоположныхъ силъ. Съ этой точки зрѣнія, первоначальная нейтрализація, при перевѣсѣ той или другой силы, производитъ съ одной стороны центральные, а съ другой периферическіе элементы; затѣмъ, вслѣдствіе усугубленной нейтрализаціи, происходятъ промежуточные элементы; наконецъ, тотъ же процессъ приводитъ къ образованію метазлементовъ.

Такимъ образомъ, и въ этомъ отношеніи мы находимъ въ системѣ тоже самое, что мы нашли въ строеніи отдѣльнаго атома, именно, что основное отношеніе заключается здѣсь въ противоположеніи двухъ силъ, центральной и периферической, и въ истекающемъ отсюда распредѣленіи матеріи между центромъ и окружностью; перекрестная же противоположность производная, при чемъ однако двѣ противоположныя точки этой послѣдней имѣютъ далеко не одинакое значеніе: формальное начало составляетъ необходимое условіе самой основной противоположности, безъ котораго послѣдняя не существуетъ, и съ котораго по этому самому начинается процессъ; нейтральный же элементъ есть позднѣйшій, происходящій отъ взаимодѣйствія противоположныхъ силъ.

Подтвержденіемъ этого взгляда служить то, что въ противоположности центральныхъ и периферическихъ элементовъ коренятся, какъ уже было замѣчено въ третьей главѣ, существеннѣйшія различія въ физическихъ свойствахъ атомовъ: съ одной стороны лежатъ крѣпкія, трудно плавкія и трудно летучія земли, съ другой стороны постоянные газы и ихъ аналоги. Формальные и матеріальные элементы занимаютъ въ этомъ отношеніи середину между тѣми и другими. Но что всего замѣчательнѣе, это то, что съ этою противоположностью связана противоположность электрическаго состоянія: периферическіе элементы суть рѣзко электроотрицательные, центральные же, напротивъ, электроположительны, за исключеніемъ углерода и его аналоговъ, которые, занимая въ этой группѣ положеніе периферическихъ элементовъ, являются также электроотрицательными. Нѣтъ сомнѣнія, что это свойство можетъ служить важнымъ указаніемъ на счетъ самой природы электрическаго тока.

Наконецъ, послѣднимъ доказательствомъ въ пользу высказаннаго воззрѣнія служить то, что выведенный здѣсь законъ имѣетъ значеніе не для одной системы химическихъ элементовъ. Въ совершенно другихъ сферахъ, гдѣ распредѣленіе матеріи проис-

ходить завѣдомо подѣ вліяніемъ двухъ противоположныхъ силъ, центральной и периферической, мы находимъ вполне сходное съ этимъ построение. Во второй главѣ мы замѣтили, что атомъ, съ своимъ центральнымъ ядромъ и вращающимися около него тѣлами, представляетъ аналогію съ солнечною системою. Но и система атомовъ представляетъ такую же аналогію. Если мы возьмемъ, на примѣръ, третій циклъ, съ калиемъ и рубидіемъ включительно, и вытянемъ его въ одну линію, мы легко замѣтимъ, что совершенно такое же построение имѣютъ планеты въ солнечной системѣ: послѣдняя точно также заключаетъ въ себѣ четыре центральныхъ тѣла, четыре периферическихъ и поясъ мелкихъ элементовъ между ними, при чемъ каждое изъ этихъ свѣтилъ движется по своей орбитѣ вслѣдствіе нейтрализующагося взаимодѣйствія двухъ противоположныхъ силъ, центростремительной и периферической. Астрономія не вывела математическихъ законовъ, управляющихъ распредѣленіемъ матеріи въ солнечной системѣ; можно сказать, что она даже не коснулась еще этого вопроса. Тутъ, безъ сомнѣнія дѣйствовали и такія внѣшнія причины, которыя не имѣютъ мѣста въ системѣ химическихъ элементовъ, именно постепенное охлажденіе первоначальной однородной массы. Но охлажденіе не объясняетъ такого правильнаго строенія, съ одинакимъ количествомъ центральныхъ и периферическихъ тѣлъ и съ поясомъ мелкихъ свѣтилъ посрединѣ. Можно думать, что замѣченная аналогія служитъ указаніемъ пути, который способенъ привести къ раскрытію управляющихъ этимъ явленіемъ законовъ.

Имѣя такую поразительную аналогію, можно пойти еще далѣе. Въ системѣ химическихъ элементовъ мы, кромѣ вращательнаго движенія, нашли и колебательное. Представляетъ-ли солнечная система что-нибудь подобное?

Извѣстно, что космогоническая гипотеза Лапласа, производящая солнечную систему изъ вращенія постепенно охлаждающейся массы, въ настоящее время отвергается многими астрономами вслѣдствіе того, что она не объясняетъ всѣхъ явленій. Она не объясняетъ ни образованія планетъ изъ происходящихъ отъ охлажденія колець, ни обратнаго вращенія крайнихъ наружныхъ свѣтилъ, ни наклоненія орбитъ, ни даже превращенія круговаго движенія въ эллиптическое, и притомъ съ различною эксцентричностью для разныхъ планетъ. Но многія изъ этихъ явленій объясняются, если мы по аналогіи съ системою химическихъ элементовъ, въ первоначальной массѣ, кромѣ вращательнаго движенія, предположимъ

и колебательное. Къ этой гипотезѣ ведетъ насъ самое строеніе солнечной системы и распредѣленіе въ ней матеріи. Въ предъидущей главѣ, при изслѣдованіи строенія атомовъ, мы объяснили различіе между натріемъ и другими элементами втораго цикла тѣмъ, что въ системахъ, гдѣ преобладаетъ вращательное движеніе, внѣшняя часть окружности превосходитъ внутреннюю, и наоборотъ, гдѣ преобладаетъ колебательное движеніе, тамъ первая меньше послѣдней. Если это вѣрно, то въ солнечной системѣ мы должны признать вліяніе колебательнаго движенія, ибо въ ней наибольшая изъ периферическихъ планетъ, именно Юпитеръ, обращена внутрь, крайнія же наружныя планеты и меньше и дальше отстоятъ другъ отъ друга, нежели внутреннія. А какъ скоро мы введемъ колебательное движеніе въ космогоническую гипотезу, такъ сдѣлаются понятными многія явленія, необъяснимыя въ предположеніи одного вращательнаго движенія. Если разрывъ образовавшагося вслѣдствіе охлажденія кольца происходитъ отъ производимаго колебательнымъ движеніемъ толчка, то одна часть отбрасывается назадъ, а другая впередъ; слѣдовательно, вращаясь въ одной орбитѣ, онѣ наконецъ соединятся и образуютъ одно тѣло. Объясняется и обратное вращеніе отброшенной назадъ массы; объясняется явленіе эллиптическаго, вмѣсто круговаго движенія, и притомъ съ различною эксцентричностью для разныхъ планетъ. Наконецъ, такъ какъ колебательное движеніе въ одномъ направленіи обыкновенно сопровождается меньшимъ колебаніемъ подъ прямымъ угломъ, то этимъ объясняется и различное наклоненіе орбитъ.

Но этимъ не исчерпывается аналогія. Колебательное движеніе въ системѣ химическихъ элементовъ не ограничивается видоизмѣненіемъ явленій, проистекающихъ отъ вращательнаго движенія; оно производитъ и свою собственную группу элементовъ. Представляетъ-ли солнечная система аналогическое явленіе?

Такое явленіе дѣйствительно есть, именно кометы, въ которыхъ преобладаніе колебательнаго движенія выражается необыкновенною эксцентричностью ихъ пути. Извѣстно однако, что хотя нѣкоторые астрономы признаютъ кометы произведеніемъ солнечной системы, но большинство склоняется къ тому мнѣнію, что онѣ приходятъ извнѣ и только случайно попадаютъ въ область дѣйствія солнца. Черезъ это цѣлая важная, характеристическая группа свѣтилъ становится случайнымъ явленіемъ среди небесныхъ тѣлъ. Главное основаніе этого возрѣнія заключается въ

гиперболическомъ пути, который замѣчается у многихъ кометъ: онѣ какъ будто приходятъ изъ безконечности и опять возвращаются въ безконечность. Но это затрудненіе устраняется, если мы признаемъ колебательное движеніе вращающейся массы. Вслѣдствіе сообщеннаго колебаніемъ толчка, отъ окружности можетъ оторваться нѣкоторая часть матеріи. Она будетъ отброшена или впередъ или назадъ. Мы знаемъ, что на землѣ тѣло, получившее толчокъ и находящееся подъ вліяніемъ центральнаго притяженія описываетъ параболу. Но въ небесныхъ пространствахъ парабола должна измѣниться вслѣдствіе того, что оторванная масса или опередитъ движеніе центральнаго ядра или отъ него отстанетъ. Въ первомъ случаѣ парабола загнетса внутрь и превратится въ эллипсъ. Во второмъ случаѣ, она, напротивъ, разогнетса и перейдетъ въ вѣтвь гиперболы, при чемъ ея движеніе будетъ болѣе и болѣе замедляться подъ вліяніемъ центра, до тѣхъ поръ пока наконецъ она остановится и снова обратится къ центру; но такъ какъ послѣдній продолжаетъ двигаться, то она опишетъ не прямую линію, а опять-таки гиперболу. Такимъ способомъ могутъ образоваться и кометы съ эллиптическимъ путемъ и кометы съ гиперболическимъ путемъ, и кометы, движущіяся около солнца справа налево, и кометы движущіяся слѣва направо.

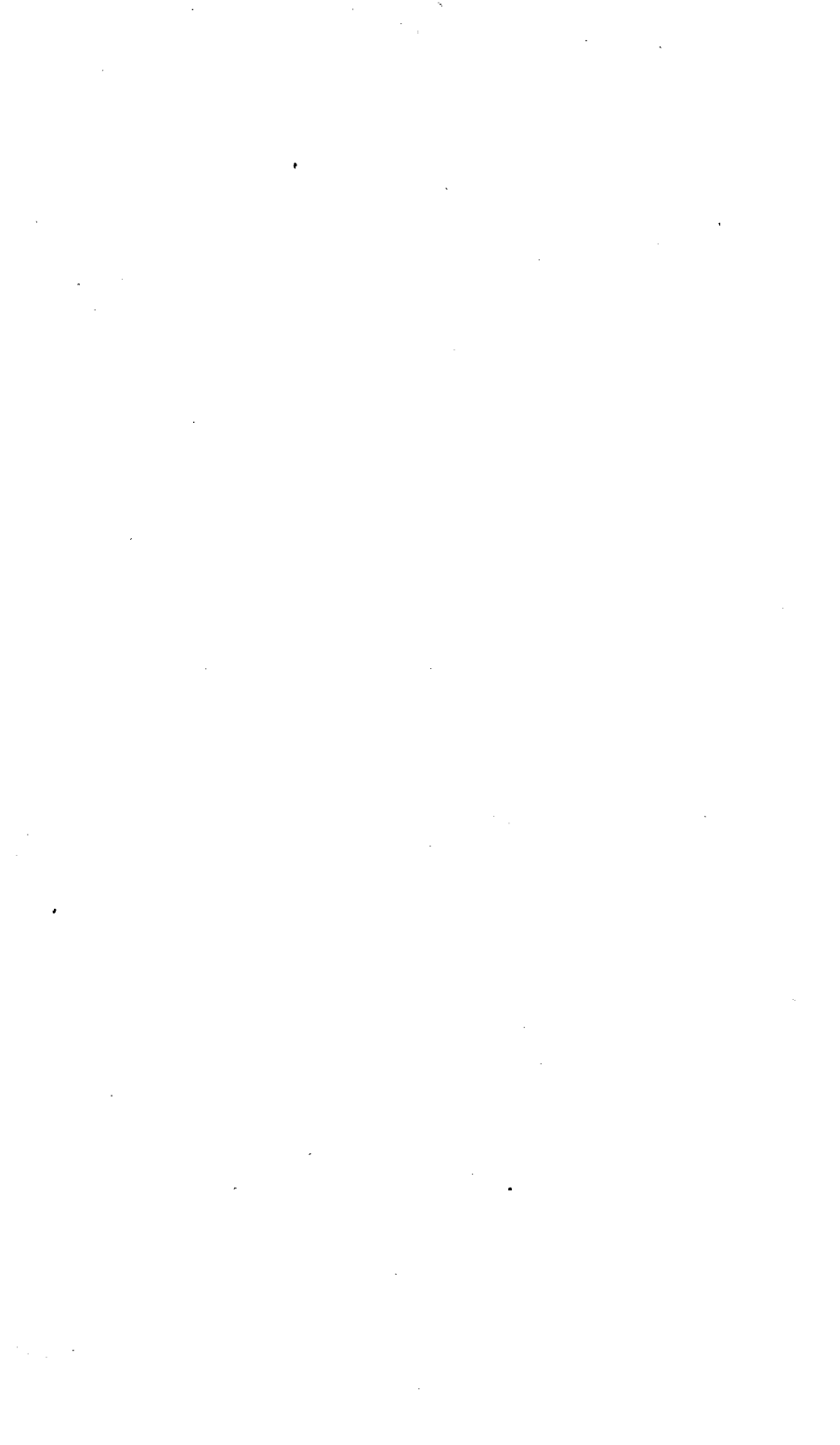
Итакъ, мы въ построеніи солнечной системы находимъ полную аналогію съ системою химическихъ элементовъ. Обѣ создаются по одному типу, вслѣдствіе закона, управляющаго распредѣленіемъ матеріи при взаимодѣйствіи двухъ противоположныхъ силъ, центральной и периферической. Это — законъ общій, однако не въ томъ смыслѣ, что вездѣ, гдѣ существуетъ это взаимодѣйствіе, непременно должны образоваться въ правильномъ порядкѣ центральные и периферическіе элементы, съ нейтральнымъ поясомъ между ними. Мы видѣли, что есть и отдѣльные атомы и цѣлыя циклы, въ которыхъ недостаетъ нейтральнаго пояса. Точно также мы видимъ планеты, инныя вовсе безъ спутниковъ, другія съ небольшимъ числомъ спутниковъ, а одну съ значительнымъ количествомъ спутниковъ и съ сложнымъ нейтральнымъ поясомъ. Вообще, подъ вліяніемъ тѣхъ или другихъ условій строеніе окружающихъ ядро тѣлъ можетъ быть неполное. Но полнота строенія ведетъ именно къ указанному распредѣленію матеріи. А потому, если мы видимъ поясъ, состоящій изъ множества мелкихъ элементовъ, мы въ правѣ заключить, что тутъ есть общій центръ и общая окружность, которыхъ взаимодѣйствіе произвело это явленіе. Именно

такой поясъ представляетъ намъ въ млечномъ пути видимая вселенная. Слѣдовательно, мы должны заключить, что и вселенная имѣетъ общій центръ и общую окружность, то-есть, мы должны, съ расширеннымъ кругозоромъ, выйдя изъ предѣловъ солнечной системы, которая является только песчинкою среди безчисленныхъ міровъ, возвратиться къ точкѣ зрѣнія древнихъ.

Къ тому же заключенію мы приходимъ и другимъ путемъ, прилагая найденный для атомовъ законъ къ общему строенію вселенной. Мы въ правѣ это сдѣлать, ибо составные факторы атома, какъ мы ихъ опредѣлили выше, суть тѣ самыя начала, которыя лежатъ въ основаніи всѣхъ явленій матеріальнаго міра: пространство, матерія, сила и движеніе. А такъ какъ атомъ есть первоначальная единица, изъ которой строится весь матеріальный міръ, то здѣсь отношеніе этихъ началъ должно проявляться во всей своей чистотѣ, безъ всякихъ постороннихъ усложненій, именно такъ, какъ оно вытекаетъ изъ внутренняго ихъ существа, слѣдовательно такъ, какъ оно должно проявляться въ строеніи вселенной. Съ этой точки зрѣнія, *атомъ есть микрокосмъ, вселенная въ маломъ видѣ*. Это положеніе высказывается здѣсь не въ силу какихъ-либо отвлеченныхъ соображеній, и еще менѣе на основаніи какихъ-либо метафизическихъ началъ, а какъ выводъ изъ теоріи, основанной на приложеніи математическаго анализа къ опытнымъ даннымъ. Поэтому оно и прилагается единственно къ той области, для которой оно выведено, именно, къ области чисто матеріальныхъ явленій.

Однако, для того, чтобы въ этомъ обобщеніи идти совершенно правильнымъ, послѣдовательнымъ путемъ, безъ малѣйшаго скачка, мы должны предварительно доказать, что законъ, управляющій строеніемъ и образованіемъ атомовъ, управляетъ и всѣми ихъ соединеніями.

Это будетъ предметъ слѣдующей главы.



СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХЪ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ГЛАВА VI ¹⁾.

Химическія соединенія.

Намъ извѣстны четыре формы соединеній вещества: физическое, химическое, астрономическое и органическое. Первое есть соединеніе атомовъ въ одно тѣло, имѣющее общій центръ тяжести; второе есть совокупленіе входящихъ въ составъ этого тѣла разнородныхъ атомовъ въ отдѣльныя частицы; третье есть связь различныхъ центровъ тяжести между собою; четвертое, наконецъ, есть соединеніе атомовъ въ одно живое цѣлое.

Не трудно видѣть, что эти четыре формы соединеній представляютъ воспроизведеніе четырехъ основныхъ типовъ, выведенныхъ въ классификаціи атомовъ, съ преобладаніемъ въ каждой изъ нихъ одного изъ четырехъ основныхъ началъ, лежащихъ въ основаніи атомистической системы. Физическое соединеніе есть собраніе вещества вокругъ общаго центра тяжести; это — соединеніе центральное. Въ астрономической связи проявляется дѣйствіе на разстояніи; это — соединеніе формальное. Наоборотъ, химическое соединеніе есть связь мельчайшихъ частицъ, изъ которыхъ составляются тѣла; это — соединеніе матеріальное, и мы увидимъ, что характеристическимъ его признакомъ служитъ нейтрализація противоположныхъ элементовъ. Наконецъ, въ живомъ тѣлѣ преобладающимъ началомъ является движеніе, одушевляющее цѣлое. Безъ сомнѣнія, тутъ есть и нѣчто иное, именно, начало управляющее этимъ движеніемъ и дающее совокупляющимся атомамъ общее строеніе и общую жизнь. До этого начала мы дойдемъ въ послѣдствіи и увидимъ, что и тутъ повторяется тотъ же выведенный для атомовъ основной законъ. Здѣсь же достаточно указать на

¹⁾ См. Журналъ Физико-Химическаго Общества 1888 вып. 3 и 7; 1889 вып. 7 и 8.

несомнѣнно характеризующій его признакъ жизни, которая есть форма движенія. Этимъ опредѣляется его мѣсто въ ряду другихъ, и этимъ вмѣстѣ съ тѣмъ завершается весь циклъ соединеній вещества. Мы наглядно видимъ тутъ повтореніе атомистическаго круговорота и приложеніе основнаго, выведеннаго для атомовъ закона.

На счетъ астрономическихъ соединеній мы уже высказали свой взглядъ въ предъидущей главѣ. Если вѣрны выведенныя тамъ на основаніи аналогіи заключенія, то солнечная система опять представляетъ повтореніе основныхъ четырехъ типовъ, изъ которыхъ строится атомистическій циклъ. Она состоитъ изъ центральнаго тѣла, своимъ притяженіемъ связывающаго всю систему, изъ окружности, на которой съ громадною быстротою вращается безчисленное множество мельчайшихъ тѣлецъ, или метеоритовъ, наконецъ изъ двоякаго рода тѣлъ, образующихся вслѣдствіе взаимнодѣйствія противоположныхъ силъ, — изъ планетъ и кометъ. Къ этому въ сущности сводится и гипотеза Лапласа, объясняющая происхожденіе планетной системы послѣдовательнымъ отдѣленіемъ отъ центральнаго ядра кольцеобразныхъ окружностей, которыя затѣмъ, при взаимнодѣйствіи противоположныхъ силъ, превращаются въ планеты. Прибавивъ къ этому первоначальное, наружное кольцо, служащее источникомъ кометъ и своимъ притяженіемъ способствующее отдѣленію послѣдующихъ колецъ, мы получимъ то представленіе о солнечной системѣ, которое вытекаетъ изъ предлагаемой теоріи. Но въ этой области мы должны ограничиться одними гипотезами, ибо окружность солнечной системы не подлежитъ опытному изслѣдованію и столь же мало можемъ мы изслѣдовать происхожденіе планетъ и кометъ.

Въ области физическихъ соединеній мы, напротивъ, стоимъ на совершенно твердой опытной почвѣ, и здѣсь повтореніе того же основнаго закона не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію. Мы знаемъ четыре формы физическихъ соединеній, или четыре состоянія матеріи: твердое, жидкое, газообразное и невѣсомое, или эфирное. Въ первомъ преобладаютъ центростремительныя силы; связывающія частицы въ одно неподвижное цѣлое; въ третьемъ, напротивъ, господствуетъ поступательное, или периферическое движеніе, вслѣдствіе котораго частицы газообразнаго тѣла съ неимоверною быстротою летаютъ во всѣ стороны; жидкое состояніе есть нейтральное, представляющее нѣчто среднее между двумя противоположностями; наконецъ, эфиръ есть состояніе разрѣженнаго до крайнихъ предѣловъ вещества, въ которомъ, слѣдовательно, пре-

обладають розстояніи. Послѣдній не доступенъ опытному изслѣдованію; но законы распространенія свѣта и новѣйшіе опыты относительно разрѣженной матеріи не позволяютъ сомнѣваться въ его существованіи. Въ опытной же сферѣ онъ опять проявляется въ четырехъ формахъ, именно: два противоположныхъ электричества, свѣтъ и теплота. Существо этихъ силъ наукою не раскрыто; но повтореніе въ цѣломъ и въ частяхъ одного и того же основнаго закона заставляеть насъ искать въ немъ объясненія относящихся сюда явленій. Важность этого вопроса и тѣсная связь его съ законами химическихъ соединеній служатъ достаточнымъ поводомъ къ тому, чтобы нѣсколько на немъ остановиться. Здѣсь, конечно, не можетъ быть рѣчи о построеніи математической теоріи; но необходимо, по крайней мѣрѣ въ общихъ чертахъ, указать, на сколько изслѣдованные опытомъ факты согласуются съ вытекающимъ изъ теоріи построеніемъ.

Прилагая выведенный для атомовъ законъ къ отношенію эѳирныхъ явленій, мы должны понять два противоположныхъ электричества, какъ центральное и периферическое. Они могутъ находиться или въ состояніи напряженія, или въ состояніи движенія. Послѣднее образуетъ два противоположныхъ тока: отъ центра къ окружности и отъ окружности къ центру. Встрѣчаясь, эти токи задерживаются, при чемъ ихъ взаимодѣйствіе можетъ произвести, либо колебаніе, либо нейтрализацію противоположныхъ теченій, то-есть вихреворотъ. Первое есть свѣтъ, второе теплота. Такова простая и рациональная схема, которая дается намъ приложеніемъ основнаго закона; посмотримъ, на сколько съ этимъ согласуются факты.

Отношеніе центра къ окружности немислимо безъ взаимнаго притяженія, ибо это одно, что можетъ удерживать ихъ въ означенномъ положеніи. Сообразно съ этимъ, противоположныя электричества притягиваются.

Каждая же сила, взятая въ отдѣльности, должна оказывать стремленіе къ своему противоположному, центральная къ окружности, а окружная къ центру; слѣдовательно, онѣ должны расширяться; и если два центра съ однородною силою находятся въ совокупной области дѣйствія, они будутъ стремиться удалять другъ друга, то-есть, они будутъ отталкиваться. Это опять то, что мы видимъ въ электричествѣ.

Эти свойства одинаково принадлежатъ обоимъ началамъ; но каждое изъ нихъ должно имѣть и свои особенности. Если въ нихъ

дѣйствительно проявляется отношеніе центра къ окружности, то это различіе должно выражаться въ способѣ ихъ распространенія: идущее отъ центра электричество должно быть расходящееся, идущее отъ окружности должно быть сосредоточивающееся. И точно, при разряженіи положительное электричество проявляется въ видѣ висти, отрицательное въ видѣ свѣтящейся точки или звѣздочки. Мало того: въ разрѣженной средѣ положительное электричество распространяется въ видѣ концентрическихъ слоевъ, какъ волны, идущія отъ центра къ окружности; отрицательное же всегда идетъ прямыми линіями, какъ имѣющее, по существу своему, направленіе къ одной точкѣ.

Далѣе, если положительное электричество есть центральное, а отрицательное периферическое, то электроотрицательными должны быть преимущественно элементы, обладающіе наибольшою подвижностью. И тутъ явленіе подтверждаетъ выводъ. Разбирая систему химическихъ элементовъ, мы видѣли, что электроотрицательными оказываются именно тѣ, въ которыхъ преобладаетъ движеніе и которые мы назвали периферическими. Однако это свойство не можетъ быть постояннымъ, ибо элементъ, играющій роль окружности относительно другаго, можетъ играть роль центра относительно третьяго. И точно, физика располагаетъ всѣ тѣла въ послѣдовательный рядъ, гдѣ каждое тѣло является электроположительнымъ относительно всѣхъ предъидущихъ и электроотрицательнымъ относительно всѣхъ за нимъ слѣдующихъ.

Мало того: даже въ одномъ и томъ же веществѣ малѣйшее различіе условій можетъ породить противоположность электрическаго напряженія. Термоэлектрическія явленія показываютъ намъ, что въ одной и той же проволоцѣ ничтожное различіе твердости или ковкости способно при нагрѣваніи или охлажденіи породить электрической токъ.

Изъ всего этого мы можемъ вывести заключеніе, что какъ скоро двѣ частицы матеріи находятся въ области дѣйствія одна другой и нѣтъ къ тому внѣшнихъ препятствій, или противодѣйствующихъ стороннихъ силъ, онѣ не только притягиваются взаимно на основаніи общаго закона притяженія, но при этомъ, въ силу различія свойствъ, онѣ стремятся стать другъ къ другу въ отношеніе центра и окружности, вслѣдствіе чего между ними возбуждается электрическое взаимодѣйствіе. И это явленіе замѣчается, какъ въ отношеніяхъ безконечно-малыхъ частицъ, ускользающихъ отъ всякаго наблюденія, такъ и въ необъятныхъ про-

странствахъ вселенной. Съ одной стороны малѣйшее треніе, даже простое соприкосновеніе частицъ возбуждаютъ между ними электрическій токъ, съ другой стороны хвосты кометъ обнаруживаютъ присутствіе токовъ, идущихъ отъ центральнаго свѣтила къ находящимся на окружности тѣламъ, также какъ и наоборотъ, переднія изліянія кометъ указываютъ на обратные токи, идущіе отъ окружности къ центру.

Однако, механическое дѣйствіе тока существенно видоизмѣняетъ явленія статическаго электричества. Мы опять встрѣчаемъ здѣсь основную для всякой системы противоположность силы и движенія. Первая притягиваетъ или отталкиваетъ; вторая же, происходя отъ первой, слѣдуетъ собственному закону, который иногда производитъ дѣйствія совершенно противоположныя. Это именно то, что мы видимъ въ движеніи планетъ и кометъ вокругъ солнца: въ силу притяженія, онѣ съ ускореннымъ движеніемъ приближаются къ центральному свѣтилу, но затѣмъ, вслѣдствіе пріобрѣтенной скорости, опять отъ него удаляются. Аналогическое съ этимъ явленіе представляютъ электрическіе токи. Взаимодѣйствіе ихъ состоитъ въ томъ, что токи, идущіе въ одномъ направленіи, притягиваются, а въ противоположныхъ отталкиваются. Механически это объясняется тѣмъ, что движенія, слѣдующія по одному направленію, другъ другу содѣйствуютъ и стремятся слиться въ одно, вслѣдствіе чего пути ихъ сближаются; напротивъ, движенія встрѣчныя другъ другу препятствуютъ, а потому пути ихъ расходятся. Въ случаѣ же перекрестнаго движенія, каждый токъ стремится поставить другой параллельно себѣ, при чемъ токъ, отдаляющійся отъ другаго, становится въ направленіе одинаковое съ послѣднимъ, а токъ, приближающійся къ другому, въ направленіе противоположное. Последнее легко объяснить, взявши результирующую сбоихъ движеній и принявши во вниманіе, что въ случаѣ приближенія тока, упругость обращаетъ движеніе назадъ.

Этими чисто механическими началами вполне объясняется взаимодѣйствіе токовъ въ различныхъ ихъ положеніяхъ, и нѣтъ никакой нужды прибѣгать къ гипотезѣ электродинамическаго притяженія и отталкиванія, противоположныхъ притяженію и отталкиванію статическаго электричества. Между тѣмъ, именно этимъ грѣшатъ формулы Ампера и Вебера. Амперъ, наблюдая явленія токовъ, вывелъ для нихъ формулу чисто эмпирическую; Веберъ же, стараясь связать эту формулу съ явленіями статическаго

электричества, сдѣлалъ притяженіе и отталкиваніе функціями не только силы, но и скорости, такъ что съ увеличеніемъ послѣдней притяженіе черезъ нулевую точку переходитъ въ отталкиваніе. Это все равно, что еслибы астрономъ, наблюдая виѣшнимъ образомъ движеніе свѣтилъ, построилъ формулу, выражающую притяженіе матеріи какъ функцію скорости, въ силу чего оно при извѣстномъ ускореніи переходило бы въ отталкиваніе.

Подобное воззрѣніе тѣмъ менѣе можетъ быть допущено, что токъ несомнѣнно сохраняетъ всѣ свойства статическаго электричества, какъ показываютъ явленія индукціи. Приближеніе тока къ нейтральному проводнику вызываетъ въ послѣднемъ токъ противоположный, а удаленіе тока одинакаго направленія, при чемъ оба индуктивные тока мгновенны, изъ чего можно заключить, что они служатъ лишь для возстановленія нарушеннаго равновѣсія. Повидимому, приближающійся токъ стремится механически увлечь за собою эирныя частицы нейтральнаго проводника, вслѣдствіе чего, для возстановленія равновѣсія, является токъ противоположный. Но это равновѣсіе напряженное, находящееся подъ постояннымъ вліяніемъ индуцирующаго тока, а потому, когда послѣдній удаляется, оно нарушается въ противоположномъ смыслѣ, и опять является мгновенный токъ, его возстановляющій.

Но если таково указанное явленіями значеніе индукціи, то нельзя искать въ ней объясненія діаманитизма, какъ дѣлаетъ Веберъ. Постоянныхъ индуктивныхъ токовъ мы вовсе не знаемъ, а токовъ не встрѣчающихъ препятствій мы даже представить себѣ не можемъ. Явленія магнитизма и діаманитизма очевидно находятся въ связи съ указаннымъ выше стремленіемъ тока поставить встрѣчающіеся частичные токи параллельно себѣ, либо въ одинакомъ направленіи, либо въ противоположномъ. Но какими условіями въ томъ или другомъ случаѣ опредѣляется это различіе, мы, при настоящемъ состояніи знанія, сказать не можемъ. Частичныя движенія до такой степени еще мало изслѣдованы, что тутъ приходится ограничиваться одними догадками. При дальнѣйшемъ изученіи этой области, въ особенности съ приложеніемъ къ ней математическаго анализа, безъ сомнѣнія вопросъ выяснится самъ собой.

Противоположныя токи, нейтрализуясь, производятъ двоякаго рода явленія: свѣта и теплоты. Проявляющійся при электрическомъ разряженіи свѣтъ есть сотрясеніе эира, производимое колебательнымъ движеніемъ стремящихся къ уравниванію про-

твиположнихъ токовъ. Это колебательное движеніе взадъ и впередъ наглядно проявляется при разряженіи и изслѣдовано наукою. Изслѣдованы и другія отношенія, ведущія къ отождествленію обоихъ началъ. Сравнивая скорость и законы распространенія свѣта съ таковыми же явленіями электричества, Максвелъ пришелъ къ заключенію, что свѣтъ ничто иное какъ электрическая пертурбація, и на этомъ построилъ даже цѣлую математическую теорію. Если послѣдняя въ частностяхъ нуждается еще въ подтвержденіи, то основное положеніе, утверждающее непосредственную связь между свѣтомъ и электричествомъ, едва ли можетъ быть поколеблено.

Точно также наука совершенно достовѣрнымъ образомъ изслѣдовала превращеніе электричества въ теплоту. Количество теплоты, развивающееся въ проводникѣ электрическимъ токомъ, пропорціонально препятствію, то есть, задержанное электричество становится теплотою. И наоборотъ, въ термоэлектрическихъ токахъ теплота превращается въ электричество: при нагрѣваніи или охлажденіи спаекъ или даже просто чѣмъ-либо отличающихся мѣстъ въ проводникѣ происходитъ электрической токъ. Въ первомъ случаѣ прибывающая, а въ другомъ убывающая теплота превращается въ электричество. Вопросъ заключается лишь въ томъ: что же такое теплота, которая является здѣсь какъ бы измѣнною формою электричества? Въ теплоту превращается не одно электричество, но и всякая механическая работа, и въ свою очередь, теплота можетъ превращаться въ механическую работу. Опредѣленъ даже постоянный механической эквивалентъ теплоты, какова бы ни была форма произведенной работы.

Новѣйшая наука, какъ извѣстно, отвергла воззрѣніе прежнихъ физиковъ, которые признавали теплоту спеціальною невѣсомою жидкостью. Открытіе механическаго эквивалента теплоты заставило современныхъ физиковъ смотрѣть на теплоту, какъ на нѣкотораго рода движеніе, которое можетъ переходить изъ одной формы въ другую. На этомъ началѣ построена новѣйшая механическая теорія теплоты, которая пролила совершенно новый свѣтъ на всю эту область и составляетъ одно изъ важнѣйшихъ приобрѣтеній современной физики. Но при всей существенной важности этой теоріи, она все-таки не рѣшаетъ болѣе спеціального вопроса: какого рода это движеніе и чего именно? На этотъ счетъ физики довольствуются гипотезами. Огромное большинство ихъ признаетъ теплоту за частичное движеніе самого вещества. Когда механическая работа пре-

вращается въ теплоту, то часть ея идетъ на расширеніе тѣла и преодолѣніе внѣшнихъ сопротивленій, то есть, на работу внѣшнюю; другая часть на измѣненіе разстояній и положенія частицъ, то есть, на работу внутреннюю; наконецъ, третья часть идетъ на увеличеніе внутренняго движенія, или, говоря научнымъ языкомъ, на увеличеніе живой силы вещества, и эта-то послѣдняя часть, проявляющаяся въ возвышеніи температуры, и есть настоящая теплота. Это какъ-бы запасъ работы, который, при благоприятныхъ условіяхъ, можетъ въ свою очередь быть превращенъ въ механическую внѣшнюю работу.

Такова гипотеза, которой держится большинство современныхъ ученыхъ. Однако она представляетъ весьма много сомнительнаго.

Прежде всего, она въ одно понятіе теплоты соединяетъ два совершенно разнородныхъ движенія двухъ совершенно разнородныхъ видовъ вещества. Извѣстно, что теплота является въ двухъ формахъ. Какъ лучистая теплота, она, на основаніи всѣхъ хорошо изслѣдованныхъ явленій, отождествляется съ свѣтомъ и признается всѣми физиками колебательнымъ движеніемъ ээира; но какъ скоро она сообщается тѣламъ, она распространяется уже по совершенно инымъ законамъ. Теорія связываетъ эти двѣ формы путемъ новой гипотезы: предполагается, что при вступленіи въ тѣло, лучистая теплота передаетъ ближайшему матеріальному слою свое колебательное движеніе; этотъ слой, въ свою очередь, посредствомъ лучеиспусканія, передаетъ свое движеніе слѣдующему за нимъ и такъ далѣе; а такъ какъ на все это требуется большее или меньшее время, смотря по поглощающему свойству тѣла, или по его способности воспринимать движеніе, то отсюда происходитъ различная теплопроводимость различныхъ веществъ.

Однако и эта гипотеза весьма неудовлетворительна. По справедливому замѣчанію Секки, способъ распространенія колебательныхъ движеній, напримѣръ звука, совершенно иной, нежели тепла: въ металлическомъ стержнѣ звуковое сотрясеніе немедленно передается всецѣло отъ слоя къ слою и прекращается съ удаленіемъ причины; сообщенное же тепло сохраняется, пока постепенно не разсѣется въ окружающей атмосферѣ. Секки объясняетъ это различіе тѣмъ, что тепловыми лучами сообщается не только колебательное, но и вращательное движеніе, которое удерживается на мѣстѣ ¹⁾. Съ этимъ можно согласиться, ибо таково именно дѣй-

¹⁾ Единство физическихъ силъ, пер. Павленкова стр. 35, ср. стр. 73.

ствіе тренія, которому фізики приписываютъ задержку тепловыхъ волнъ и передачу движенія частицамъ вѣсогого вещества. Но въ такомъ случаѣ слѣдуетъ признать, что прежде всего такое же движеніе получаютъ эѳирныя волны, носители лучистой теплоты. Колебаніе взадъ и впередъ, точно также какъ и противоположныя токи, будучи задержано, въ силу косаго удара превращается въ круговоротное движеніе и такое же движеніе сообщаетъ ударяемому тѣлу. Получаются, слѣдовательно, два вращательныхъ движенія: эѳира и вѣсогого вещества; которому же изъ нихъ слѣдуетъ приписать возвышеніе температуры?

Признавши послѣднее явленіемъ живой силы вѣсогого вещества, мы должны вмѣстѣ съ тѣмъ признать, что при одной и той-же температурѣ твердое тѣло и постоянный газъ имѣютъ одну и ту же живую силу, а это совершенно немислимо, ибо постоянный газъ отличается именно крайнею подвижностью частицъ, тогда какъ въ твердомъ тѣлѣ частицы, вслѣдствіе связывающихъ ихъ силъ, остаются, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ нашего опыта, совершенно неподвижными. Мало того: исходя отъ этой гипотезы, мы должны признать, что въ одной и той же средѣ живая сила всѣхъ вещей одинакова, ибо температура ихъ мало по малу уравнивается, что опять представляется совершенно невѣроятнымъ. Одинакость температуры данной среды прямо указываетъ на уравнишенное движеніе именно этой среды, а отнюдь не находящихся въ ней вещей, которыя по различію свойствъ могутъ имѣть самыя разнообразныя внутреннія движенія.

Непонятно также при такомъ взглядѣ на теплоту, почему всѣ тѣла при одинакой температурѣ испускаютъ лучи съ одинакою длиною волны, или, говоря общѣе, почему качество испускаемыхъ лучей зависитъ отъ одной температуры, а не отъ свойствъ самихъ тѣлъ. Тутъ оказывается даже прямое противорѣчіе, ибо длина волны пропорціональна періоду сотрясенія; послѣдній же зависитъ отъ скорости движенія, а скорость движенія, при одинакой живой силѣ, должна быть разная у разныхъ веществъ. Живая сила опредѣляется произведеніемъ половины массы на квадратъ скорости, слѣдовательно чѣмъ больше масса, тѣмъ меньше скорость.

Такое же противорѣчіе оказывается и въ томъ фактѣ, что теплоемкость тѣлъ увеличивается съ увеличеніемъ ихъ плотности. Если температура служитъ выраженіемъ живой силы частицъ, то для нагрѣванія плотнаго тѣла нужно больше тепла, такъ какъ здѣсь большее количество послѣднаго идетъ на внутреннюю работу и

меньше остается на увеличеніе живой силы. Вслѣдствіе этого, нѣкоторые физики приходятъ даже къ мысли, что теплоемкость слѣдуетъ измѣрять не количествомъ прибывающаго тепла на единицу вѣса, какъ дѣлается обыкновенно, а количествомъ тепла на единицу объема, что уже совершенно нераціонально ¹⁾).

Между тѣмъ, всѣ эти затрудненія устраняются, если мы, вмѣсто того, чтобы отождествлять теплоту съ частичнымъ движеніемъ вѣсогого вещества, будемъ видѣть въ ней видоизмѣненіе того же самаго начала, которое проявляется въ лучистой теплотѣ, то есть, движенія ээира. Примѣръ вихря, образуемаго противоположными теченіями вѣтра, показываетъ намъ, каковы должны быть ея дѣйствія. Сосредоточивая на одномъ мѣстѣ силу противоположныхъ токовъ, вихрь производитъ волнообразное движеніе той среды, въ которой онъ происходитъ; находящіяся же въ предѣлахъ его дѣйствія предметы онъ разбрасываетъ во всѣ стороны, а если не можетъ разбросить, то распираетъ. Именно это и дѣлаетъ теплота. Съ одной стороны, она производитъ волнообразное движеніе ээира и такимъ образомъ является въ видѣ лучистой теплоты, которая въ сущности есть тотъ же свѣтъ, хотя не всегда видимый для глаза. Процессъ состоитъ въ томъ, что вращательное движеніе производитъ волны, которыя при извѣстной интенсивности дѣлаются видимы; волны же, задерживаясь въ тѣлахъ, опять получаютъ вращательное движеніе, то есть, становятся теплотою. Съ другой стороны, она сообщаетъ движеніе всѣмъ находящимся въ области ея дѣйствія тѣламъ. Это движеніе, при одинакой температурѣ, одинаково; но въ твердыхъ тѣлахъ большая часть его расходуется на внутреннюю и виѣшнюю работу: производится передвиженіе частицъ и расширение, и только малая часть остается на прибавленіе живой силы. Напротивъ, въ газообразныхъ тѣлахъ, гдѣ нѣтъ почти внутренняго сопротивленія, большая часть сообщеннаго движенія идетъ на увеличеніе живой силы, вслѣдствіе чего послѣдняя, при одинакой температурѣ, несравненно больше въ газообразномъ тѣлѣ, нежели въ твердомъ. При такомъ взглядѣ понятно и уменьшеніе теплоемкости съ уплотненіемъ вещества: теплоемкость опредѣляется количествомъ теплоты, которое задерживается тѣломъ; слѣдовательно, чѣмъ оно плотнѣе, тѣмъ меньше нужно теплоты, чтобы поднять его температуру. Поэтому жидкія тѣла имѣютъ вообще бѣльшую теплоемкость, нежели твердыя; въ газообразныхъ же тѣ-

¹⁾ Сетки, тамъ-же, стр. 55.

дахъ теплоемкость опять уменьшается, ибо тутъ является препятствіе другого рода, именно, усиленное движеніе частицъ, задерживающее движеніе ээира.

Мы видимъ, что явленія совершенно согласуются съ принятою схемою. Выведенный для атомовъ законъ даетъ простое и раціо-нальное объясненіе существа и отношеній невѣсомыхъ силъ. Такой результатъ говорить самъ за себя.

Обратимся теперь къ химическимъ соединеніямъ.

Тѣсная связь ихъ съ электричествомъ давно признана наукою. Явленія химическаго разложенія посредствомъ гальваническаго тока не оставляютъ на этотъ счетъ никакого сомнѣнія. Особенно поразителенъ открытый Фарэдеемъ законъ постояннаго отношенія между количествомъ дѣйствующаго электричества и эквивалентностью разлагаемыхъ веществъ. Фарэдей нашелъ, что одноэквивалентные элементы всегда и при всѣхъ условіяхъ несутъ съ собою къ соотвѣтствующему полюсу одно и тоже количество электричества, двухэквивалентные вдвое большее, трехэквивалентные втрое и т. д. Сближая этотъ законъ съ выведеннымъ въ третьей главѣ отношеніемъ эквивалентности къ количеству присущихъ атому центральныхъ частичекъ, мы находимъ объясненіе послѣдняго. Въ силу этого закона, каждая центральная частичка является источникомъ отдѣльнаго электрическаго взаимодѣйствія. Этимъ объясняется не только значеніе эквивалентности, но и существо самой химической связи, а вмѣстѣ съ тѣмъ подтверждается взглядъ на электричество, какъ на проявленіе взаимодѣйствія между центромъ и окружностью. Получаемые съ совершенно различныхъ сторонъ выводы подкрѣпляютъ и дополняютъ другъ друга.

Эта тѣсная связь между химическими соединеніями и электричествомъ побудили уже прежнихъ химиковъ искать въ послѣднемъ объясненія всѣхъ явленій химическаго взаимодѣйствія. Однако эта попытка вышла неудачною. Основнымъ типомъ всѣхъ химическихъ соединеній признано было господствующее въ химіи противоположеніе основаній и кислотъ, которыя, соединяясь, образуютъ нейтральные тѣла — соли. Основанія считались электроположительными, кислоты электроотрицательными; происхожденіе же солей объяснялось соединеніемъ и нейтрализаціею противоположныхъ электричествъ. Аналогія дѣйствительно была заманчивая, и величайшіе химики прежняго времени являлись послѣдователями этой, такъ называемой *дуалистической* теоріи. Однако построеніе не выдержало опытной провѣрки. Оказалось, что при разложеніи на

отрицательномъ полюсѣ выдѣляется не все основаніе, а лишь одинъ металл; остальная же часть основанія, вмѣстѣ съ кислотою, идетъ къ положительному полюсу: Вслѣдствіе этого дуалистическая теорія была оставлена, и самая связь между химическими соединеніями и электричествомъ отодвинулась далеко на задній планъ. Вмѣсто того воздвиглась *унитарная* теорія, пытающаяся объяснить химическія соединенія совокупностью отношеній между образующими ихъ атомами.

Задача состоитъ въ томъ, чтобы изслѣдовать совокупленіе атомовъ въ частицы. Надобно опредѣлить составъ и строеніе частицы. Относительно состава опытъ даетъ намъ съ полною достовѣрностію количественное отношеніе составляющихъ частицу атомовъ. Оно опредѣляется отношеніемъ между соединяющимися элементами. Зная, на примѣръ, что въ водѣ на восемь вѣсовыхъ частей кислорода приходится одна часть водорода, и зная съ другой стороны, что вѣсъ атома кислорода равняется 16, если вѣсъ атома водорода принимается за единицу, мы заключаемъ отсюда, что въ частицѣ воды на два атома водорода содержится одинъ атомъ кислорода. Но полученная такимъ образомъ пропорція даетъ намъ лишь одинъ пай совокупнаго состава, а частица можетъ состоять изъ двухъ, трехъ и болѣе подобныхъ паевъ. Этого опытъ намъ не показываетъ, ибо отдѣльныя частицы ускользаютъ отъ наблюденія. Для веществъ, которыя могутъ быть изслѣдованы въ газообразномъ состояніи, пособіемъ служитъ законъ Авогадро-Жерара, по которому всѣ газообразныя вещества въ одинакомъ объемѣ всегда содержатъ одинаковое количество частицъ. Но уже самый этотъ законъ, будучи приложенъ къ различнымъ веществамъ, показываетъ, что даже въ газообразномъ состояніи составъ частицъ можетъ быть разный при разной температурѣ. Такъ, частица сѣры, при температурѣ выше 800 градусовъ, состоитъ изъ двухъ атомовъ, а при низшей температурѣ изъ шести. Въ другихъ веществахъ обнаруживаются неправильности, которыя объясняются лишь тѣмъ, что при пониженіи температуры нѣкоторая доля частицъ получаетъ болѣшій составъ, нежели остальные, или что при повышеніи температуры происходитъ разложеніе. Въ виду этого нѣтъ возможности отъ газообразнаго состоянія сдѣлать заключеніе къ жидкому и твердому. Относительно же множества веществъ, которыя не могутъ быть изслѣдованы въ газообразномъ состояніи, мы не имѣемъ ужъ никакой твердой точки опоры. Приходится довольствоваться разными частными со-

ображеніями, которыя однако имѣютъ весьма мало убѣдительности и представляютъ лишь болѣе или менѣе вѣроятныя гипотезы.

Еще менѣе современная наука въ состояніи опредѣлить строеніе частицъ. Тутъ нѣтъ даже того пособія, которое оказываетъ законъ Авогадро-Жерара. Явленія аллотропіи несомнѣнно убѣждаютъ насъ, что при одномъ и томъ же составѣ, частицы могутъ имѣть различныя строенія. Наблюдая соединенія и раздѣленія веществъ, мы можемъ предполагать, что нѣкоторые атомы въ частицѣ тѣснѣе связаны между собою, нежели съ другими. Но все это ведетъ лишь къ болѣе или менѣе правдоподобнымъ догадкамъ. Твердой почвы тутъ нѣтъ, и фантазія можетъ разыгрываться на просторѣ.

Тѣмъ не менѣе, современная химія пытается построить каждую частицу, руководствуясь такъ называемымъ *закономъ цѣпленія атомовъ*. Предполагается, что частица образуется частною связью отдѣльныхъ атомовъ другъ съ другомъ, при чемъ, на основаніи закона эквивалентности, одинъ атомъ можетъ соединяться съ большимъ или меньшимъ количествомъ другихъ. Въ силу этого воззрѣнія, всѣ входящія въ составъ частицы атомы располагаются въ непрерывной цѣпи, съ различными развѣтвленіями, и каждый атомъ ставится посреди тѣхъ, съ которыми онъ находится въ непосредственной связи. Въ срединныхъ атомахъ эквивалентность должна быть насыщена; но въ крайнихъ могутъ оставаться свободныя единицы сродства, указывающія на возможность дальнѣйшихъ соединеній. Все это сложное зданіе строится на основаніи различныхъ частныхъ соображеній: вычисляются возможныя аллотропическія формы и сравниваются съ дѣйствительно существующими, изслѣдуются соединенія и раздѣленія и т. д. Многое тутъ весьма остроумно и правдоподобно; но твердой почвы все-таки нѣтъ, и самая положенная въ основаніе схема страдаетъ весьма существенными недостатками.

Во первыхъ, она исключаетъ нѣкоторыя несомнѣнно существующія соединенія одноэквивалентныхъ элементовъ, какъ то Na_4O , Na_2H , или Na_4H_2 . По теоріи, Na_2O и NaH представляютъ уже насыщенные эквиваленты и не допускаютъ дальнѣйшаго присоединенія частицъ. Въ силу этого начала, всѣ соединенія одноэквивалентныхъ элементовъ между собою признаются двухатомными, наиримѣръ $NaCl$, хотя, какъ увидимъ ниже, существуютъ весьма вѣскіе поводы признать это соединеніе двупайнымъ. По той же причинѣ теорія не допускаетъ соединенія съ другими ча-

стицам и воды, какъ таковой, а непременно вводить водный остатокъ, *HO*, хотя во многихъ соединеніяхъ вода поглощается и выдѣляется въ цѣльномъ составѣ. Имѣя въ виду несомнѣнно существующія соединенія Na_4O , Na_2H и другія, мы должны всѣ эти ограниченія признать неосновательными.

Во вторыхъ, приложеніе начала эквивалентности къ закону сѣпления атомовъ ведетъ къ тому, что послѣдователи этой теоріи во многихъ случаяхъ должны признать соединеніе атомовъ не однимъ только средствомъ, а нѣсколькими. Конечно, это возможно; но надобно показать положительное основаніе, а этого нельзя сдѣлать, ибо опытъ не даетъ намъ на этотъ счетъ ни малѣйшихъ указаній; многократныя связи вводятся лишь для пополненія пробѣловъ. Вслѣдствіе этого, тутъ водворяется уже полнѣйшій произволъ и воображеніе даетъ себѣ полную волю: строятся самыя разнообразныя цѣпи съ хитросплетенными развѣтвленіями, иногда въ видѣ многоугольниковъ, въ которыхъ нѣкоторые атомы соединяются одною чертою, то есть, однимъ средствомъ, а другіе двумя или тремя, безъ всякой видимой причины, просто для насыщенія эквивалентности.

Въ третьихъ, такое построеніе представляется тѣмъ болѣе фантастическимъ, что по собственному признанію строителей оно существуетъ только въ идеѣ и вовсе не изображаетъ реальнаго положенія атомовъ въ пространствѣ. Это не болѣе какъ идеальная схема связей, а какое вслѣдствіе этихъ связей устанавливается распредѣленіе атомовъ въ пространствѣ, этого теорія не берется опредѣлить. Между тѣмъ, это именно первое, что требуется отъ теоріи, поставляющей себѣ задачею изслѣдовать строеніе частицъ. Она должна объяснить, по крайней мѣрѣ гипотетически, расположеніе атомовъ въ пространствѣ.

Въ четвертыхъ, столь же мало объясняются этимъ закономъ самыя существенныя качественныя различія химическихъ соединеній. Мы получаемъ частную связь отдѣльнаго атома съ отдѣльнымъ атомомъ, но не видимъ, чѣмъ же при такомъ построеніи отличаются другъ отъ друга основанія, кислоты и соли. Этотъ вопросъ даже вовсе и не затрогивается указанною теоріею. Нѣтъ сомнѣнія однакоже, что теорія, имѣющая въ виду опредѣлить строеніе атомовъ, должна прежде всего объяснить самыя крупныя специфическія различія этого строенія.

Въ пятыхъ, наконецъ, всѣ эти многочисленныя развѣтвленія допустимы единственно въ томъ предположеніи, что атомы остаются

неподвижными. Какъ скоро они придуть въ движеніе, такъ всѣ эти отношенія должны перенутаться. Правда, послѣдователи разбираемой теоріи не хотятъ этого признать. Они допускають, что атомы находятся въ непрерывномъ и сильномъ движеніи; но это движеніе должно ограничиться колебаніемъ взадь и впередъ въ весьма тѣсныхъ предѣлахъ, такъ чтобы оно не нарушало взаимнаго ихъ расположенія. Между тѣмъ, при колебательномъ движеніи не можетъ сохраниться постоянная связь атомовъ. Эта связь состоитъ во взаимномъ притяженіи, и для того чтобы общее строеніе системы осталось неизмѣннымъ, для того чтобы атомы не сближались, не смѣшивались и не перепутывались, необходимо, чтобы притяженіе уравновѣшивалось движеніемъ. Колебаніемъ это равновѣсіе не дается. Изъ всѣхъ существующихъ видовъ движенія есть только одно, которое въ состояніи исполнить эту задачу, именно, вращательное. Поэтому мы необходимо приходимъ къ заключенію, что частицы, также какъ и атомы, должны находиться въ состояніи вращенія. А съ тѣмъ вмѣстѣ исчезаетъ идеальная цѣль, связывающая каждый отдѣльный атомъ съ другимъ; надобно искать иныхъ началъ.

Признаніе вращательнаго движенія частицъ переноситъ насъ на совершенно новую почву. Мы получаемъ уже извѣстное распредѣленіе атомовъ въ пространствѣ; связь ихъ становится реальною. Каждый изъ элементовъ, входящихъ въ составъ частицы, можетъ занимать одно изъ слѣдующихъ положеній: онъ можетъ быть центральнымъ, периферическимъ, нейтральнымъ, наконецъ нейтрализующимъ, то-есть, центральнымъ и периферическимъ вмѣстѣ. Съ другой стороны, въ выведенной выше классификаціи элементовъ мы видѣли, что они по существу своему раздѣляются на четыре разряда: на центральные, периферическіе, нейтральные и формальные. Аналогія тутъ очевидная и естественно возникаетъ вопросъ: существуетъ ли какое-нибудь отношеніе между этими основными свойствами атомовъ и тѣмъ положеніемъ, которое они занимаютъ въ соединеніяхъ? Это и есть вопросъ, подлежащій изслѣдованію, и рѣшеніе котораго можетъ бросить совершенно новый свѣтъ на всю область химическихъ соединеній.

Замѣтимъ, что, перенося изслѣдованіе на эту почву, мы не дѣлаемъ никакой новой гипотезы. Мы просто прилагаемъ къ соединеніямъ атомовъ тѣ самые законы, которые мы вывели для отдѣльныхъ атомовъ, и дѣлаемъ это на основаніи соображеній, указанныхъ самимъ предметомъ. При этомъ сохраняется и все то

существенное, что было въ прежнихъ теоріяхъ; устраняются только встрѣчающіяся въ нихъ затрудненія и противорѣчія.

Такъ, сохраняется связь отдѣльныхъ атомовъ другъ съ другомъ; но изъ идеальной области она переносится на реальную, пространственную почву. Прилагая найденныя для атомовъ отношенія, мы должны первымъ и основнымъ условіемъ поставить связь и равновѣсіе центра и окружности. Нейтральный же поясъ уравнивается самъ по себѣ; онъ можетъ быть больше или меньше, онъ можетъ даже совершенно отсутствовать: это не мѣшаетъ образованію частицы. При такихъ условіяхъ является возможность возникновенія соединеній подобныхъ Na_2H или Na_4O . Два атома натрія, изъ которыхъ одинъ составляетъ центръ, а другой окружность, могутъ нейтрализовать атомъ водорода, предполагая, что послѣдній способенъ самъ по себѣ уравниваться, или даже цѣлую частицу, состоящую изъ двухъ атомовъ натрія и лежащаго между ними атома кислорода или двухъ атомовъ водорода. Тѣмъ же путемъ можетъ образоваться частица Na_2Cl_2 ; и тутъ два атома хлора нейтрализуются двумя атомами натрія. Точно также можетъ нейтрализоваться цѣльная частица воды безъ распаденія на водородъ и водный остатокъ.

Какъ видно, тутъ сохраняется и значеніе эквивалентности, и не только сохраняется, но устраняются тѣ видимыя отступленія отъ этого начала, которыя заставляютъ многихъ химиковъ признать его измѣнчивость. Законъ Фарэдея показываетъ глубокую связь эквивалентности съ самымъ существомъ химическихъ соединеній, а потому трудно считать ее началомъ измѣнчивымъ. Скорѣе слѣдуетъ искать иного объясненія кажущихся противорѣчій. Эта задача рѣшается предлагаемымъ построеніемъ. Для примѣра возьмемъ соединенія мѣди съ кислородомъ. Намъ извѣстны два разныхъ соединенія этихъ элементовъ: закись и окись, Cu_2O и CuO , или Cu_2O_2 . Первое совершенно согласно съ теоріею, ибо мѣдь есть одноэквивалентный элементъ, а кислородъ двухэквивалентный; но какъ объяснить второе? На основаніи выведеннаго для атомовъ закона это объясняется просто тѣмъ, что два атома мѣди, уравниваясь между собою, какъ центръ и окружность, способны нейтрализовать не только одинъ, но и два атома кислорода. Въ послѣднемъ случаѣ нейтральный поясъ удвоится, и равновѣсіе его сохраняется вполне. Тоже можно приложить и къ другимъ соединеніямъ.

При такомъ взглядѣ удерживается даже то, что было вѣрнаго въ отвергнутомъ дуализмѣ, именно, электрическое взаимодействіе

между центромъ и окружностью. Тутъ нѣтъ необходимости дѣлить совокупную частицу на двѣ половины, заряженныя противоположными электричествами; нейтральный поясъ является положительнымъ относительно окружности и отрицательнымъ относительно центра, а потому можетъ, смотря по условіямъ, примыкать къ тому или другому. При этомъ нѣтъ даже необходимости, чтобы центръ и окружность состояли изъ разныхъ элементовъ. Мы видѣли, что два атома одного и того же элемента, при малѣйшемъ различіи условій, стремятся стать другъ къ другу въ отношеніе центра и окружности. Этотъ сдѣланный выше выводъ вполне подтверждается частичною химіею. Каждая частица постоянныхъ газовъ составляется изъ двухъ атомовъ. И если тутъ можетъ еще возникнуть вопросъ: точно-ли въ этомъ случаѣ является отношеніе центрального атома къ периферическому, и нѣтъ-ли тутъ взаимнаго обращенія двухъ тѣлъ другъ около друга, чтѣ механически представляется возможнымъ, то сомнѣніе устраняется, какъ скоро къ двумъ тѣламъ присоединяется третье, чему примѣръ представляетъ озонъ. Здѣсь остается мѣсто уже для одного только самаго естественнаго заключенія: что два тѣла, относящіяся другъ къ другу, какъ центръ и окружность, нейтрализуютъ между собою третье. Ниже мы увидимъ дальнѣйшія доказательства въ пользу этого взгляда.

Наконецъ, предлагаемое построеніе оставляетъ мѣсто для самыхъ разнообразныхъ сочетаній полимерныхъ веществъ. Уже въ строеніи отдѣльнаго пая, при одномъ и томъ же составѣ, можетъ оказаться существенное различіе, смотря по тому, какое положеніе занимаетъ тотъ или другой атомъ: центральное, нейтральное или периферическое. Но еще большія различія можетъ представлять сочетаніе павъ. Одинъ пай можетъ присоединиться къ другому, образуя около него новую окружность и нейтрализуя первую. Въ этомъ случаѣ сохраняется первоначальный типъ частицы, и если этотъ процессъ повторяется, то образуется, какъ въ солнечной системѣ, рядъ тѣлецъ, лежащихъ приблизительно въ одной плоскости, то-есть пластинка. Но при значительной полимерности частицы, такое строеніе представляется мало вѣроятнымъ. Гораздо естественнѣе другое строеніе, которое точно также возможно, какъ и первое: плоскіе пай могутъ соединяться центрами. Тутъ уже образуется ось, и при повтореніи процесса получается типъ призмы. Такого рода соединеніе можно назвать центральнымъ. Какъ же скоро имѣются двѣ кристаллическія формы, пластинка и призма,

такъ слѣдуетъ искать и другихъ. Если пави могутъ соединяться центрами, то они могутъ соединяться и окружностями. Соединеніе окружностей противоположное центральному, то-есть, безъ образованія оси, произойдетъ въ томъ случаѣ, если плоскости павевъ наклонны другъ къ другу. При такомъ условіи можетъ образоваться тетраэдръ или пирамида. Наконецъ, возможно сочетаніе двухъ предъидущихъ соединеній, центрального и периферического. Такихъ способовъ соединенія можетъ быть безчисленное множество; простѣйшее изъ нихъ есть кубъ.

Такимъ образомъ получается переходъ къ кристаллическимъ формамъ, и опять по тому же закону, который господствуетъ въ цѣломъ и въ частяхъ. Зная связь между электричествомъ и кристаллами, можно даже сдѣлать дальнѣйшія предположенія о соединеніи центровъ посредствомъ статическаго электричества и окружностей посредствомъ динамическаго. Намъ извѣстно, что токи стремятся стать параллельно другъ другу; вслѣдствіе этого, при сближеніи частицъ, круговыя или эллиптическія орбиты превратятся въ сочетанія прямолинейныхъ. Но подобныя соображенія увлекли бы насъ слишкомъ далеко въ область гипотезъ. Мы хотѣли только показать, что предложенное начало въ высшей степени плодотворно. Дальнѣйшія изслѣдованія обнаружатъ, нѣтъ-ли возможности въ самомъ строеніи кристалловъ найти указанія для опредѣленія полимерности химическихъ соединеній. Намъ же нужно прежде всего установить основные факты. Къ нимъ мы теперь обратимся.

Разсматривая совокупность химическихъ соединеній, мы находимъ, что всѣ они образуются съ участіемъ периферическихъ элементовъ, причисляя къ послѣднимъ и водородъ, сообразно съ выведеннымъ въ предъидущей главѣ построеніемъ. Периферическіе элементы являются дѣятельнымъ началомъ въ соединеніяхъ; остальные образуютъ между собою смѣси и сплавы, но не опредѣленныя соединенія, хотя между тѣми и другими, какъ всегда, могутъ быть постепенные переходы. Периферическіе же элементы соединяются, какъ съ другими, такъ и между собою, и послѣдняго рода соединенія служатъ первообразомъ остальныхъ. Поэтому начнемъ съ разбора послѣднихъ, положивши въ основаніе выведенный въ предъидущей главѣ периферическій цѣль, заключающій въ себѣ азотъ, кислородъ, водородъ и фторъ, или лучше хлоръ, котораго соединенія совершенно аналогичны съ соединеніями фтора, но разнообразнѣе и болѣе изслѣдованы.

Въ этомъ циклѣ, какъ мы видѣли, азотъ играетъ роль центрального элемента, кислородъ нейтрального, хлоръ периферическаго, наконецъ водородъ формальнаго. Послѣдній представляетъ нѣкоторое противоположеніе остальнымъ тремъ. Въ сущности, онъ не принадлежитъ даже къ периферической группѣ, а составляетъ периферическій элементъ формальной группы, являясь въ периферическомъ циклѣ какъ бы представителемъ всѣхъ остальныхъ элементовъ. Это и выражается въ томъ, что онъ имѣетъ характеръ электроположительный, тогда какъ остальные три элемента электроотрицательны. Вслѣдствіе этого, основными или типическими соединениями слѣдуетъ признать соединенія остальныхъ трехъ элементовъ съ водородомъ. Что же мы тутъ находимъ?

Если выведенное построеніе вѣрно, то атомъ азота долженъ составлять центръ для азотно-водороднаго соединенія; а такъ какъ азотъ есть трехэквивалентный элементъ, то мы должны получить соединеніе, состоящее изъ одного центрального атома азота и трехъ периферическихъ атомовъ водорода. Такое соединеніе намъ извѣстно; это — амміакъ, который можетъ служить прототипомъ цѣлаго разряда веществъ, съ рѣзко опредѣленными свойствами, именуемыхъ основаніями.

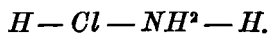
Кислородъ въ периферическомъ циклѣ является нейтральнымъ элементомъ, а такъ какъ онъ двухэквивалентенъ, то одинъ атомъ кислорода долженъ нейтрализоваться двумя атомами водорода. И это соединеніе намъ извѣстно; это — прототипъ всѣхъ нейтральныхъ тѣлъ, вода. Мы находимъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что нейтрализація производитъ значительное уплотненіе, согласно съ тѣмъ, что мы видѣли въ общей системѣ химическихъ элементовъ.

Наконецъ, соединеніе водорода съ хлоромъ, который относительно водорода есть одноэквивалентный элементъ, даетъ, по принятому построенію, одинъ центральный атомъ водорода съ однимъ же периферическимъ атомомъ хлора. Это соединеніе, хлороводородъ, есть постоянный газъ, такъ же какъ амміакъ, но свойства его совершенно противоположны свойствамъ послѣдняго. Между тѣмъ какъ амміакъ является представителемъ основаній, хлороводородъ есть безводная кислота, или, по техническому выраженію, ангидридъ кислоты. Въ немъ со всею рѣзкостью проявляются именно кислотныя свойства, характеризующія периферическіе элементы, въ особенности галоиды, наиболѣе периферическіе изъ всѣхъ. Этимъ подтверждается и то, что хлоръ въ этомъ соединеніи находится на окружности, гдѣ онъ можетъ быть болѣе

дѣятельнымъ, тогда какъ въ амміакѣ азотъ, наименѣе дѣятельный изъ периферическихъ элементовъ, играетъ роль центральной связи, а на окружности выступаютъ одностороннія свойства формальнаго элемента, водорода.

Такимъ образомъ, предлагаемое построение не только находитъ подтвержденіе въ предъидущихъ выводахъ, но даетъ намъ объясненіе основной противоположности химическихъ соединеній, противоположности основаній и кислотъ. Два полярно-противоположные элемента выведеннаго цикла, азотъ и хлоръ, даютъ съ водородомъ два соединенія съ рѣзко противоположными свойствами, одинъ съ преобладающимъ центрально-формальнымъ, или основнымъ характеромъ, другой съ преобладающимъ кислотнымъ, или периферическимъ; средній же между ними элементъ даетъ нейтральное тѣло.

Этого мало: съ помощью этого построения мы получаемъ совершенно раціональное объясненіе происхожденія солей изъ основанія и кислоты. Въ хлороводородѣ водородъ играетъ роль центрального атома, въ амміакѣ онъ находится на окружности. Соединяя эти два вещества, мы получаемъ водородъ и въ центрѣ и на окружности; онъ становится нейтрализующимъ элементомъ, а хлоръ переходитъ въ нейтральный поясъ. Такое соединеніе есть нашатырь, который можетъ служить прототипомъ солей. Построеніе будетъ слѣдующее, начиная съ центра, который мы всегда пишемъ налѣво:



Такое построение вытекаетъ изъ требующагося теорію равновѣсія элементовъ. Два атома водорода, изъ которыхъ одинъ образуетъ центръ, а другой окружность, уравниваются другъ друга, и точно также уравниваются въ нейтральномъ поясѣ одинъ атомъ хлора и частица NH^2 , составляющая такъ называемый радикаль, то есть, ненасыщенное соединеніе съ одною или нѣсколькими единицами сродства, которое именно вслѣдствіе своей неполноты само по себѣ не существуетъ, но входитъ, какъ цѣльная частица, въ составъ многихъ соединеній, восполняясь другими. NH^2 составляетъ характеристику цѣлаго разряда веществъ, именуемыхъ амидами. Имѣя одну свободную единицу сродства, онъ уравнивается однимъ атомомъ хлора.

Замѣтимъ, что такое построение гораздо раціональнѣе того, которое основывается на аммоніевой теоріи, признающей радикаломъ въ нашатырѣ не NH^2 , а NH , частицу, получившую назва-

не аммонія. NH^2 есть истинный, ненасыщенный радикаль; напротивъ, NH^2 долженъ быть пересыщеннымъ радикаломъ, ибо азотъ относительно водорода всегда играетъ роль трехэквивалентнаго элемента. Такая частица не можетъ существовать, какъ цѣлое, ни сама по себѣ, ни въ составѣ соединеній; если же она является въ послѣднихъ, то это возможно лишь съ помощью другихъ элементовъ, связывающихъ излишній атомъ водорода. Такъ, NH^2 удерживается нѣкоторое время въ ртути въ видѣ амальгамы, когда дѣйствиємъ электрическаго тока или натрія выдѣляется хлоръ изъ нашатыря; но уже при обыкновенной температурѣ начинается испареніе, и притомъ каждой составной части, то есть амміака и водорода, въ отдѣльности. Изъ этого можно видѣть, что ртуть нѣкоторое время удерживала ихъ въ растворѣ, но не слѣдуетъ, что они находились тамъ соединенные одинъ съ другимъ.

И такъ, соль есть соединеніе, въ которомъ кислотный элементъ нейтрализовался, то есть, изъ окружности перешелъ въ нейтральный поясъ. Эта нейтрализація носитъ нѣсколько иной характеръ, нежели та, которую мы видѣли въ водѣ. Тамъ она совершается посредствомъ поглощенія, здѣсь посредствомъ соединенія. Соль можетъ образоваться и тѣмъ и другимъ путемъ; но въ обоихъ случаяхъ происходитъ уплотненіе: составныя части нашатыря, также какъ и воды, суть постоянныя газы, но самый нашатырь есть твердое, кристаллическое тѣло.

Разсмотрѣнныя нами отношенія суть основныя во всей области химическихъ соединеній. Они повторяются вездѣ, но особенно ясно они выступаютъ въ соединеніяхъ кислорода. Изслѣдованіе совокупности химическихъ элементовъ показало намъ, что нейтральные элементы представляютъ воспроизведеніе всей системы. Противоположныя начала, нейтрализуясь, проявляются въ нихъ, хотя съ меньшею рѣзкостью, но во всей своей полнотѣ, отражая какъ въ зеркалѣ, весь круговоротъ. Именно это мы находимъ въ соединеніяхъ кислорода. Химики раздѣляютъ ихъ на четыре категоріи: 1) окислы безразличныя, 2) основныя, 3) кислотныя, 4) соли (Основы Химіи, гл. 7). Первые занимаютъ середину между противоположными типами. Это — окислы, не имѣющіе рѣзко опредѣленнаго характера и не соединяющіеся съ другими, или же одинаково соединяющіеся съ противоположными типами. Послѣдніе называются также промежуточными окислами; типическимъ представителемъ ихъ является вода. Основныя и кислотныя окислы имѣютъ, напротивъ, рѣзко опредѣленныя и противоположныя свойства.

Первые образуются соединеніемъ кислорода съ гораздо болѣе энергическими нейтрализаторами, нежели водородъ, главнымъ образомъ съ щелочными и щелочно-земельными металлами, и эта принадлежащая имъ способность нейтрализовать, *жадность*, какъ называютъ ее химики, еще болѣе увеличивается поглощеніемъ воды, которая даетъ соединяющимся атомамъ большую подвижность. Въ такомъ видѣ основанія становятся щелочами. Кислотные окислы, напротивъ, образуются соединеніемъ кислорода съ периферическими элементами и вообще съ металлоидами. И тутъ дѣятельность увеличивается соединеніемъ съ водою; изъ ангидрида образуется кислота. Мы находимъ здѣсь ту же самую противоположность, какую мы видѣли въ отношеніи амміака къ хлороводороду, а результатъ выходитъ одинъ и тотъ же: кислоты нейтрализуются основаніями и образуютъ соли. Послѣднія, въ свою очередь, смотря по перевѣсу того или другого начала, раздѣляются на основныя, кислотныя и среднія, къ чему присоединяется еще четвертый типъ двойныхъ солей, образующихся сочетаніемъ предъидущихъ. Такимъ образомъ, и въ цѣломъ и въ частяхъ повторяется одинъ и тотъ же коренной законъ. Взглянемъ на важнѣйшія изъ этихъ соединеній; они ближе покажутъ намъ дѣйствіе управляющихъ ими началъ.

Нейтральный характеръ кислорода выражается прежде всего въ томъ, что онъ способенъ нейтрализовать самъ себя. Тогда какъ всѣ другіе постоянные газы существуютъ только въ соединеніи двухъ атомовъ, кислородъ представляетъ, кромѣ того, соединеніе трехъ: обыкновенные два атома нейтрализуютъ между собою третій; кислородъ превращается въ озонъ. Можно предполагать, что четная эквивалентность кислорода находится въ связи съ возможностью образованія нейтрального пояса изъ одного только атома, ибо при нечетныхъ эквивалентахъ мы такого явленія не замѣчаемъ. Въ водородѣ, на сколько можно судить, его вовсе нѣтъ, а въ хлорѣ оно является какъ рѣдкое и весьма непостоянное исключеніе. А что тутъ происходитъ именно нейтрализація, а не какой-либо другой способъ сочетанія, это видно изъ явленій, сопровождающихъ образованіе озона. Разумѣется, тутъ оказывается уплотненіе, ибо, если всѣ газы въ одинакомъ объемѣ содержатъ одинакое количество частицъ, то частицы, состоящія изъ трехъ атомовъ, покажутъ большую плотность, нежели состоящія изъ двухъ. Но важно то, что при этомъ уплотненіи обнаруживается не выдѣленіе, а поглощеніе тепла; озонъ есть соединеніе эндотер-

мическое. Поглощеніе же тепла доказываетъ внутреннюю работу, распираніе двухъ соединенныхъ частицъ третьею, между ними вмѣщающеюся, слѣдовательно нейтрализацію. Мы видимъ, что различіе эндотермическихъ и экзотермическихъ соединеній весьма просто объясняется принятыми началами.

Оно ясно обнаруживается и въ различныхъ соединеніяхъ кислорода съ водородомъ. Вода есть соединеніе экзотермическое; при ея образованіи частицы водорода сближаются и выдѣляется теплота. Но есть еще другое соединеніе, сходное по свойствамъ съ озономъ, именно, перекись водорода, H^2O^2 . Нейтральный поясъ очевидно можетъ состоять не только изъ одного, но также и изъ двухъ атомовъ кислорода, и тѣже два атома водорода способны произвести эту дальнѣйшую нейтрализацію, превышающую ихъ собственную эквивалентность. И тутъ происходитъ уплотненіе; перекись водорода есть жидкость, имѣющая удѣльный вѣсъ 1,455. Но атомы нейтрализующаго тѣла, не смотря на то, распираются и поглощается теплота. Перекись водорода, также какъ озонъ, есть соединеніе эндотермическое. Однако такое соединеніе непрочное: какъ озонъ легко отдаетъ свой третій атомъ, такъ и перекись водорода, не только при дѣйствіи постороннихъ веществъ, но и при слабомъ нагрѣваніи, легко выдѣляетъ свой добавочный атомъ кислорода. Частицы водорода опять сближаются, и разложеніе происходитъ съ выдѣленіемъ теплоты.

Замѣтимъ, что по такъ называемому закону сцѣпленія атомовъ нѣтъ ни малѣйшей причины, почему бы при составѣ $H-O-O-H$ выдѣлялся одинъ изъ среднихъ атомовъ кислорода. Если мы предположимъ, что частицы кислорода слабѣе связаны между собою, нежели съ водородомъ, то соединеніе должно было бы распастись на два HO . Но этого не дѣлается, а выдѣляется одинъ атомъ кислорода, изъ чего мы должны заключить, что связь крайнихъ атомовъ между собою сильнѣе, нежели связь ихъ съ средними. Съ точки зрѣнія развиваемой теоріи, эти явленія объясняются легко. Два атома водорода свободно нейтрализуютъ одинъ атомъ кислорода; мы видѣли, что это отношеніе простое и естественное, вытекающее изъ свойствъ этихъ элементовъ и положенія ихъ въ системѣ. Но дальнѣйшая нейтрализаціа, превышающая собственную эквивалентность, совершается уже съ трудомъ; на это нужно употребить работу. По этому самому обратное дѣйствіе совершается легко; раздвинутые атомы стремятся опять сблизиться и вытѣснить распирающій ихъ элементъ. Вслѣдствіе этого, перекись

водорода есть соединеніе съ кислотнымъ характеромъ; оно окисляетъ вещества, съ которыми вступаетъ во взаимодѣйствіе.

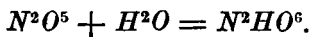
Возможно однако и отдѣленіе отъ воды половины находящагося въ ней водорода; тогда образуется соединеніе, по составу совершенно аналогичное съ перекисью водорода, но имѣющее одинъ пай вмѣсто двухъ. Это такъ называемый водный остатокъ, или гидроксилъ, *HO*. Однако онъ имѣетъ совершенно инья свойства, нежели перекись водорода. Кислородъ не находится тутъ въ нейтрализованномъ состояніи. Это — ненасыщенный, одноэквивалентный радикалъ, который по этому самому не имѣетъ самостоятельнаго существованія, а входитъ только въ составъ другихъ соединеній.

И такъ, съ водородомъ кислородъ образуетъ два соединенія: одно нейтральное, другое кислотное. Съ другими, чисто периферическими элементами онъ образуетъ одни кислотные окислы, которые, разумѣется, тѣмъ болѣе носятъ кислотный характеръ, чѣмъ болѣе преобладаетъ въ нихъ окисляющій элементъ.

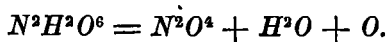
Азотъ въ периферическомъ циклѣ играетъ роль центрального элемента. Кислородъ, въ отношеніи къ нему, является периферическимъ; но по собственнымъ свойствамъ онъ можетъ быть и нейтральнымъ. И то и другое встрѣчается въ дѣйствительности. Два соединенные атома чистаго азота способны нейтрализовать одинъ или нѣсколько атомовъ кислорода, однако не прямо, а косвеннымъ путемъ, съ помощью другихъ элементовъ или соединеній. Имѣя въ виду, что окислы съ четнымъ числомъ паевъ кислорода всегда распадаются, и что, слѣдовательно, кислородъ находится въ нихъ въ разъединенномъ состояніи, надобно полагать, что азотъ, какъ наименѣ дѣятельный изъ всѣхъ периферическихъ элементовъ, не въ состояніи разнять связанные другъ съ другомъ атомы свободного кислорода; но когда это разъединеніе совершилось другимъ способомъ, кислородъ можетъ уже быть поглощенъ или нейтрализованъ азотомъ. Эта нейтрализація совершается до предѣловъ собственной эквивалентности азота, то есть, до пяти атомовъ, ибо азотъ, какъ мы видѣли, является въ отношеніи къ кислороду пятиэквивалентнымъ элементомъ. Такъ получаютъ пять разныхъ соединеній: закись азота (N^2O), окись (N^2O^2), азотистый ангидридъ (N^2O^3), азотноватый ангидридъ (N^2O^4), и наконецъ, азотный ангидридъ (N^2O^5). Все это соединенія эндотермическія, слѣдовательно возникающія при раздвиженіи атомовъ и легко выдѣляющія кислородъ, при чемъ однако высшія соединенія поглощаютъ

менѣ тепла, нежели низшія. Это происходитъ вѣроятно оттого, что они образуютъ болѣе плотныя тѣла: азотный ангидридъ есть твердое тѣло, азотноватый ангидридъ застываетъ при 9° и кипитъ при 22° , тогда какъ низшія соединенія сгущаются въ жидкость съ гораздо большимъ трудомъ, и притомъ окись, поглощающая наиболѣе тепла, труднѣе, нежели закись. Но въ газообразномъ состояніи соединенія съ четнымъ числомъ атомовъ кислорода, какъ сказано, распадаются на два. Окись, какъ видно изъ опредѣленія плотности на основаніи закона Авогадро-Жерара, имѣетъ формулу NO , а азотноватый ангидридъ NO^2 . Возможность самостоятельнаго существованія такихъ соединеній, какъ NO , при сравненіи съ существующимъ лишь въ видѣ радикала соединеніемъ HO , объясняется тѣмъ, что кислородъ, кромѣ основныхъ, имѣетъ и добавочныя эквивалентности, соотвѣтствующія эквивалентностямъ азота. Двѣ центральныхъ эквивалентности послѣдняго уравниваются двумя также центральными эквивалентностями кислорода; остающаяся же одна центральная, слѣдовательно двойная, и двѣ добавочныя эквивалентности азота уравниваются четырьмя добавочными эквивалентностями кислорода. Если же подобное соединеніе можетъ уравниваться, то оно способно нейтрализовать еще одинъ атомъ кислорода, какъ это дѣлается въ озонѣ, и это даетъ возможность возникновенія NO^2 . Въ этого рода соединеніяхъ кислородъ очевидно является периферическимъ элементомъ; но дальнѣйшее его присоединеніе возможно опять таки лишь путемъ поглощенія. Это видно изъ того, что переходъ отъ окиси, NO , къ азотноватому ангидриду, NO^2 , совершается черезъ посредство N^2O^3 . Надобно, чтобы частицы соединились, вмѣстили въ себя новое количество кислорода, и только тогда, когда нейтрализуются новыя два атома, происходитъ опять распаденіе.

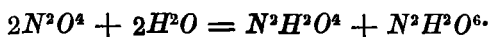
Азотный ангидридъ есть наиболѣе насыщенное соединеніе азота съ кислородомъ. Соединяясь съ паемъ воды, онъ даетъ азотную кислоту, которая, слѣдовательно, должна имѣть двухпайный составъ:



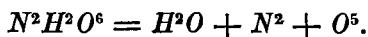
Это видно и изъ того, что самый прочный гидратъ этой кислоты, составъ, въ которомъ она перегоняется, есть $(NHO^3)^2H^2O$. То же показываетъ и реакція разложенія. При нагрѣваніи, азотная кислота цѣликомъ выдѣляетъ воду и часть кислорода по уравненію:



Изъ этого можно заключить, что при нечетномъ числѣ нейтрализованныхъ атомовъ кислорода (N^2O^5) поглощаемая вода (H^2O) въ свою очередь поглощаетъ срединный атомъ кислорода и становится перекисью водорода ($NO^2(HO)^2O^2N$). При нагрѣваніи, эта перекись выдѣляется цѣликомъ, при чемъ снова происходитъ распаденіе ея на кислородъ и воду; въ первоначальномъ же соединеніи остается N^2O^4 . Повидимому, это превращеніе поглощаемой воды въ перекись водорода составляетъ даже общее правило въ окислахъ азота, ибо гидратъ азотноватаго ангидрида распадается на азотную и азотистую кислоты по формулѣ:



$N^2H^2O^5$ не образуется. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи, азотная кислота разлагается вполне по тому же типу:



Вода, съ одной стороны содѣйствуя подвижности частицъ, съ другой стороны связывая излишнюю подвижность газовъ, увеличиваетъ кислотный характеръ окисла; тѣмъ болѣе дѣлаетъ это еще менѣе внутри себя связанная перекись водорода. Вслѣдствіе этого азотная кислота составляетъ одно изъ самыхъ сильныхъ окисляющихъ веществъ.

Аналогическія съ азотными соединенія образуетъ кислородъ съ аналогомъ азота, фосфоромъ. Но здѣсь господствуютъ соединенія съ нечетнымъ количествомъ атомовъ кислорода, отвѣчающія эквивалентностямъ фосфора. Таковы ангидриды, P^2O^3 и P^2O^5 . Можетъ быть они существуютъ даже въ двойномъ паѣ, ибо чистый фосфоръ имѣетъ четырехатомную частицу. Неизвѣстенъ ангидридъ P^2O , но извѣстна соотвѣтствующая ему фосфорноватистая кислота $P^2(H^2O)^3O$, также какъ извѣстны соотвѣтствующія первымъ двумъ ангидридамъ кислоты: фосфористая $P^2(H^2O)^3O^3$ и фосфорная $P^2(H^2O)^3O^5$. Последняя называется ортофосфорною; это—предѣльное соединеніе съ водою. Но тотъ же ангидридъ можетъ содержать меньшее ея количество. Съ выдѣленіемъ одного паѣ воды ортофосфорная кислота переходитъ въ пирофосфорную, $P^2(H^2O)^2O^5$, а съ выдѣленіемъ двухъ паевъ въ метафосфорную, $P(H^2O)^2O^5$. Эти превращенія служатъ новымъ доказательствомъ, что заключающаяся въ соединеніяхъ конституціонная вода содержится въ нихъ

въ дѣломъ составѣ, а не въ видѣ водныхъ остатковъ. Съ другой стороны, поглощеніемъ кислорода низшія степени окисленія сами собою могутъ превратиться въ высшія. Такъ, фосфористая кислота при нагрѣваніи переходитъ въ фосфорную. Это дѣлается такимъ образомъ, что три частицы $P^2H^6O^6$ поглощаютъ кислородъ четвертой, а въ послѣдней остаются $2PH^3$, то есть, соответствующій амміаку трехводородистый фосфоръ, который и выдѣляется.

Кислородъ можетъ нейтрализоваться не только азотомъ, но и хлоромъ, и опять это соединенія эндотермическія и непостоянныя. Таковы окись хлора, или хлорноватистый ангидридъ, Cl^2O , и ангидридъ хлористой кислоты, Cl^2O^3 . Высшія степени нейтрализаціи неизвѣстны; при малой способности хлора, какъ рѣзко периферическаго элемента, къ нейтрализующему дѣйствию, можетъ быть онѣ и не существуютъ. Но есть окисель ClO^2 , который получается косвеннымъ путемъ, въ формѣ остатка, и въ которомъ, повидимому, хлоръ нейтрализуется кислородомъ. Однако, это вещество, называемое хлорноватою окисью, весьма непостоянно и разлагается при дѣйствіи свѣта. Гораздо прочнѣе нѣкоторыя соединенія кислорода съ хлоромъ и водородомъ вмѣстѣ. Здѣсь водородъ играетъ роль центрального элемента, хлоръ периферическаго, а кислородъ легко можетъ стоять между ними, какъ нейтральное тѣло. Низшая степень такого соединенія есть хлорноватистая кислота, $HOCl$, которая можетъ образоваться либо поглощеніемъ атома кислорода частицею хлористаго водорода, HCl , либо замѣною въ водѣ наружнаго атома водорода хлоромъ. Затѣмъ идутъ: хлористая кислота, HO^2Cl , хлорноватая кислота, HO^3Cl , и наконецъ хлорная кислота, HO^4Cl . Строеніе ихъ объясняется легко, но затрудненіе состоитъ въ томъ, что высшія степени окисленія прочнѣе низшихъ, и наиболѣе прочная—послѣдняя, между тѣмъ какъ, казалось бы, чѣмъ болѣе между центромъ и окружностью вставляется атомовъ, тѣмъ слабѣе должна быть связь. Можно объяснять это тѣмъ, что при большемъ вѣсѣ и большей плотности соединенія, центръ и окружность сближаются, вслѣдствіе чего высшія соединенія являются въ жидкомъ и даже твердомъ видѣ. Кристаллическая форма хлорной кислоты указываетъ и на вѣроятность полимерныхъ соединеній. Но есть при этомъ явленія, которыя наводятъ и на другаго рода объясненія. Предѣльное число нейтрализуемыхъ атомовъ кислорода при HCl есть четыре. Тоже самое предѣльное количество нейтрализуется и фосфористымъ водородомъ, PH^3 . Нельзя не замѣтить, что въ обоюродныхъ соединеніяхъ сумма эквивалент-

ностей нейтрализующихъ элементовъ равняется 8, принимая хлоръ за семизэквивалентный элементъ, а фосфоръ за пятиэквивалентный въ отношеніи къ кислороду, и такова же сумма основныхъ эквивалентностей нейтрализуемаго кислорода. Сближая это съ тѣмъ, что мы видѣли относительно азота и фосфора, гдѣ предѣльное количество нейтрализуемыхъ атомовъ кислорода равняется 5, мы не можемъ не придти къ заключенію, что во всѣхъ этихъ соединеніяхъ сумма эквивалентностей нейтрализующихъ элементовъ составляетъ предѣлъ для количества эквивалентностей нейтрализуемаго вещества. Это не есть общій законъ, ибо мы видѣли, что водородъ способенъ нейтрализовать количество превышающее собственную эквивалентность. Но перекись водорода—весьма непрочное соединеніе, тогда какъ въ хлористоводородныхъ окислахъ прочность увеличивается съ увеличеніемъ количества кислорода. Это съ перваго взгляда весьма странное явленіе приводитъ къ мысли, что прибывающее количество кислорода связываетъ дополнительные эквивалентности хлора. Въ самомъ дѣлѣ, водородъ и хлоръ связываются одною только центральною, или основною эквивалентностью, и этого достаточно для весьма прочной связи, пока соединеніе состоитъ только изъ означенныхъ двухъ атомовъ. Но какъ скоро между ними вставляется кислородъ, такъ связь слабѣетъ, и для того чтобы ее скрѣпить, нужно связать дополнительные эквивалентности хлора. На это именно указываетъ выведенное выше числовое отношеніе. Такимъ образомъ, съ двухъ разныхъ сторонъ мы приходимъ къ одному выводу. Но какъ возможна подобная связь? Одинъ центральный атомъ водорода не въ состояніи ее установить, ибо въ отношеніи къ нему хлоръ одноэквивалентенъ. Для того чтобы вызвать къ дѣятельности добавочныя его эквивалентности необходимо, чтобы къ атому водорода присоединились одинъ или три атома кислорода, смотря по тому, будутъ ли дѣйствовать однѣ центральныя или также добавочныя эквивалентности послѣдняго. Во всякомъ случаѣ нужно нѣкоторое внутреннее передвиженіе частицъ, и это, съ своей стороны, подтверждается другимъ, съ перваго взгляда также весьма страннымъ явленіемъ, что прочность хлорной кислоты увеличивается съ поглощеніемъ воды, то есть, съ большею внутреннею подвижностью частицъ. Жидкій гидратъ хлорной кислоты ($HO^4Cl_2H^2O$) прочнѣе твердаго (HO^4ClH^2O). И такъ, мы имѣемъ цѣлый рядъ явленій, которыя ведутъ насъ къ одному и тому же заключенію. Все это однако не болѣе какъ предположенія, лишеныя опытной

провѣрки. Существо дѣла отъ нихъ впрочемъ не измѣняется; это — частности, опредѣляемыя частными же условіями. Для теоріи важно лишь указаніе на разнообразныя приложенія, которыя можетъ получить принятое начало.

Также какъ съ хлоромъ и водородомъ, кислородъ соединяется съ азотомъ и хлоромъ. Но здѣсь онъ вмѣстѣ съ послѣднимъ играетъ роль периферическаго элемента. Азотъ, косвеннымъ путемъ соединяясь съ хлоромъ, образуетъ хлористый азотъ NCl^3 . Въ этомъ соединеніи два атома хлора могутъ замѣняться однимъ атомомъ кислорода, и тогда получается хлористый нитрозиль $NOCl$. А такъ какъ азотъ относительно кислорода есть пятиэквивалентный элементъ, то можетъ образоваться и другое соединеніе: хлорангидридъ азотной кислоты, NO^2Cl .

Такое же периферическое положеніе занимаетъ кислородъ и въ соединеніяхъ съ собственнымъ аналогомъ, сѣрюю. При горѣніи сѣры въ кислородѣ всегда происходитъ сѣрнистый газъ, или сѣрнистый ангидридъ, имѣющій составъ SO^2 . Его строеніе можно представить двоякимъ образомъ: либо какъ OSO , либо въ видѣ SOO . И то и другое теоретически возможно. Сѣрнистый газъ строится по типу озона, въ которомъ одинъ атомъ кислорода замѣненъ атомомъ сѣры. При этомъ сѣра можетъ нейтрализоваться кислородомъ, и тогда получается первое строеніе (OSO), или же, какъ болѣе тяжелое вещество, она можетъ замѣнить центральный атомъ, и тогда получается второе строеніе (SOO). Послѣднее вѣроятнѣе, ибо при разложеніи сѣры является электроположительнымъ, а кислородъ электроотрицательнымъ элементомъ. Это подтверждается и тѣмъ, что соединяясь съ кислородомъ, сѣрнистый газъ поглощаетъ одинъ атомъ послѣдняго, вслѣдствіе чего образуется сѣрный ангидридъ, имѣющій составъ SO^3 . И это соединеніе можно представить двоякимъ образомъ: либо въ видѣ SO^2O , то есть, предполагая, что вновь присоединяющійся атомъ кислорода нейтрализуется вмѣстѣ съ прежнимъ, либо въ видѣ SO^3 , такъ что одинъ центральный атомъ сѣры, какъ шестиэквивалентнаго элемента, уравниваетъ три находящіеся на окружности атома кислорода. Послѣднее опять вѣроятнѣе перваго, какъ можно заключить изъ сравненія обоихъ соединеній. Сѣрнистый ангидридъ есть газообразное вещество, въ которомъ сѣра играетъ роль двухэквивалентнаго элемента, вслѣдствіе чего у нея является возможность дальнѣйшаго соединенія съ кислородомъ. Эта возможность не удовлетворяется нейтрализаціею втораго атома; черезъ это связь

сдѣлалась бы еще слабѣе. Но эквивалентность сѣры насыщается вполне находящимися на окружности тремя атомами кислорода, при чемъ связь должна сдѣлаться еще крѣпче, ибо тутъ дѣйствуютъ уже не однѣ центральныя, но и добавочныя эквивалентности. Дѣйствительно, вмѣсто газа получается прочное твердое тѣло, которое уже не соединяется болѣе съ кислородомъ. Тоже самое подтверждается сравненіемъ гидратовъ обоихъ соединеній. Когда SOO поглощаетъ воду, то въ нейтральномъ поясѣ, сообразно съ тѣмъ, что мы видѣли въ соединеніяхъ азота, должна образоваться перекись водорода ($S(HO)^2O$), вещество весьма непрочное. И точно, образующаяся при этомъ сѣрнистая кислота отличается непрочностью. Напротивъ, сѣрный ангидридъ поглощаетъ воду въ цѣльномъ составѣ, какъ видно изъ того, что онъ при нагрѣваніи цѣликомъ ее выдѣляетъ. Изъ этого происходитъ весьма прочная сѣрная кислота (SH^2OO^2), которая можетъ даже нейтрализовать еще лишній пай воды, образуя второй гидратъ $S(H^2O)^2O^2$.

Насыщенное соединеніе сѣры съ кислородомъ въ сѣрномъ ангидридѣ не исключаютъ впрочемъ возможности дальнѣйшаго ихъ соединенія, но кислородъ долженъ быть уже въ нейтрализованномъ видѣ. Такое соединеніе дѣйствительно существуетъ, только не съ однимъ, а съ двумя паями сѣрнаго ангидрида. Такова перекись сѣры S^2O^7 , соединеніе, которое однако само собою распадается на кислородъ и сѣрный ангидридъ.

Кромѣ этой безводной перекиси, существуютъ и другія, весьма замѣчательныя полимерныя соединенія сѣрнаго ангидрида съ водою. Такъ получаютъ $S^2H^2OO^6$, $S^4H^2OO^{12}$ и т. д. Одинъ пай воды какъ бы служитъ связью нѣсколькихъ паевъ сѣрнаго ангидрида. Тѣ-же свойства имѣетъ и сѣрнистый ангидридъ. Соединяясь съ сѣрою, сѣрнистая кислота ($S(HO)^2O$) даетъ весьма впрочемъ непрочную сѣрноватистую кислоту, $S^2H^2OO^2$, которая должна имѣть строеніе: SOH^2OOS . Повидимому, прибывающій атомъ сѣры соединяется съ периферическимъ атомомъ кислорода, а перекись водорода отдаетъ атомъ кислорода центру для уравновѣшенія окружности.

Такія же полимерныя соединенія, связанныя перекисью водорода, представляютъ такъ-называемыя тионовыя кислоты. Дитионовая кислота, $S^2(HO)^2O^4$, есть соединеніе двухъ паевъ сѣрнистаго ангидрида перекисью водорода. Извѣстная только въ видѣ солей тритионовая кислота, $S^3(HO)^2O^4$, и болѣе постоянная тетратионо-

вая, $S^2(HO)^2O^2$, представляют тотъ же типъ, съ присоедине-
 ніемъ одного или двухъ атомовъ сѣры. Обыкновенно эти кислоты
 производятъ изъ сѣроводородовъ; но послѣдніе, по составу, должны
 имѣть иное строеніе. Сѣрнистый водородъ, H^2S , есть аналогъ
 воды, а потому здѣсь сѣра должна быть въ нейтрализованномъ
 состояніи: HSH . Точно также и двухсѣрнистый водородъ является
 аналогомъ перекиси водорода (HS^2H). Окислы сѣры имѣютъ дру-
 гой характеръ.

Кислотные окислы сѣры получаютъ и въ соединеніи съ хло-
 ромъ. Мы видѣли, что кислородъ можетъ нейтрализовать хлоръ.
 Полисѣрная сѣра еще въ большей степени обладаетъ этою спо-
 собностью. Самое прочное ея соединеніе съ хлоромъ есть жидкая
 хлористая сѣра, S^2Cl^2 , или SCl^2S , которая на холоду поглощаетъ
 еще болѣе хлора и такимъ образомъ превращается въ двуххлори-
 стую сѣру, SCl^2S . Послѣдняя въ газообразномъ состояніи является
 въ видѣ SCl^2 , но легко даетъ $S^2Cl^2 + Cl^2$, выдѣляя хлоръ и обра-
 зуя хлористую сѣру. Поглощеніе хлора на холоду можетъ идти
 еще далѣе, до S^2Cl^8 . Такого же рода соединенія получаютъ и
 изъ окисловъ сѣры. Хлористый тиониль, $SOCl^2$, можетъ разсмат-
 риваться или какъ окисленная двуххлористая сѣра, или какъ сѣр-
 нистый ангидридъ, SOO , въ которомъ одинъ атомъ кислорода за-
 мѣщенъ двумя атомами хлора. Сѣрнистый ангидридъ можетъ и
 прямо соединяться съ хлоромъ по уравненію: $SO^2 + Cl^2 = SO^2Cl^2$.
 Это соединеніе аналогично съ SO^3 , а потому здѣсь хлоръ, вмѣстѣ
 съ кислородомъ, долженъ играть роль периферическаго элемента.
 Но и SO^3 соединяется съ хлоромъ, только не въ чистомъ видѣ,
 а въ видѣ хлористаго водорода, по уравненію: $SO^2 + HCl = SO^2HCl$.
 Здѣсь слѣдуетъ признать уже поглощеніе хлористаго водорода, что
 доказывается замѣною его водою, по уравненію: $SHClO^3 + H^2O =$
 $= SH^2OO^3 + HCl$. Соединяясь съ водою, хлористый водородъ мо-
 жетъ ею замѣняться. Всѣ эти соединенія, какъ видно, весьма
 легко и естественно объясняются по теоріи, не прибѣгая къ искус-
 ственному раздробленію цѣльныхъ частицъ на остатки.

Наконецъ, кислородъ образуетъ кислотные окислы съ перифе-
 рическимъ элементомъ центральной группы, съ углеродомъ. Обы-
 новенное и простѣйшее соединеніе есть углекислый газъ, CO^2 .
 Здѣсь возможно двойное строеніе: углеродъ можетъ занимать мѣсто
 центральнаго атома, который, какъ четырехэвивалентный эле-
 ментъ, уравновѣшивается двумя атомами кислорода; или же два
 атома кислорода могутъ нейтрализовать между собою атомъ угле-

рода, на подобіе того, что происходитъ въ озонѣ. Въ пользу послѣдняго можно привести то обстоятельство, что пай углекислаго газа имѣетъ одинакій объемъ съ состоящею изъ двухъ атомовъ частицею кислорода, изъ чего можно заключить, что атомъ углерода вмѣщается между двумя атомами кислорода, притомъ съ выдѣленіемъ тепла, то-есть, безъ раздвиженія атомовъ, а съ уменьшеніемъ кинетической энергіи нейтрализуемаго углерода. Но такъ какъ по закону Авогадро-Жерара соединенные въ частицу атомы занимаютъ въ газообразномъ состояніи одинъ и тотъ же объемъ, каково бы ни было ихъ число, то два атома кислорода, обращающіеся около центрального атома углерода, будутъ занимать во всякомъ случаѣ тотъ же объемъ, какъ одинъ атомъ кислорода, обращающійся около другаго. Слѣдовательно, на этомъ соображеніи ничего нельзя основать. Въ пользу же втораго строенія говоритъ прежде всего то, что углеродъ есть все-таки центральный элементъ, а кислородъ периферическій. Кромѣ того, хотя гидратъ углекислаго газа, угольная кислота, $СН^2ОО^2$, весьма непостоянна и въ отдѣльности не удерживается, однако она въ соединеніяхъ существуетъ, а для этого требуется, чтобы центральный поясъ не былъ занятъ атомомъ углерода, съ которымъ частица воды не можетъ ни соединиться, ни уравновѣситься.

Какъ соединеніе экзотермическое, выдѣляющее тепло при образованіи, углекислый газъ разлагается отчасти при возвышеніи температуры. Одинъ атомъ кислорода выдѣляется и остается окисъ углерода, $СО$. Это есть уже ненасыщенный, двухэквивалентный радикаль, который поэтому жадно соединяется съ кислородомъ. Вслѣдствіе этого, разложеніе идетъ до конца только подъ условіемъ удаленія выдѣляющагося кислорода. Иначе частицы вновь соединяются и образуется смѣсь $СО^2$, $СО$ и $О^2$. И тутъ, также какъ въ NO , самостоятельное существованіе ненасыщеннаго радикала указываетъ на то, что двѣ свободныя центральныя, слѣдовательно двойныя эквивалентности углерода уравновѣшиваются четырьмя добавочными эквивалентностями кислорода. Гипотетическое объясненіе одинаково прилагается къ обоимъ случаямъ.

Обозрѣвши важнѣйшія кислотныя соединенія кислорода, перейдемъ теперь къ основнымъ. Они образуются соединеніемъ кислорода съ металлами и характеризуются способностью нейтрализовать кислоты. Высшею степенью этой способности должны обладать тѣ металлы, которые по существу своему суть элементы нейтрализующіе, то-есть, формальные. Таковы щелочные металлы. И

точно, ихъ соединенія съ кислородомъ даютъ самыя энергическія основанія.

Типическимъ представителемъ этихъ металловъ является натрій. Онъ образуетъ съ кислородомъ нѣсколько соединеній, изъ которыхъ прочнѣйшее и важнѣйшее есть окись натрія, Na^2O , или $NaONa$. При избыткѣ натрія образуется недоокись Na^4O , а при избыткѣ кислорода перекись Na^2O^2 . Послѣдняя легко выдѣляетъ лишній кислородъ, а потому имѣетъ окисляющій характеръ; но въ соединеніи съ водою она, также какъ и двѣ первыя, даетъ щелочь, ѣдкій натръ, $NaOH$ или $Na^2O^2H^2$. Обыкновенно ему приписываютъ одинъ пай; но мы знаемъ, что онъ прямо образуется соединеніемъ окиси натрія съ водою, по уравненію: $Na^2O + H^2O = Na^2H^2O^2$, и мы не имѣемъ основанія предполагать, что при этомъ частица непременно распадается на двѣ, ибо плотность паровъ этого соединенія неизвѣстна, и законъ Авагадро къ нему не приложимъ. Однако возможно и строеніе $NaOH$; это будетъ вода, въ которой одинъ атомъ водорода замѣненъ натріемъ, и какъ вода образуетъ еще перекись водорода, такъ и здѣсь, при еще болѣе энергическомъ элементѣ, возможна дальнѣйшая нейтрализація кислотныхъ элементовъ. Въ дѣйствительности можетъ происходить и то и другое, ибо, какъ мы уже видѣли неоднократно, соединеніе и раздѣленіе частицъ не слѣдуетъ постоянному закону, а измѣняется, смотря по условіямъ, въ которыхъ онъ находится. Ниже мы увидимъ приложеніе этихъ началъ.

Почти совершенно тѣже соединенія даетъ съ кислородомъ и калий, съ тою лишь разницею, что калий способенъ нейтрализовать еще большее количество кислорода, вслѣдствіе чего его перекись имѣетъ составъ K^2O^4 . Замѣтимъ также, что совершенно такія же соединенія щелочные металлы образуютъ и съ аналогомъ кислорода, сѣрюю. Такъ, имѣется сѣрнистый калий K^2S , двусѣрнистый, K^2S^2 , трехсѣрнистый, K^2S^3 , четырехсѣрнистый, K^2S^4 , и наконецъ даже пятисѣрнистый, K^2S^5 . Имѣется и соотвѣтствующій ѣдкому кали гидратъ KSH или $K^2S^2H^2$.

Щелочно-земельные металлы образуютъ съ кислородомъ уже гораздо меньшее количество основныхъ соединеній, нежели щелочные металлы. Типическіе представители этой группы, магній и кальцій, даютъ всего одну степень окисленія, которую обыкновенно пишутъ MgO и CaO , но которую, и по нейтрализующимъ свойствамъ и по аналогіи съ Na^2O , Ka^2O , Al^2O^3 , слѣдуетъ писать Mg^2O^2 и Ca^2O^2 . Это становится даже совершенно достовѣрнымъ, если мы

сообразимъ, что означенные окислы занимаютъ меньшій объемъ, нежели металлъ, въ нихъ заключающійся, изъ чего ясно, что «атомы металла стягиваются, сближаются помѣщающимися между ними атомами кислорода» (Основы Химіи, стр. 687). Эти соединенія также имѣютъ свои гидраты, $Mg^2O^2 \cdot 2H^2O$, и $Ca^2O^2 \cdot 2H^2O$, легко дающіе обратно воду. Кальцій въ этихъ окислахъ оказываетъ гораздо болѣе основныя свойства, нежели магній. Повидимому, нейтрализующая способность увеличивается здѣсь съ вѣсомъ или объемомъ атома. Это ясно изъ того, что самый легкій и малообъемистый щелочно-земельный металлъ, бериллій, окисляется чрезвычайно трудно; напротивъ, самый тяжелый и имѣющій наибольшій совокупный объемъ, барій, одинъ изъ всѣхъ представляетъ, кромѣ окиси, еще высшую степень окисленія, Ba^2O^4 . Тоже замѣчается и въ щелочныхъ металлахъ, гдѣ цезій обладаетъ наибольшою, а литій наименьшею энергіею.

Если щелочно-земельные металлы даютъ окислы съ болѣе слабымъ основнымъ характеромъ, нежели щелочные, то въ третьемъ рядѣ основныя свойства перемѣшиваются уже съ кислотными. Окись алюминія, или глиноземъ, Al^2O^3 , можетъ играть роль или основанія или кислоты, смотря по тому, съ какими веществами онъ соединяется. Наконецъ, въ четвертомъ рядѣ окислы имѣютъ уже чисто кислотный, хотя въ слабой степени, характеръ. Мы уже видѣли это въ углекисломъ газѣ, и тоже представляетъ окись силиція, или кремнеземъ, SiO^2 .

По свойству слѣдующихъ за четвертымъ рядомъ нейтральныхъ элементовъ слѣдуетъ ожидать, что ихъ окислы должны представлять такой же промежуточный характеръ, какъ и окислы элементовъ третьяго ряда. Это мы и находимъ на самомъ дѣлѣ. Общій типъ ихъ X^2O^n , при чемъ низшіе окислы имѣютъ основной характеръ, вообще довольно слабый, высшія же степени окисленія могутъ получить и слабый кислотный характеръ. Предѣльное количество поглощаемыхъ атомовъ кислорода зависитъ отъ эквивалентности металловъ; немногіе, болѣе энергическіе металлы способны нейтрализовать количество превышающее собственную эквивалентность. Такова соотвѣтствующая щелочнымъ металламъ мѣдь, которая даетъ три соединенія: закись, Cu^2O , окись, Cu^2O^2 , и наконецъ весьма непрочную перекись, или двуокись, Cu^2O^4 . Закись, при прокаливаніи, поглощаетъ кислородъ и образуетъ окись; послѣдняя, наоборотъ, раскисляясь въ присутствіи щелочей, даетъ закись. Окись есть основаніе мало энергическое, которое, погло-

щая воду, даетъ гидратъ $Cu^2(H^2O)^2O^2$; но при слабомъ нагрѣваніи она выдѣляетъ обратно воду и возвращается въ состояніе безводной окиси. Точно также и серебро имѣетъ три степени соединенія съ кислородомъ: недокись, которая есть квадрантная окись Ag^4O , окись, Ag^2O , и перекись Ag^2O^3 . Серебро, какъ видно, менѣе способно соединяться съ кислородомъ, нежели мѣдь: ея окись соотвѣтствуетъ закиси мѣди, а перекись содержитъ въ себѣ менѣе кислорода, нежели перекись мѣди. И окись и перекись легко разлагаются и дѣйствуютъ окислительно; точно также гидратъ окиси, Ag^2H^2OO , легко отдаетъ свою воду. При всемъ томъ, окись имѣетъ довольно энергическія основныя свойства. Наконецъ, изъ всего этого ряда тяжелыхъ металловъ всего менѣе способно соединяться съ кислородомъ золото. Оно даетъ двѣ степени окисленія: закись, Au^2O , съ слабыми основными свойствами, и окись, Au^2O^3 , съ слабыми кислотными свойствами. Гидратъ, $Au^2(H^2O)^3O^3$, при 100° теряетъ воду. Здѣсь съ увеличеніемъ плотности уменьшается способность къ поглощенію, какъ кислорода, такъ и воды.

Еще слабѣе, какъ и надобно ожидать, основные окислы слѣдующаго затѣмъ ряда, заключающаго въ себѣ цинкъ, кадмій и ртуть. Цинкъ даетъ одно соединеніе, окись, которую обыкновенно пишутъ ZnO , но которую, по аналогіи съ сходною съ нею окисью магнія и съ другими соединеніями цинковаго ряда, слѣдуетъ писать Zn^2O^2 . Она выказываетъ ясно щелочныя свойства, но растворяется и въ щелочахъ, чѣмъ обнаруживается промежуточный ея характеръ. Тоже представляетъ, въ еще болѣе слабомъ видѣ, окись кадмія Cd^2O^2 . Ртуть же даетъ два соединенія: закись, Hg^2O , и окись, Hg^2O^2 . Такъ какъ всѣ эти металлы двухъэвивалентны, то высшимъ предѣломъ соединеній является здѣсь сумма эквивалентностей.

По той же причинѣ находящіеся въ слѣдующемъ затѣмъ рядѣ трехъэвивалентные элементы, индій и таллій даютъ предѣльные окислы In^3O^3 и Tl^3O^3 . Но кромѣ того есть и низшіе In^4O^3 и Tl^2O или Tl^4O^2 . И тутъ, какъ видно, съ увеличеніемъ вѣса, поглощается менѣе кислорода. Сообразно съ этимъ, закись таллія имѣетъ рѣзко основныя свойства; въ окиси же они гораздо менѣе развиты. Тѣмъ не менѣе, окись таллія имѣетъ все-таки основной характеръ, между тѣмъ какъ окись стоящаго въ томъ же ряду золота, того же типа, имѣетъ кислотныя свойства. Это объясняется тѣмъ, что при большей эквивалентности, таллій въ состояніи нейтрализовать большее количество кислорода. Въ окиси Tl^2O^3

сумма нейтрализуемых эквивалентностей равна суммѣ нейтрализующихъ; въ окиси же Au^2O^3 сумма первыхъ менѣе суммѣ послѣднихъ, вслѣдствіе чего кислородъ легко выдѣляется и окисляетъ другія вещества.

Элементы слѣдующаго затѣмъ промежуточнаго ряда, олово и свинецъ, четырехэквивалентны. Сообразно съ этимъ, первое даетъ два соединенія: ненасыщенное, закись, Sn^2O^2 , и насыщенное, окись, Sn^2O^4 . Первое имѣетъ гидратъ $Sn^2H^2OO^2$, второе два гидрата $Sn^2(H^2O)^2O^4$ и $Sn^2(H^2O)^4O^4$. Точно также и свинецъ даетъ Pb^2O^2 и Pb^2O^4 ; но кромѣ того есть и недоокись Pb^2O , а также и промежуточные окислы: такъ называемая полоторная окись Pb^2O^3 и сурикъ, съ составомъ Pb^3O^4 или Pb^6O^8 , съ гидратомъ $Pb^3H^2OO^4$ или $Pb^6(H^2O)^2O^8$. Свинецъ даетъ и полимерные гидраты: $(PbO)^nH^2O$. Но замѣчательно, что высшій его окисель, Pb^2O^4 , опять имѣетъ кислотный характеръ, либо потому что четвертая эквивалентность менѣе способна удерживать кислородъ, либо потому что свинецъ составляетъ уже переходъ отъ промежуточныхъ элементовъ къ периферическимъ. При настоящемъ положеніи знанія, тутъ, какъ и во многомъ другомъ, приходится довольствоваться одними догадками.

Въ томъ же порядкѣ получаютъ далѣе для пятиэквивалентнаго ванадія различные окислы отъ V^2O^2 до V^2O^5 ; для шестиэквивалентнаго хрома окислы Cr^2O^3 , Cr^2O^4 , Cr^2O^6 и даже Cr^2O^7 , при чемъ самые постоянные суть Cr^2O^3 и Cr^2O^6 ; наконецъ для марганца цѣлый рядъ окисловъ, отъ Mn^2O^2 до Mn^2O^7 , причемъ низшія степени суть мало энергическія основанія, а высшія мало энергическія кислоты, сообразно съ свойствами промежуточныхъ элементовъ. Что касается до срединныхъ рядовъ, то въ первомъ изъ нихъ желѣзо даетъ Fe^2O^2 , Fe^2O^3 и Fe^2O^6 . И тутъ низшая степень окисленія имѣетъ слабый основной, а высшая слабый кислотный характеръ. Два же остальные металла, принадлежащіе къ этому ряду, рутеній и осмій, даютъ высшую степень окисленія, какая встрѣчается во всей системѣ химическихъ элементовъ, именно RuO^4 и OsO^4 . По всей вѣроятности, въ твердомъ видѣ составъ ихъ, какъ и другихъ подобныхъ окисловъ, есть Ru^2O^8 и Os^2O^8 ; но плотность паровъ осмоваго ангидрида показываетъ, что въ газообразномъ состояніи частица раздѣляется на двѣ, что согласно и съ особенною летучестью этихъ соединеній. Низшія степени окисленія, Ru^2O^2 , Ru^2O^3 , Ru^2O^4 , Os^2O^2 , Os^2O^3 , Os^2O^4 этой летучести не имѣютъ. Въ соляхъ встрѣчаются и составы Ru^2O^6 , Os^2O^6 , но въ чистомъ видѣ они неизвѣстны. Остальные же два

срединные ряда не даютъ окисловъ выше типа RO^2 , или R^2O^4 , при чемъ для родія и иридія низшій извѣстный типъ есть R^2O^3 , а для платины и палладія R^2O^2 . И тутъ, какъ вездѣ, ясно выражается промежуточный характеръ этихъ элементовъ, которые въ низшихъ окислахъ даютъ соединенія слабо основныя, а въ высшихъ слабо кислотныя.

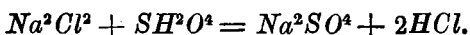
Разсмотрѣвши по порядку основныя окислы, обратимся къ солямъ, которыя, какъ мы видѣли, представляютъ нейтрализацію кислоты основаніемъ. Изъ четырехъ типическихъ кислотъ, сѣрной, селитряной, соляной и угольной, возьмемъ первую и послѣднюю, ибо въ нихъ господствующимъ элементомъ является кислородъ; остальные двѣ мы разсмотримъ вмѣстѣ съ другими соединеніями азота и хлора.

Мы видѣли, что нейтрализація происходитъ двумя способами: путемъ поглощенія и путемъ соединенія. Первый есть обыкновенный способъ происхожденія кислородныхъ солей; но при сложности соединяющихся тѣлъ, къ этому присоединяются выдѣленіе и замѣщеніе. Всему этому встрѣтятся многочисленныя примѣры. Начнемъ опять съ солей щелочныхъ металловъ.

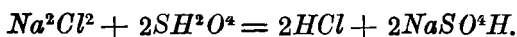
Щелочной окисель натрія, ѣдкій натръ, можетъ, какъ мы видѣли, состоять изъ одного или изъ двухъ паевъ, и въ обоихъ случаяхъ онъ способенъ поглощать кислоту. Если двупайная частица поглощаетъ ангидридъ сѣрной кислоты, то образуется соединеніе Na^2SO^4 , и при этомъ выдѣляется пай воды по уравненію: $Na^2H^2O^2 + SO^3 = Na^2SO^4 + H^2O$. Если вмѣсто ангидрида поглощается сѣрная кислота, SH^2O^4 , то результатъ выходитъ тотъ же самый, съ тѣмъ различіемъ, что здѣсь выдѣляется и тотъ пай воды, который заключается въ сѣрной кислотѣ. Тоже самое происходитъ и при поглощеніи сѣрной кислоты однимъ паемъ ѣдкаго натра: выдѣляется заключающійся въ сѣрной кислотѣ пай воды и остается соединеніе $NaSO^4H$, отличающееся отъ предыдущаго лишь тѣмъ, что здѣсь одинъ атомъ натрія замѣненъ однимъ атомомъ водорода. Наконецъ, если вмѣсто сѣрной кислоты, однимъ паемъ ѣдкаго натра поглощается сѣрный ангидридъ, то никакого выдѣленія не происходитъ, а просто образуется соль $NaSO^4H$.

Тоже самое совершается и при нейтрализаціи сѣрнистаго ангидрида. Когда онъ поглощается однимъ паемъ ѣдкаго натра, то происходитъ соль $NaSO^3H = NaOH + SO^2$; когда же онъ поглощается двумя паями, то аналогическая соль образуется съ выдѣленіемъ воды: $Na^2O^2H^2 + SO^2 = Na^2SO^3 + H^2O$.

Тотъ же результатъ можетъ быть полученъ и другими путями. Въмѣсто ѣдкаго натра, можно взять поваренную соль, которая, какъ мы постараемся доказать ниже, имѣетъ составъ Na^2Cl^2 . Соединивши ее въ надлежащей пропорціи съ сѣрною кислотою, получимъ при накаливаніи:



То есть, заключающійся въ поваренной соли хлоръ соединяется съ водородомъ сѣрной кислоты и улетучивается въ видѣ хлористоводороднаго газа, а остающіеся два атома натрія поглощаютъ остатокъ сѣрной кислоты. Но при слабомъ нагрѣваніи въ той же пропорціи происходитъ иное: разлагается только половина поваренной соли, слѣдовательно выдѣляющійся хлоръ соединяется только съ половиною отнимаемаго у сѣрной кислоты водорода, другая же половина, соединяясь съ разложившимся натріемъ, опять поглощаетъ остатокъ сѣрной кислоты, изъ чего происходитъ вторая соль, по уравненію:



Если этотъ процессъ представленъ вѣрно, то существенное въ немъ заключается не въ замѣнѣ содержащагося въ кислотѣ водорода металломъ, а въ нейтрализаціи кислоты основаніемъ. Водородъ сѣрной кислоты есть часть поглощенной ею воды; онъ играетъ въ ней роль растворителя и выдѣляется, какъ скоро она сама подвергается поглощенію. Роль же металловъ совершенно иная: они являются нейтрализующими элементами, и если въ этомъ процессѣ участвуетъ атомъ водорода, то онъ имѣетъ уже совершенно иное значеніе, нежели то, какое онъ имѣлъ въ кислотѣ. Только при чисто внѣшнемъ сопоставленіи явленій можно объяснить происхожденіе солей замѣною въ кислотѣ водорода металломъ; какъ же скоро мы стараемся постигнуть самый реальный процессъ, такъ мы должны отказаться отъ водородной теоріи кислотъ. Эта теорія тѣмъ менѣе можетъ быть принята, что многія соли образуются безъ всякой замѣны водорода металломъ. Мы уже видѣли тому примѣръ въ нашатырѣ. Точно также и поваренная соль происходитъ просто соединеніемъ натрія съ хлоромъ.

При всемъ томъ, остается существенное различіе двухъ солей, $NaSO^2H$ и Na^2SO^2 ; но оно состоитъ не въ томъ, что въ одномъ случаѣ въ кислотѣ остался атомъ водорода, а въ другомъ случаѣ оба атома замѣнены металломъ, но въ томъ, что въ первой нейтра-

лизующими элементами являются атомъ металла и атомъ водорода а во второй два атома металла. Въ этомъ смыслѣ можно говорить о замѣнѣ водорода металломъ, ибо тутъ значеніе обоихъ одинаково. Именно это явленіе и подало поводъ къ излишнему обобщенію этого начала.

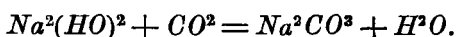
Поглощательная способность натрія не исчерпывается нейтрализаціею одной частицы сѣрной кислоты; онъ можетъ поглотить и другую. $Na^2SO^4 + SH^2O^2$ даетъ $2NaSO^2H$ или $Na^2(SO^2)^2(HO)^2$, а при выдѣленіи воды, изъ этого соединенія образуется соль, $Na^2S^2O^7$. Изъ этого видно, что натрій, также какъ водородъ, способенъ нейтрализовать болѣе своего эквивалента кислоты. SO^4 есть двухъ-эквивалентный радикалъ; эквивалентность его очевидно опредѣляется нейтразуемымъ лишнимъ атомомъ кислорода. Когда онъ, въ свою очередь, нейтрализуется натріемъ, то эта двойственная эквивалентность какъ разъ равняется суммѣ эквивалентностей двухъ атомовъ металла. Когда же поглощается и второй пай, то сумма нейтразуемыхъ эквивалентностей превосходитъ вдвое сумму нейтрализующихъ эквивалентностей. Это тоже явленіе, которое представляютъ перекись водорода и окись мѣди.

Въ типу двусѣрнатровыхъ солей принадлежитъ и другая соль, которая получается при избыткѣ сѣры, именно, сѣрноватисто-натровая соль, $Na^2S^2O^3$. Она можетъ быть безводная или съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ воды. И эта соль способна поглотить еще пай S^2O^3 , вслѣдствіе чего она превращается въ $Na^2S^4O^6$.

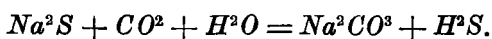
Такимъ образомъ, мы имѣемъ три главныхъ типа сѣрнатровыхъ солей: среднюю Na^2SO^4 , кислую $NaSO^2H$ и двусѣрнатровую $Na^2S^2O^7$. Названіе среднихъ обыкновенно дается солямъ, въ которыхъ не осталось болѣе водорода. Но и въ безводной двусѣрнатровой соли нѣтъ болѣе водорода, а между тѣмъ она несомнѣнно имѣетъ характеръ кислой соли, ибо содержитъ въ себѣ большее противъ средней количество кислоты, которую притомъ легко отдаетъ. Напротивъ, средняя соль имѣетъ характеръ основной, ибо способна соединяться еще съ новымъ количествомъ кислоты. Неправильность этой терминологіи, вытекающей изъ водородной теоріи кислотъ, всего яснѣе обнаруживается на сѣрнатоватистыхъ соляхъ, изъ которыхъ такъ называемая средняя соль, Na^2SO^3 , имѣетъ щелочную реакцію, а такъ называемая кислая, $NaSO^2H$, имѣетъ среднюю реакцію. Оставивъ въ сторонѣ вопросъ о количествѣ замѣщаемыхъ атомовъ водорода, слѣдуетъ признать,

что означенные типы соотвѣтствуютъ тремъ главнымъ разрядамъ солей, основной, средней и кислой, при чемъ однакоже большее или меньшее количество заключающагося въ нихъ кислорода и способность его выдѣляться изъ соединенія могутъ видоизмѣнять ихъ характеръ. Примѣры двойныхъ солей щелочныхъ металловъ мы увидимъ далѣе.

Такіе же типы, хотя съ меньшимъ разнообразіемъ, образуютъ соединенія щелочныхъ металловъ съ угольною кислотою, CO^2 . Здѣсь соединеніе совершается прямо и просто:



Такое же соединеніе происходитъ и съ калиемъ. Но тотъ же результатъ можно получить и разными другими путями. Напримѣръ, взявши, вмѣсто ѣдкаго натра, сѣрнистый натрій, Na^2S , получится въ присутствіи воды:



Въ обоихъ случаяхъ угленатровая соль, или сода, получается замѣною одного нейтрализованнаго вещества другимъ, а отнюдь не замѣною заключающагося въ кислотѣ водорода металломъ. Поглощаемая кислота водорода въ себѣ вовсе не содержитъ, и даже гидратъ ея самостоятельно не существуетъ. Выдѣляемый въ первомъ случаѣ пай воды образуется изъ водорода, принадлежащаго ѣдкому натру, а не кислотѣ. При всемъ томъ, можетъ образоваться соединеніе съ водородомъ, совершенно аналогическое съ такъ-называемою кислотою сѣрнонатровою солью; но оно происходитъ не въ силу того, что въ кислотѣ остается одинъ атомъ водорода, а совершенно инымъ путемъ. Кристаллы соды содержатъ въ себѣ до десяти паевъ кристаллизаціонной воды. Въ такомъ видѣ, это вещество способно поглощать еще одинъ пай углекислаго газа, и тогда образуется двуугленатровая соль съ выдѣленіемъ девяти паевъ воды: $Na^2CO^3CO^2H^2O + 9H^2O$. Остаточная соль получаетъ составъ $2NaCO^3H$, составъ, какъ видно, совершенно аналогическій съ кислотою сѣрнонатровою солью. Мы не имѣемъ впрочемъ основанія предполагать, что частица тутъ непременно раздѣляется. Полимерность тѣмъ болѣе возможна, что существуетъ еще промежуточная, полуторно-натровая соль съ составомъ $Na^4(CO^3)^3H^22H^2O$, гдѣ на четыре атома натрія и на два атома водорода приходится три пая двуэквивалентной кислоты. Во всѣхъ этихъ случаяхъ сумма эквивалентностей нейтрализуетъ

мага вещества равняется суммѣ эквивалентностей нейтрализующаго. Разница состоитъ лишь въ томъ, что въ одномъ типѣ нейтрализація совершается однимъ металломъ, а въ другихъ металломъ и водородомъ. Сообразно съ этимъ, первый имѣеть ясно основной характеръ: Na^2CO^3 , который обыкновенно называютъ среднею солью, даетъ щелочную реакцію, а $NaCO^3H$, именуемый кислую солью, имѣеть среднюю реакцію — новое доказательство невѣрности принятой терминологіи. Въ собственномъ смыслѣ кислотныхъ солей углекислый газъ съ натріемъ не даетъ или по крайней мѣрѣ онѣ неизвѣстны.

Двухэквивалентные элементы вовсе не даютъ солей, нейтрализованныхъ съ участіемъ водорода. Мы имѣемъ здѣсь одинъ типъ, который обыкновенно пишутъ $MgSO^4, MgCO^3, CaSO^4, CaCO^3$, но который надобно писать съ удвоеніемъ атомовъ. Это не только требуется представленіемъ о нейтрализаціи кислотъ, но слѣдуетъ прямо изъ двухпайности основаній (Mg^2O^2, Ca^2O^2) и совершенно ясно вытекаетъ изъ сопоставленія съ предшествующими и слѣдующими солями. Мы имѣемъ Na^2SO^4 и $Al^2(SO^4)^3$; очевидно, между ними стоитъ $Mg^2(SO^4)^2$. Этимъ наконецъ весьма легко объясняются двойныя соли, образуемыя этими элементами. Если мы возьмемъ $Mg^2(SO^4)^2$ и $2K^2SO^4$, то при замѣнѣ одного атома магнія двумя атомами калия естественно образуется $2Mg(SO^4)^2K^2$, и нѣтъ нужды прибѣгать къ искусственной гипотезѣ о замѣнѣ частицею K^2SO^4 одного пая воды, которая играетъ здѣсь совершенно другую роль и съ K^2SO^4 вовсе не соединяется.

Если можетъ еще быть сомнѣніе на счетъ двухэквивалентныхъ элементовъ, то относительно трехэквивалентныхъ всякое сомнѣніе исчезаетъ. Опытъ прямо даетъ намъ $Al^2(SO^4)^3$; слѣдовательно, трехэквивалентный элементъ опять нейтрализуетъ равную себѣ сумму эквивалентностей кислоты, при чемъ каждый пай кислоты можетъ замѣняться просто атомомъ кислорода. Такимъ образомъ получаютъ $Al^2(SO^4)^3O$ и $Al^2SO^4O^2$. Алюминій въ этой формѣ даетъ и полимерныя соединенія, напримѣръ $Al^4(SO^4)^3O^3H^2O$. Здѣсь два лишнихъ атома алюминія уравниваются тремя атомами кислорода. Эта способность къ полимеризаціи ведетъ къ образованію множества разнообразныхъ двойныхъ солей. Самыя извѣстныя изъ нихъ квасцы, которые могутъ имѣть разный составъ, смотря по тому, съ какою другою солью соединяется соль алюминія. Такъ напримѣръ, калиевые квасцы образуются по уравненію: $Al^2(SO^4)^3 + K^2SO^4 = Al^2K^2(SO^4)^4$. Но при соединеніи

глинозема съ углещелочными солями выдѣляется углекислый газъ, такъ что углекислыхъ солей не получается.

Тоже самое повторяется и съ промежуточными элементами, которые даютъ соли, соотвѣтствующія ихъ основнымъ окисламъ. Намъ нѣтъ нужды перебирать ихъ по порядку, ибо строеніе вездѣ одно и тоже. Достаточно привести примѣры изъ cadaго ряда.

Мы видѣли, что мѣдь образуетъ двоякаго рода основные окислы: закись, Cu^2O , и окись, Cu^2O^2 . Но такъ какъ въ присутствіи кислоты она легко поглощаетъ кислородъ, то всегда образуются соли высшей степени, отвѣчающія окиси. Такъ, если мы закись мѣди соединимъ съ сѣрною кислотой, то образуется соль окиси съ выдѣленіемъ мѣди и воды, по уравненію: $2Cu^2O + 2SH^2O^2 = Cu^2(SO^4)^2 + 2Cu + 2H^2O$. Точно тоже происходитъ при соединеніи сѣрнистой мѣди съ кислородомъ: $Cu^2S^2 + O^2 = Cu^2(SO^4)^2$. Но соединеніе мѣди съ углекислымъ газомъ даетъ соли двухъ родовъ: $Cu^2(CO^3)^2$ и $Cu^2CO^3H^2O^2$. Последняя можетъ впрочемъ быть представлена, какъ гидратъ первой, въ которомъ одинъ пай кислоты замѣненъ атомомъ кислорода, по формулѣ $Cu^2CO^3OH^2O$. Подобное же строеніе имѣетъ и полимерная мѣдная лазурь $Cu^6(CO^3)^4O^22H^2O$.

Двухъэвивалентные промежуточные элементы, цинкъ, кадмій и ртуть, естественно даютъ соли $R^2(SO^4)^2$; но ртуть имѣетъ и низшую степень, Hg^2SO^4 . Въ полимерныхъ же соединеніяхъ ртуть представляетъ замѣну паевъ кислоты соотвѣтствующимъ количествомъ атомовъ кислорода. Такъ образуется $Hg^6(SO^4)^2O^4$. Точно также и трехъэвивалентный таллій даетъ высшія и низшія степени соединенія: $Tl^3(SO^4)^3$ и Tl^3SO^4, Tl^2CO^3 . Но четырехъэвивалентный свинецъ даетъ только $Pb^2(SO^4)^2$ и $Pb^2(CO^3)^2$, ибо, какъ мы видѣли, высшій его окисель имѣетъ не основной, а кислотный характеръ. На томъ же основаніи хромъ даетъ $Cr^2(SO^4)^3$, а марганецъ $Mn^2(SO^4)^2$. Напротивъ, желѣзо опять даетъ двоякаго рода соли: $Fe^2(SO^4)^2$ и $Fe^2(SO^4)^3$. Точно также и кобальтъ даетъ $Co^2(SO^4)^2$ и $Co^2(SO^4)^3$, при чемъ въ последнемъ два пая кислоты могутъ послѣдовательно замѣняться кислородомъ. Откуда происходятъ соли: $Co^2(SO^4)^2O$ и $Co^2(SO^4)O^2$. Кобальтъ способенъ даже поглотить еще лишній атомъ кислорода, образуя $Co^2(SO^4)^2O^2$. Наконецъ, платина даетъ двоякаго рода соли, соотвѣтствующія двоякаго рода основнымъ ея окисламъ: весьма непрочному PtO^2 , или Pt^2O^4 соотвѣтствуетъ непрочная также соль $Pt^2(SO^4)^2$, а болѣе прочному Pt^2O^2 соотвѣтствуютъ прочныя же двойныя соли, обра-

зующіяся при реакціи съ сѣрнистою кислотою $S(HO)^2O$. Эти послѣднія опять бываютъ двоякаго типа, смотря по отношенію количества атомовъ платины къ количеству другаго нейтрализующаго металла. Такъ, съ натріемъ имѣются соли $Pt^2Na^4(SO^3)^2$ и $PtNa^6(SO^3)^2$. Очевидно, что въ послѣдней два атома натрія замѣнили одинъ атомъ платины, которая слѣдовательно играетъ здѣсь роль двухэквивалентнаго элемента. Нейтрализуемое же кислотное соединеніе, SO^3 , не есть сѣрный ангидридъ, а остатокъ сѣрнистой кислоты, состоящей изъ сѣрнистаго газа SO^2 , и лишняго атома кислорода, оставшагося по выдѣленіи изъ сѣрнистой кислоты двухъ атомовъ водорода. Этотъ лишній атомъ кислорода дѣлаетъ это соединеніе двухэквивалентнымъ, такъ что сумма нейтрализуемыхъ эквивалентностей равняется 8. А такъ какъ платина является здѣсь также двухэквивалентнымъ элементомъ, то два атома этого металла, въ соединеніи съ четырьмя атомами натрія, даютъ равную первой сумму нейтрализующихъ эквивалентностей, и ту же сумму даетъ во второй соли одинъ атомъ платины въ соединеніи съ шестью атомами натрія. Мы видимъ, что при такомъ взглядѣ различныя сочетанія объясняются весьма просто, хотя и тутъ, какъ во всѣхъ подобныхъ случаяхъ, невозможность опытной провѣрки дѣлаетъ всѣ эти соображенія болѣе или менѣе гадательными.

Перебравши главные типы окисловъ, обратимся къ соединеніямъ азота. Мы уже видѣли, что азотистыя соединенія могутъ быть весьма различнаго свойства. Съ водородомъ азотъ образуетъ энергическое основаніе, амміакъ, съ кислородомъ цѣлый рядъ кислотъ, изъ которыхъ самая типичная есть азотная кислота. Азотъ соединяется также съ хлоромъ и наконецъ, съ углеродомъ. Все это производитъ разные типы соединеній.

Выше было показано, какимъ образомъ амміакъ, соединяясь съ хлористымъ водородомъ, даетъ нашатырь. Подобныя же соли онъ образуетъ и съ другими кислотами, съ азотною, или селитряною и сѣрною. Если азотная кислота, какъ выведено выше, имѣетъ составъ $N^2H^2OO^5$, то двѣ частицы амміака легко могутъ ее нейтрализовать, вмѣщая ее въ себѣ. Это будетъ азотноамміачная соль $N^2H^3O^6$ или $NH^3(N^2H^2OO^5)NH^3$. Точно такое же соединеніе происходитъ и съ сѣрною кислотою по уравненію: $2NH^3 + SH^2O^4 = N^2H^3SO^4$. Эта соль имѣетъ среднюю реакцію и называется среднею сѣрноамміачною солью. Но и одна частица амміака способна поглотить сѣрную кислоту и образовать съ нею соль, по

уравненію: $NH^3 + SH^2O^2 = NSH^2O^2H^3$. Эта соль содержитъ въ себѣ вдвое менѣе основанія, нежели первая, имѣетъ кислую реакцію и называется кислую сѣрноамміачною солью. Изъ этого видно опять, что отношеніе кислой соли къ средней опредѣляется вовсе не замѣною одного или двухъ паевъ водорода металломъ, ибо въ обоихъ случаяхъ никакой замѣны не происходитъ: оба водорода остаются въ сѣрной кислотѣ. Однако, изъ нейтрализованной кислоты можетъ выдѣлиться пай воды; тогда происходитъ новое соединеніе, называемое сѣрноамидною кислотою, NSO^3H^3 . Точно также можетъ выдѣлиться пай воды и изъ средней соли, и тогда получается $N^2SO^3H^6$, соединеніе, носящее названіе сѣрноамидо-амміачной соли. Изъ послѣдней опять можетъ выдѣлиться пай воды, образующійся соединеніемъ двухъ атомовъ принадлежащаго амміаку водорода съ однимъ атомомъ принадлежащаго сѣрной кислотѣ кислорода. Тогда происходитъ средній амидъ, $N^2SO^2H^4$. Затѣмъ и отсюда можетъ точно такимъ же способомъ выдѣлиться пай воды, вслѣдствіе чего образуется средній нитрилъ N^2SOH^2 . Наконецъ, съ выдѣленіемъ послѣдняго возможнаго пая воды остается N^2S , сѣрнистый азотъ. Такъ происходитъ цѣлый рядъ сѣрноазотистыхъ соединеній, которыхъ исходною точкою служатъ амміакальныя соли. Такія же соединенія образуются и изъ нейтрализаціи амміакомъ сѣрнистой кислоты. Мы имѣемъ кислую сѣрнистоамміачную соль $NSH^2O^2H^3$, или короче NSO^3H^5 , изъ которой, съ выдѣленіемъ воды, могутъ произойти NSO^2H^3 и $NSOH$.

Амиды образуются и прямо изъ амміака, замѣною одного атома водорода металломъ или металлоидомъ. Таковы, напримѣръ, NH^2K , NH^2I . Съ дальнѣйшею же замѣною атомовъ водорода образуются, какъ было уже сказано выше, имиды и нитрилы. При взаимодѣйствіи съ избыткомъ хлора, амміакъ можетъ даже отдать весь свой водородъ, который соединяясь съ хлоромъ, образуетъ хлористый водородъ; въ замѣнъ же трехъ отдѣлившихся атомовъ водорода получаютъ три атома хлора, вслѣдствіе чего образуется новое вещество, хлористый азотъ, NCI^3 . Это — соединеніе эндотермическое, ибо для разнятія амміака требуется значительная работа, слѣдовательно поглощеніе теплоты; новое же вещество связано слабо и взрываетъ при малѣйшемъ ударѣ. Оно естественно составляетъ кислоту, которая, въ свою очередь соединяясь съ амміакомъ, даетъ опять ту же соль, нашатырь, причѣмъ выдѣляется излишняя часть азота.

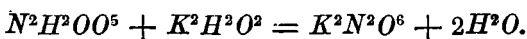
Но кромѣ всѣхъ этихъ соединеній, амміакъ имѣетъ еще одну

замѣчательную особенность: онъ, также какъ вода, поглощается солями, иногда въ весьма значительной пропорціи. Вода, какъ нейтральное тѣло, имѣеть двоякое значеніе: она даетъ бѣльшую подвижность частицамъ твердыхъ тѣлъ и наоборотъ, бѣльшую устойчивость тѣламъ газообразнымъ. Это показываютъ растворы. Амміакъ не есть такое физически и химически нейтральное тѣло, какъ вода; при обыкновенной температурѣ это — газъ, однако газъ, легко сгущающійся въ жидкость, а потому способный не только поглощаться, подобно водѣ, но и замѣнять послѣднюю въ ея кристаллизаціонныхъ и конституціонныхъ соединеніяхъ. Это ясно видно на сѣрномѣдной соли, $Cu^2(SO^4)^2$. Въ водяныхъ парахъ эта соль поглощаетъ 10 павъ воды; но каждые два пая воды могутъ замѣняться двумя паями амміака, такъ что получается цѣльый рядъ промежуточныхъ соединеній, дающихъ наконецъ $Cu^2(SO^4)^2 \cdot 10NH^3$. Особенно любопытны весьма прочныя соединенія амміака съ платиною и ея спутниками. Здѣсь получаютъ разнообразныя, но всегда опредѣленные соединенія, какъ-то: $PtCl^2_2NH^3$, $PtCl^2_4NH^3$, $PtCl^2_4NH^3$, $IrCl^2_5NH^3$ и т. д. Химиковъ весьма занималъ вопросъ: каково значеніе этихъ соединеній и чѣмъ опредѣляется количество поглощаемого такимъ образомъ амміака?

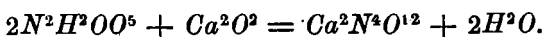
Если амміакъ играетъ роль воды и способенъ ее замѣнить, то самое естественное предположеніе состоитъ въ томъ, что количество поглощаемого амміака опредѣляется количествомъ промежутокъ между атомами или частицами нейтрализованныхъ элементовъ. Это именно подтверждается сѣрномѣдною солью. Она должна имѣть строеніе: $CuSOO^3SOO^3Cu$. Между нейтрализованными элементами какъ разъ пять промежутокъ, а такъ какъ пая воды замѣняются по два заразъ таковымъ же количествомъ павъ амміака, то естественно заключить, что въ каждомъ промежуткѣ находятся именно по два пая. Тоже подтверждается и амміачными соединеніями родія и иридія, которыя имѣють составъ $R^2Cl^6 \cdot 10NH^3$. И тутъ между шестью атомами нейтрализуемаго хлора оказывается пять промежутокъ, которые и наполняются десятью паями амміака. Другія соединенія, съ перваго взгляда, къ этому правилу не подходятъ. Такъ, Pt^2Cl^4 имѣеть три промежутка, а между тѣмъ въ одномъ изъ соединеній этой соли съ амміакомъ оказывается всего 4 пая послѣдняго, а въ другомъ 8. Въ первомъ случаѣ затрудненіе разрѣшается сличеніемъ этого соединенія съ тождественною по составу солью аналога платины,

палладія: здѣсь къ четыремъ паямъ амміака присоединяются еще два пая воды, такъ что опять выходитъ число вставочныхъ элементовъ соотвѣтствующее количеству промежутковъ. Болѣе плотная платина, повидимому, вытѣсняетъ срединные элементы воды, такъ что остаются только четыре пая амміака. Но какъ объяснить, что въ другомъ соединеніи тотъ же составъ соли поглощаетъ вдвое большее количество амміака? Куда помѣщаются эти лишніе пая? И тутъ затрудненіе устраняется, если мы обратимъ вниманіе на то, что кромѣ промежутковъ между нейтрализуемыми атомами, поглощаемыя частицы могутъ помѣститься по бокамъ нейтральнаго пояса, въ промежуткахъ между нимъ и центромъ и между нимъ и окружностью, въ каковомъ случаѣ количество поглощаемыхъ паевъ опять соотвѣтствуетъ числу промежутковъ. Это подтверждается тѣмъ, что именно эти излишніе пая амміака менѣе связаны, нежели остальные и легче выдѣляются. Съ другой стороны, существуютъ соединенія, въ которыхъ число промежутковъ больше половиннаго количества поглощаемыхъ паевъ амміака. Таковы соли Гро, напримѣръ Pt^2, Cl^8NH^3 . Но тутъ оказывается явленіе совершенно противоположное предъидущему: нѣкоторые атомы хлора слабѣе связаны, нежели остальные и легче реагируютъ съ посторонними веществами. Мы видимъ, что эти столь загадочныя явленія весьма просто объясняются предположеніемъ, прямо вытекающимъ изъ отношенія амміака къ водѣ на основаніи принятой теоріи. Амміакъ, также какъ вода, является здѣсь связующимъ началомъ соединенія. Конечно, въ томъ или другомъ случаѣ могутъ быть осложненія, видоизмѣняющія эти отношенія.

Если амміакъ образуетъ соли, соединяясь съ кислотами, то азотная кислота, наоборотъ, образуетъ соли, соединяясь съ основаніями. Способы происхожденія этихъ солей и ихъ строеніе тѣже самыя, какіе мы видѣли въ сѣрной кислотѣ, а потому здѣсь вполне прилагаются тѣже начала. Такъ, гидратъ азотной кислоты съ вѣдкимъ калиемъ образуетъ селитру по уравненію:



Тотъ же гидратъ съ окисью кальція даетъ:



Въ обоихъ случаяхъ соль образуется съ выдѣленіемъ заключающейся въ гидратѣ воды, а вовсе не замѣною водорода метал-

домъ. Иногда, при поглощеніи кислоты, выдѣляется также часть азота и кислорода, напримѣръ:



Селитра можетъ также отдавать часть своего кислорода, и тогда образуется другой типъ солей: $R^2N^2O^4$. Тѣже два типа представляютъ и соединенія серебра съ азотною кислотою. Азотносеребряная соль имѣетъ составъ $Ag^2N^2O^6$, а азотистосеребряная $Ag^2N^2O^4$. Азотъ, какъ мы знаемъ, есть и трехъ- и пятиэквивалентный элементъ, а потому N^2O^4 и N^2O^6 одинаково будутъ двухэквивалентными частицами, въ которыхъ требуется нейтрализовать лишній атомъ кислорода, что и дѣлается въ означенныхъ двухъ типахъ солей.

Наконецъ, азотъ соединяется съ углеродомъ, а также и амміакъ съ угольною кислотою, и здѣсь мы можемъ видѣть весьма любопытный примѣръ вытекающей изъ теоріи изомеріи. Соединенія амміака съ угольною кислотою образуютъ совершенно такой же рядъ солей и амидовъ, какой мы видѣли выше въ соединеніяхъ съ сѣрною кислотою. И тутъ исходною точкою служатъ два типа солей: одинъ пай угольной кислоты, CH^2OO^2 , можетъ нейтрализоваться либо одною, либо двумя частицами амміака. Въ первомъ случаѣ происходитъ кислая, во второмъ средняя углеамміачная соль, $N(CH^2OO^2)H^3$ и $NH^3(CH^2OO^2)NH^3$. Последняя, выдѣляя пай воды, даетъ $NH^3CO^2NH^3$, или просто $N^2H^6CO^2$, вещество, которое носитъ названіе карбаминово-амміачной соли, потому что при господствующемъ въ современной химіи стремленіи разбивать соединенія на остатки, двѣ содержащіяся въ веществѣ частицы амміака искусственно раздѣляются на NH^3 и NH^2 , то-есть на аммоній и амидъ. Но таже соль получается и просто, прямымъ соединеніемъ сухаго амміака съ сухимъ углекислымъ газомъ, изъ чего слѣдуетъ, что эта соль нормальная. Затѣмъ, также какъ и въ сѣрнистыхъ соляхъ, изъ нея постепенно могутъ выдѣляться новые пай воды, образующіеся изъ входящаго въ составъ амміака водорода и изъ кислорода сѣрной кислоты. Такъ прежде всего происходитъ мочевины, N^2H^4CO , которой строеніе должно быть NH^3COHN , ибо при быстромъ нагрѣваніи она разлагается на амміакъ, NH^3 , и ціануровую кислоту, $COHN$. Но вмѣсто разложенія можетъ выдѣлиться еще пай воды, и тогда останется N^2H^2C или $NHCN$. Это вещество, ціанамидъ, дѣйствительно получается при дѣйствіи на мочевины фосфорной кислоты, отнимающей воду.

Такия же соединенія образуются изъ кислой углеамміачной соли, $NCH^2OO^2H^3$. Съ выдѣленіемъ пая воды остается NCO^2H^3 , карбаминовая кислота, въ отдѣльности впрочемъ неизвѣстная. Затѣмъ, съ новымъ выдѣленіемъ пая воды, остается $NCOH$, синеродистая или ціановая кислота. Составъ ея тотъ же самый, какъ и приведенной выше ціануровой кислоты, образующейся изъ разложенія мочевины; но строеніе ихъ различно. Въ ціановой кислотѣ атомъ углерода остается въ нейтральномъ поясѣ, гдѣ онъ стоялъ съ самаго начала, и трехэквивалентный центральный атомъ азота уравнивается периферическою частицею OH . Въ ціануровой же кислотѣ атомъ углерода становится центральнымъ и уравнивается частицею NH , а кислородъ остается нейтрализованнымъ. Послѣдній типъ соотвѣтствуетъ многимъ другимъ соединеніямъ азота съ углеродомъ. Простѣйшее изъ нихъ есть синеродъ, $(CN)^2$, который въ свободномъ состояніи всегда является въ видѣ двупайной частицы, ибо четырехэквивалентный углеродъ не уравнивается трехэквивалентнымъ азотомъ. Но равновѣсіе можетъ установиться, если къ азоту прибавится одинъ атомъ водорода. Тогда образуется синеродистый водородъ, или синильная кислота, CNH или CHN . Ни синеродъ, ни синильная кислота не имѣютъ кислой реакціи, ибо въ нихъ нѣтъ ни кислорода, ни галоидовъ; тѣмъ не менѣе, будучи составлены изъ периферическихъ элементовъ, они легко соединяются съ металлами и основаніями, и даютъ солеобразныя соединенія. Такъ синеродистый водородъ соединяется съ амміакомъ и даетъ синеродистый аммоній, CNH^2N , строеніе котораго одинаково объясняется простымъ соединеніемъ и поглощеніемъ амміака. Подобныя же соединенія синеродъ образуетъ и съ металлами. Таковы KCN , $Hg(CN)^2$, $Pb(CN)^2$, которыя по аналогіи съ другими солями должны писаться $K^2(CN)^2$, $Hg^2(CN)^4$, $Pb^2(CN)^4$, ибо здѣсь синеродъ, какъ аналогъ кислоты, нейтрализуется металлами, а не наоборотъ. Это подтверждается тѣмъ, что эти соединенія носятъ характеръ тѣхъ металловъ, которые играютъ здѣсь роль нейтрализаторовъ. Такъ, $K^2(CN)^2$, $Na^2(CN)^2$ имѣютъ щелочную реакцію. Синеродистый калий можетъ поглотить еще два атома кислорода, и тогда образуется синеродисто-каліевая соль, $N^2(CN)^2O^2$. Но бываютъ и случаи замѣны водорода металломъ. Такое именно явленіе представляютъ соединенія ціануровой кислоты, которая даетъ соли съ разнымъ содержаніемъ калия: $(CN)^3O^3KH^2$, $(CN)^3O^3K^2H$ и $(CN)^3O^3K^3$. Очевидно, что здѣсь три пая синерода, который играетъ роль одноэквивалентнаго эле-

мента, уравнивается тремя эквивалентами водорода и калия, и что всё эти шесть эквивалентностей нейтрализуют равную им сумму эквивалентностей кислорода. Очевидно и то, что соединение здѣсь полимерное; но спрашивается: гдѣ же источникъ этой полимерности? Почему вещество одного и того же состава даетъ въ одномъ случаѣ полимерныя соединенія, а въ другомъ нѣтъ? Предвдущее даетъ отвѣтъ на эти вопросы. Углеродистыя соединенія, какъ мы увидимъ ниже, проявляютъ рѣзкую наклонность къ полимеризаціи. Но для этого необходимо, чтобы углеродъ составлялъ центръ соединенія, а не находился въ нейтральномъ положеніи. Именно это строеніе представляютъ соли ціануровой кислоты. Если же углеродъ стоитъ въ нейтральномъ поясѣ, какъ въ указанной выше ціановой кислотѣ ($NC(O)N$), или въ синеродистомъ калии ($K(CN)^2K$), то очевидно, никакой полимеризаціи произойти не можетъ. И тутъ выведенная теорія даетъ намъ простое и естественное объясненіе непонятныхъ безъ того явленій.

Еще разнообразіе продуктовъ азота соединенія, образуемая представителемъ галоидовъ, хлоромъ. Мы уже видѣли соединенія его съ водородомъ, съ кислородомъ и съ азотомъ. Съ металлоидами онъ образуетъ весьма энергическія безводныя кислоты, или хлорангидриды кислотъ. Таковы, наиримѣрь, трехъхлористый или пятихлористый фосфоръ, PCl^3 и PCl^5 , гдѣ хлоръ является периферическимъ элементомъ, въ количествѣ соотвѣтствующемъ двойкой эквивалентности фосфора. Въ послѣднемъ соединеніи мѣсто двухъ атомовъ хлора можетъ заступить одинъ атомъ кислорода, и тогда образуется по тому же типу хлоровисъ фосфора PCl^3O . Съ металлами же хлоръ прямо даетъ соли, и это составляетъ отличительное свойство галоидовъ, откуда и самое ихъ названіе. Это свойство понятно изъ того, что изъ всѣхъ элементовъ галоиды суть наиболѣе периферическіе, то есть обладаютъ наибольшимъ внутреннимъ движеніемъ, а вслѣдствіе того и самыя дѣятельныя. Въ наивысшей степени этимъ характеромъ обладаетъ фторъ, который столь жадно соединяется со всѣми другими элементами, что лишь въ самое недавнее время удалось получить его въ чистомъ видѣ. За нимъ идетъ хлоръ. И у послѣдняго кислотныя свойства въ такой степени развиты, что онъ прямо съ металлами даетъ соли. Кислородъ имѣетъ также кислотныя свойства, но въ меньшей мѣрѣ. Мы видѣли, что въ циклѣ периферическихъ элементовъ онъ занимаетъ нейтральное мѣсто. Поэтому его окислы могутъ быть и основныя, и безразличныя и кислотныя, и только

послѣдніе, соединяясь съ первыми, образуютъ соли. Надобно, такъ сказать, чтобы кислотныя свойства кислорода получили одностороннее развитіе, для того чтобы насытить основаніе и дать соль. У галоидовъ же это одностороннее развитіе лежитъ уже въ самой ихъ природѣ; они составляютъ естественныя кислоты, которыя, поглощаясь или нейтрализуясь металлами, прямо даютъ соли.

Строеніе этихъ солей идетъ опять по тому же самому типу, какъ и строеніе кислородныхъ солей. Вездѣ получается M^2Cl^n , гдѣ n опредѣляется эквивалентностью металловъ. Первымъ и самымъ типическимъ представителемъ всѣхъ этихъ соединений является хлористый натрій, или поваренная соль. Обыкновенно она пишется $NaCl$; но уже одно внѣшнее сопоставленіе съ другими солями натрія, Na^2SO^4 , Na^2CO^3 , должно побудить насъ удвоить эту формулу. Если же мы сообразимъ все выведенное выше относительно окисловъ и солей кислорода, и обратимъ вниманіе на то значительное уплотненіе, которое происходитъ при соединеніи натрія съ хлоромъ, изъ которыхъ первый имѣетъ объемъ 24, а второй 25,6, между тѣмъ какъ соединеніе обоихъ даетъ объемъ равный 31,2, то мы не можемъ не придти къ полнѣйшему убѣжденію, что нейтрализація хлора происходитъ здѣсь путемъ поглощенія двухъ атомовъ хлора двумя атомами натрія.

Затѣмъ слѣдуютъ въ правильномъ порядкѣ Mg^2Cl^4 , Al^2Cl^6 ; но соединеніе углерода съ хлоромъ мы должны писать CCl^4 , ибо, вмѣсто соли, тутъ получается газъ, имѣющій характеръ кислотнаго ангидрида. Такое же соединеніе даетъ и силицій. Причина та, что углеродъ есть металлоидъ, наиболѣе периферическій изъ всѣхъ центральныхъ элементовъ, а силицій ближайшій его аналогъ. Слѣдующіе же за этимъ рядомъ промежуточные элементы опять даютъ соли, и опять въ томъ же послѣдовательномъ порядкѣ и составѣ, какъ окислы и соли кислорода. Мѣдь и тутъ даетъ двѣ соли, одну, Cu^2Cl^2 , въ предѣлахъ своей эквивалентности; другую, Cu^2Cl^4 , превышающую вдвое собственную эквивалентность. Цинкъ даетъ Zn^2Cl^2 , ртуть опять двѣ соли: Hg^2Cl^2 и Hg^2Cl^4 , таллій Tl^2Cl^6 , олово Sn^2Cl^8 , свинецъ Pb^2Cl^4 , ніобій Nb^2Cl^{10} , хромъ Cr^2Cl^6 и Cr^2Cl^{12} , марганецъ же, котораго высшіе окислы имѣютъ кислотный характеръ, не даетъ выше Mn^2Cl^8 . Аналогическія съ соединеніями кислорода соли даютъ также желѣзо, никкель, кобальтъ, наконецъ платина и ея спутники. Все это — среднія соли, которыя однако могутъ окисляться, поглощая кислородъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ. Отсюда происхо-

дять такъ называемыя хлорокиси, напримѣръ $Na^2Cl^2O^2$, $Cu^2Cl^2O^2$, $Ca^2Cl^4O^4$ и $Ca^2Cl^4O^{12}$, $Zn^2Cl^4O^2$ и $Zn^2Cl^4O^5$ и т. д. Поглощеніе столь значительнаго иногда количества кислорода слѣдуетъ объяснить тѣмъ, что хлоръ, нейтрализуясь основаніями, связанъ своими центральными эквивалентностями; но у него остаются еще добавочныя эквивалентности, посредствомъ которыхъ онъ можетъ, въ свою очередь, нейтрализовать кислородъ. Такъ, напримѣръ, кальцій есть двухэквивалентный элементъ, а хлоръ относительно его одноэквивалентенъ. Поэтому два атома кальція нейтрализуютъ четыре атома хлора. Но у послѣднихъ остается еще 24 добавочныхъ эквивалентностей, которыя, въ свою очередь, могутъ вступить во взаимодѣйствіе съ кислородомъ, и это есть именно число эквивалентностей, заключающихся въ двѣнадцати атомахъ кислорода, поглощаемыхъ хлористымъ кальціемъ. Разумѣется, здѣсь, какъ и вездѣ, этимъ опредѣляется только максимумъ; меньшее же количество по дѣвно можетъ быть нейтрализовано.

Наконецъ, хлоръ вступаетъ въ соединенія съ множествомъ органическихъ веществъ, образуемыхъ углеводородами. Мы уже разсмотрѣли соединенія водорода съ чисто периферическими элементами, съ азотомъ, кислородомъ и хлоромъ. Мы упомянули и о соединеніяхъ его съ нѣкоторыми металлами, какъ то, Na^2H или Na^4H^2 . Такія же соединенія водородъ даетъ съ калиемъ, палладіемъ, платиною, никкелемъ и желѣзомъ. Но они составляютъ рѣдкое и, можно сказать, исключительное явленіе въ области химіи. Напротивъ, соединенія водорода съ углеродомъ представляютъ цѣлый отдѣльный міръ органическихъ соединеній, съ самыми разнообразными свойствами и характеромъ. Мы, конечно, не можемъ пройти все это необозримое поле; достаточно будетъ разсмотрѣть главные типы.

Въ изслѣдованіи углеводородовъ современные химики отправляются отъ простѣйшаго соединенія, отъ болотнаго газа, CH^4 . Признавая, что по закону замѣщеній, соединяющіяся частицы равнодѣйствующи, слѣдовательно могутъ заступать мѣсто другъ друга, они каждый атомъ водорода въ болотномъ газѣ замѣщаютъ равносильною ему группою CH^3 , которая представляетъ одноэквивалентный радикаль и носить названіе метила. Такимъ образомъ послѣдовательно образуются соединенія C^2H^6 , C^3H^8 , C^4H^{10} , C^5H^{12} . Каждый изъ атомовъ водорода въ этихъ соединеніяхъ, въ свою очередь, можетъ быть замѣщенъ метилемъ, такъ что про-

цессъ метилированія можетъ идти въ бесконечность. Общая формула всѣхъ этихъ соединений C^nH^{2n+2} . Они образуютъ порядокъ такъ называемыхъ *предѣльныхъ* углеводовъ, вполне насыщенныхъ, а потому неспособныхъ къ дальнѣйшимъ соединеніямъ. Точно такимъ же способомъ можно произвести другой рядъ соединений, замѣною двухъ частицъ водорода радикаломъ CH^2 . Этотъ процессъ называется метиленированіемъ и даетъ новый порядокъ *непредѣльныхъ* углеводовъ. Наконецъ возможенъ и третій процессъ, ацетиленированіе, который состоитъ въ замѣнѣ трехъ атомовъ водорода радикаломъ CH . Этими тремя путями производятся всѣ существующіе углеводороды, а вмѣстѣ объясняется поразительный фактъ, что во всѣхъ извѣстныхъ соединеніяхъ атомы водорода всегда содержатся въ четномъ числѣ.

Все это нисколько не противорѣчить развиваемой здѣсь теоріи; но существенный недостатокъ этого воззрѣнія состоитъ въ томъ, что оно представляетъ отвлеченно теоретическое построеніе, а не реальный процессъ. Встрѣчаются и другія затрудненія.

Менѣе всего можно возразить противъ метилированія. Намъ фактически извѣстно, что въ болотномъ газѣ можно послѣдовательно замѣнить каждый атомъ водорода хлоромъ. Такъ получаютъ CH^3Cl , CH^2Cl^2 , $CHCl^3$ и CCl^4 . Намъ извѣстно также, что остатокъ CH^3 можетъ соединиться съ другимъ такимъ же и образовать C^2H^6 . Если мы возьмемъ, на примѣръ, CH^3Cl и CH^3Na , то при взаимодѣйствіи этихъ двухъ веществъ, натрій соединится съ хлоромъ, а остающіеся два метила соединятся и составятъ диметиль, или этанъ. Слѣдовательно, метилированіе представляется процессомъ, имѣющимъ основаніе въ дѣйствительности.

Съ точки зрѣнія развиваемой нами теоріи оно можетъ происходить двоякимъ образомъ. Частицы CH^3 могутъ соединяться центрами, образуя ось. Въ такомъ случаѣ атомы углерода связываются другъ съ другомъ одною своею эквивалентностью, а остальными тремя съ находящимися на окружности каждаго тремя атомами водорода. Если же присоединяется третій атомъ, то средній атомъ углерода связывается уже двумя эквивалентностями съ обоими сосѣдами, а потому способенъ связать на окружности только два атома водорода. Тоже самое имѣетъ мѣсто для каждаго срединнаго атома углерода; только два крайнихъ могутъ связывать по одному лишнему атому водорода. Этимъ объясняется общая формула предѣльныхъ углеводовъ C^nH^{2n+2} . Такой способъ соединенія можно назвать *осевою* полимеризаціею.

Но возможенъ и другой способъ метилированія. Радикаль $СН^3$ можетъ на окружности замѣнить одинъ за другимъ атомы водорода, и этотъ процессъ, также какъ первый, можетъ идти весьма далеко. Его можно назвать *периферическою* полимеризаціею. Въ пользу его говоритъ то, что въ дѣйствительности мы не можемъ въ болотномъ газѣ замѣнить радикаломъ болѣе одного атома водорода заразъ; когда же замѣна совершилась, можно замѣнить и другой. При первомъ способѣ такой фактъ необъяснимъ, ибо крайніе пай находятся въ совершенно одинаковомъ положеніи, слѣдовательно нѣтъ причины, почему бы въ одномъ изъ нихъ одинъ атомъ водорода былъ связанъ менѣе крѣпко, нежели въ другомъ. При второмъ же способѣ это явленіе можно объяснить, какъ уже сдѣлано выше (гл. 3), неравною силою эквивалентностей углерода. Изъ нашего изслѣдованія вытекало, что одна центральная частичка углерода меньше другихъ, а потому связанный ею атомъ легче можетъ быть отдѣленъ; когда же атомъ водорода замѣненъ другимъ, болѣе сильнымъ элементомъ, то опять остается одинъ атомъ, связанный менѣе крѣпко, нежели остальные. Какъ бы то ни было, фактъ существуетъ, а въ виду его мы не можемъ признать метилированіе и ацетилированіе нормальными химическими процессами. Законъ замѣщеній не оправдываетъ подобнаго вывода, ибо въ дѣйствительности въ болотномъ газѣ связывается $С$ съ H^2 , а не $СН^2$ съ H^2 или $СН$ съ H^2 . Произвольное раздѣленіе на двѣ части не допустимо.

Между тѣмъ, развиваемая нами теорія представляетъ возможность достигнуть того же результата инымъ путемъ. Кромѣ двухъ указанныхъ способовъ метилированія, есть еще третій: когда соединяются двѣ частицы метила, можетъ произойти строеніе $СН^3H^3C$, то-есть, водородъ можетъ находиться въ нейтральномъ поясѣ, а углеродъ въ центрѣ и на окружности. При этомъ невозможно уже дальнѣйшее метилированіе; но зато открывається возможность образованія низшихъ соединеній. Изъ $СН^3H^3C$ могутъ, тѣмъ или другимъ способомъ выдѣлиться два атома водорода: тогда образуется $С^2H^2$, этиленъ, или маслородный газъ. Съ новымъ же выдѣленіемъ двухъ атомовъ водорода, останется ацетиленъ $С^2H^2$. Парное выдѣленіе атомовъ водорода необходимо для сохраненія равновѣсія въ нейтральномъ поясѣ; слѣдовательно и здѣсь вполне объясняется законъ четныхъ паевъ.

Такое представленіе имѣетъ за себя то, что оно совпадаетъ съ реальнымъ процессомъ. Мы прямо не можемъ выдѣлить два

атома водорода изъ означенныхъ соединеній; но можно сдѣлать это косвенно, какъ бы съ нѣкоторымъ усиленіемъ, и это именно показываетъ, что водородъ находится не на поверхности, а внутри частицы. Для достиженія этого результата необходимо поглощеніе другихъ элементовъ, съ помощью которыхъ можно уже сдѣлать требуемое выдѣленіе. Такъ, взявши обыкновенный спиртъ, C^2H^6O , въ которомъ два атома углерода и шесть атомовъ водорода соединены съ однимъ атомомъ кислорода, легко выдѣлать изъ него частицу воды, H^2O , и тогда останется этиленъ, или маслородный газъ C^2H^4 . Затѣмъ, соединивши этотъ маслородный газъ съ бромомъ, мы получимъ $C^2H^4Br^2$; здѣсь поглощенные два атома брома соединяются опять съ двумя атомами водорода и образуютъ бромистый водородъ, который легко выдѣляется, а въ остаткѣ получается C^2H^2 , ацетиленъ. Послѣдній можетъ получиться и прямымъ путемъ, просто соединеніемъ углерода съ водородомъ, изъ чего ясно, что теоретическое представленіе о происхожденіи ацетилена замѣною въ болотномъ газѣ трехъ атомовъ водорода частицею CH совершенно излишне. Ясно также, что строеніе этого газа должно быть $C\equiv H-C$; иначе не будетъ равновѣсія.

Получивши эти простѣйшія соединенія, легко уже посредствомъ полимеризаціи получить остальные, при чемъ надобно замѣтить, что атомъ углерода можетъ находиться не только въ центрѣ и на окружности, но и въ нейтральномъ полѣ. Такъ на примѣръ, имѣется соединеніе C^3H^4 , амиленъ, въ которомъ очевидно частица болотнаго газа, CH^4 , нейтрализуется двумя атомами углерода. Этимъ отчасти объясняется нечетное число паевъ углерода въ соединеніяхъ. Другой же способъ нейтрализаціи углерода состоитъ въ поглощеніи углекислаго газа, CO^2 , чему имѣются многочисленныя примѣры и что также влечетъ за собою нечетное число атомовъ углерода въ соединеніяхъ.

Поглощеніе углекислаго газа представляетъ уже дальнѣйшее осложненіе углеводородистыхъ соединеній. Чистые углеводороды составляютъ только исходную точку громаднаго процесса, заключающаго въ себѣ цѣлую систему типическихъ формъ, совершенно соответствующихъ тому, что мы видѣли въ кислородѣ. Разсмотрѣнные углеводороды представляютъ, можно сказать, ангидриды основаній. Ихъ гидраты, то есть, соединенія ихъ съ элементами воды, суть истинныя углеводородныя основанія—спирты. Впрочемъ и тутъ гидраты получаются не прямо, а косвенно. Такъ, обыкновенный или этиловый спиртъ добывается изъ глюкозы, $C^2H^6O^3$, выдѣле-

ніемъ изъ послѣдней углекислаго газа CO^2 , послѣ чего остается $CH^2H^2OH^2C$. Мы уже видѣли, что съ выдѣленіемъ изъ спирта воды образуется маслородной газъ, C^2H^4 , который и есть ангидридъ этого спирта. Наоборотъ, окисляясь еще болѣе, этиловый спиртъ даетъ соединеніе промежуточное между спиртами и кислотами,— альдегидъ. Составъ его C^2H^4O . Это—спиртъ, потерявшій два пая водорода, но сохранившій атомъ кислорода, который такимъ образомъ нейтрализуется двумя частицами CH^2 .

Такой же процессъ происходитъ и въ древесномъ, или метиловомъ спиртѣ. Здѣсь исходною точкою служить не этиленъ, а этанъ, C^2H^6 . Большое находящееся здѣсь количество водорода способно нейтрализовать и большее количество кислорода. Здѣсь нейтрализуется не вода, а переизбытокъ водорода. Но вслѣдствіе этого частица распадается: составъ ея CH^2HO . Когда же спиртъ переходитъ въ альдегидъ, то частицы вновь соединяются, и получается такъ называемый метильэиръ, CH^3OH^2C . Составъ его тождественъ съ составомъ обыкновеннаго спирта: оба содержатъ C^2H^6O , и даже строеніе весьма близко; но связь атомовъ въ частицѣ иная, а потому и реакціи иныя. Въ этиловомъ спиртѣ связывающая два CH^2 частица воды легко выдѣляется, а потому легко замѣщается и вступаетъ въ реакціи, которыхъ не даетъ метильэиръ, гдѣ атомъ кислорода прочнѣе нейтрализованъ двумя частицами метила. Такъ, при реакціи этилеваго спирта съ хлористымъ водородомъ, выдѣляется вода и замѣняется хлористымъ водородомъ. Откуда новое соединеніе, хлористый этиль, съ составомъ CH^2HClH^2C , или проще C^2H^5Cl . Точно также при реакціи двухъ частицъ спирта съ двумя атомами натрія, выдѣляется сперва вода и образуется ѣдкій натръ $Na^2H^2O^2$, который затѣмъ поглощаетъ остатокъ спирта и образуетъ соединеніе $Na^2(HO)^2$ (C^2H^4)². Съ перваго взгляда можетъ показаться, что въ обѣихъ реакціяхъ нѣтъ ничего, кромѣ простой замѣны атома водорода атомомъ хлора или натрія, ибо и въ послѣднемъ случаѣ одинъ пай соединенія имѣетъ C^2H^5ONa ; но вникая глубже въ самое существо процесса, на сколько мы можемъ о немъ судить, мы видимъ, что за этимъ могутъ скрываться гораздо болѣе сложныя отношенія.

Окисляясь еще болѣе, альдегидъ переходитъ въ кислоту. Такъ, получаемый изъ обыкновеннаго спирта альдегидъ, соединяясь съ кислородомъ, даетъ уксусную кислоту, $C^2H^4O^2$. Другія кислоты образуются изъ углеводовъ поглощеніемъ углекислаго газа CO^2 . Послѣдній прямо даетъ тѣ два атома кислорода, которые нужны

для образованія кислоты, и которые вводятся только постепенно при переходѣ черезъ альдегидъ. Такъ бензолъ, C^6H^6 , поглощая одну, двѣ и даже шесть частицъ углекислаго газа, послѣдовательно даетъ бензойную, фталевую и медокаменную кислоты. Съ другой стороны, органическія кислоты могутъ образоваться исходя отъ соединеній углерода съ кислородомъ, то есть, отъ окиси углерода, CO , и отъ углекислаго газа, CO^2 , которые являются такимъ образомъ ангидридами этихъ кислотъ. Такъ, поглощеніе окисью углерода частицы воды даетъ муравьиную кислоту, CH^2OO , которая и распадается на эти составныя части. Поглощеніе же перекиси водорода двумя частицами окиси углерода даетъ щавелевую кислоту $CO(HO)^2OC$, или $C^2H^2O^4$. Уксусная кислота, которая, какъ мы видѣли, получается окисленіемъ спирта, образуется и прямо, соединеніемъ болотнаго съ углекислымъ газомъ, что даетъ CH^4O^2C , или CCO^2H^4 . Оба строенія возможны, ибо въ первомъ O^2 уравниваетъ H^4 , а во второмъ C . За послѣднее, въ которомъ углекислый газъ занимаетъ нейтральный поясъ, говорить то, что этотъ газъ, поглощаясь метилевымъ натріемъ ($Na^2(CH^3)^2$) даетъ уксусонатровую соль, изъ которой легко получается самая уксусная кислота. Но весьма возможно, что при этомъ происходитъ внутреннее передвиженіе частицъ, дающее уксусной кислотѣ то самое строеніе, которое слѣдуетъ изъ происхожденія ея путемъ окисленія ангидрида, то есть $CH^2O^2H^2C$.

Соединеніе уксусной кислоты съ щавелевою даетъ винную кислоту, $C^4H^6O^6$, а съ выдѣленіемъ атома кислорода получается яблочная кислота $C^4H^6O^5$. Разнообразіе и тутъ громадное; частныя соображенія должны каждый разъ рѣшать; какому строенію слѣдуетъ отдать предпочтеніе. Теорія же открываетъ широкое поле для самыхъ сложныхъ сочетаній.

Наконецъ, кислоты, соединяясь съ основаніями, то есть, съ спиртами, даютъ солеобразныя соединенія—сложные эиры. Такъ, уксуснокислый этиль-эиръ имѣетъ составъ $CH^2(C^2H^4O^2)CH^2$, уксуснокислый бутиль-эиръ $C^2H^4(C^2H^4O^2)C^2H^4$, масленокислый этиль-эиръ ($H^2(C^4H^8O^2)CH^2$, и т. д. Тѣмъ же способомъ образуются азотные эиры, напимѣръ азотметилевый эиръ CH^3ONO^2 .

Намъ нѣтъ нужды перебирать всѣ эти разнообразныя соединенія, которыхъ строеніе большею частью имѣетъ чисто гипотетическій характеръ. Тѣ или другія частныя соображенія могутъ склонить рѣшеніе въ ту или другую сторону: все это не касается

общей теоріи, которая, каковы бы ни были частности, находитъ себѣ полное оправданіе въ существенномъ отношеніи главныхъ типовъ. Строеніе частицы, также какъ и строеніе атомовъ, не подлежатъ опытной провѣркѣ; но опытъ даетъ намъ главные типы и ихъ взаимную связь, и тутъ мы находимъ повтореніе того самаго закона, который мы нашли въ соединеніяхъ кислорода, и который господствуетъ во всей системѣ. Углеводороды опять представляютъ намъ четыре главныхъ типа химическихъ соединеній: 1) промежуточный типъ, альдегиды, которые, соединяясь съ кислородомъ, даютъ кислоты, а соединяясь съ водородомъ, даютъ спирты; 2) противоположность основаній, или спиртовъ, и кислотъ; наконецъ 3) сочетаніе обоихъ, или нейтрализацію кислоты основаніемъ въ видѣ сложныхъ ээировъ. Прошедши въ крупномъ очертаніи всю систему химическихъ соединеній, мы находимъ въ концѣ то самое, что нашли въ началѣ, приложение одного и того же закона, вытекающаго изъ самаго строенія атомовъ и господствующаго. какъ въ цѣломъ, такъ и въ частяхъ.

Нельзя лучше окончить эту главу какъ словами Менделѣева: «Въ самомъ атомномъ ученіи стала утверждаться все съ большею и большею силою та обобщающая мысль, по которой міръ атомовъ устроенъ также, какъ міръ небесныхъ свѣтилъ, съ своими солнцами, планетами и спутниками, одушевленными всегдашнею живою силою движенія, образующими частицы, какъ небесныя тѣла образуютъ системы подобныя солнечной, и недѣлимыми лишь относительно, какъ недѣлимы планеты солнечной системы, и устойчивыми и прочными, какъ прочна система міра». (Основы Химіи стр. 253).

Предъидущее изслѣдованіе имѣло въ виду утвердить этотъ взглядъ на новыхъ основаніяхъ. Онъ перестаетъ быть неопредѣленнымъ чаяніемъ, а является какъ необходимое выраженіе общаго закона, управляющаго строеніемъ и системою атомовъ.

Намъ остается теперь сдѣлать общіе выводы.

ГЛАВА VII.

Единство матеріи.

Предъидущее изслѣдованіе приводитъ насъ къ одному необходимо вытекающему изъ него заключенію, именно, что все различіе атомовъ зависитъ отъ количества и распредѣленія содержащейся въ нихъ матеріи. Иными словами: атомы ничто иное какъ единичныя формы одного и того же вещества. Единство матеріи, которое было предметомъ столькихъ споровъ, которое доселѣ остается чаганіемъ однихъ, а другими отвергается, какъ не имѣющее основанія въ опытныхъ данныхъ, получаетъ здѣсь фактическую опору, является постулатомъ закона, управляющаго всею системою химическихъ элементовъ.

Дѣлая такой выводъ, утверждая единство матеріи не только какъ предположеніе, но какъ начало, необходимо вытекающее изъ приложенія математическаго анализа къ опытнымъ даннымъ, мы все-таки должны спросить себя: точно ли можно считать его доказаннымъ? Не остается ли оно столь же гипотетическимъ, какъ и прежде? Чтобы отвѣчать на этотъ вопросъ, надобно припомнить тѣ основанія, на которыхъ построена изложенная теорія.

Исходною точкою изслѣдованія служилъ тотъ очевидный фактъ, что въ каждомъ изъ рядовъ, по которымъ, на основаніи періодической системы, распредѣляется совокупность химическихъ элементовъ, въ огромномъ большинствѣ случаевъ, съ увеличеніемъ вѣса и объема, увеличивается и плотность, то есть, уменьшается объемъ каждой входящей въ составъ атома единицы матеріи. Что такое объемъ атома или единицы матеріи, объ этомъ опытъ ничего намъ не говоритъ; но имѣя передъ собою этотъ фактъ, естественно задать себѣ вопросъ: не будетъ ли это уменьшеніе объема, или потеря, какъ мы его назвали, пропорціонально количеству соединяющихся единицъ? Изслѣдованіе щелочныхъ металловъ показало, что потери дѣйствительно пропорціональны массѣ, но вмѣстѣ съ тѣмъ обратно-пропорціональны какому то другому началу, которое требовалось опредѣлить.

Законъ пропорціональности потерь основанъ на такихъ несомнѣнныхъ математическихъ отношеніяхъ, онъ до такой степени выясняетъ получающіяся изъ опыта числовыя данныя, что едва

ли онъ можетъ быть поклебленъ. Надобно признать его прочно доказаннымъ. Что же касается до другаго начала, опредѣляющаго обратную пропорціональность потерь, то оно конечно имѣетъ гипотетическій характеръ. Но и тутъ постановка вопроса вызывается фактическими данными. Въ виду найденнаго отношенія потери къ массѣ, естественно спросить себя: не зависитъ ли нарушение правильности этого отношенія отъ различнаго распредѣленія этой самой массы? Увеличеніе объема въ болѣе тяжелыхъ элементахъ сверхъ размѣра, требуемаго закономъ пропорціональности, показываетъ, что масса атома не сплошная, и что окружность его должна отдѣляться отъ центра. А такъ какъ физика даетъ намъ отношеніе притягательныхъ силъ пропорціональное центральной массѣ и обратно-пропорціональное массѣ окружности, то самъ собою возникаетъ вопросъ: не имѣемъ ли мы и здѣсь подобнаго же отношенія? Если вообще потеря пропорціональна массѣ, то не будетъ ли она также пропорціональна массѣ центра и обратно-пропорціональна массѣ окружности? Притяженіе центральной массы производитъ увеличеніе плотности, притяженіе периферической массы производитъ увеличеніе объема, слѣдовательно оба дѣйствія обратно-пропорціональны другъ другу.

На такой вопросъ прямой опытъ не въ состояніи дать никакого отвѣта. Мы можемъ фактически изслѣдовать отношенія объема и плотности къ вѣсу, ибо все это величины извѣстныя намъ изъ опыта; но распредѣленіе матеріи между центромъ и окружностью мы изслѣдовать не можемъ, ибо отдѣльный атомъ не подлежитъ наблюденію. Остается опредѣлить: на сколько вытекающія изъ этого предположенія послѣдствія способны объяснить явленія? Это и сдѣлано въ предъидущемъ изслѣдованіи. Въ результатѣ вышла совершенно стройная и правильная система, въ которой каждое явленіе получило свое мѣсто и значеніе въ ряду другихъ. Оказалось возможнымъ не только постигнуть рациональную связь химическихъ элементовъ и способъ ихъ происхожденія, но опредѣлить самое внутреннее строеніе атомовъ, измѣрить ихъ движеніе, и все это не прибѣгая ни къ какимъ новымъ гипотезамъ, а чисто на основаніи закона, опредѣляющаго строеніе атомовъ, какъ функцію матеріи и ея распредѣленія.

Такой результатъ служить лучшимъ оправданіемъ исходной точки. Это именно то, что требуется отъ всякой правильно построенной гипотезы. Она должна быть плодотворна, то есть, она должна имѣть послѣдствія, объясняющія цѣлый рядъ другихъ яв-

лений безъ помощи новыхъ добавочныхъ гипотезъ. Въ настоящемъ случаѣ трудно даже себѣ представить, чтобы возможно было на ложномъ предположеніи построить такое связанное во всѣхъ частяхъ зданіе, въ которомъ весь фактическій матеріалъ распредѣляется самъ собою по общему закону. Нельзя допустить, что всѣ эти безчисленныя совпаденія дѣло простой случайности. Поэтому и второе начало можно считать прочно установленнымъ.

Но если бы мы даже сочли его чисто гипотетическимъ, то уже одного перваго достаточно для признанія единства матеріи. Если уменьшеніе объема каждой единицы матеріи пропорціонально массѣ, то очевидно масса должна быть однородная. Тоже самое доказываетъ и обратная пропорціональность, идущая въ правильной послѣдовательности въ цѣломъ рядѣ элементовъ. Положимъ, что она выражаетъ не отношеніе окружности къ центру, а что либо другое; во всякомъ случаѣ, это другое есть количественное начало общее всему ряду, слѣдовательно свойство однородной массы. Какую бы другою гипотезою ни замѣнилась эта, остается возможность связать фактическія данныя общимъ началомъ, зависящимъ исключительно отъ количества и распредѣленія матеріи, а это влечетъ за собою признаніе ея единства. Можно даже сказать, что это начало скрытно содержится въ самомъ періодическомъ законѣ, ибо періодически измѣняться можетъ только единая сущность; иначе никогда не будетъ совпаденія конца съ началомъ.

Но если мы, въ силу неотразимой логики, должны отъ раздѣльныхъ атомовъ взойти къ единой лежащей въ основаніи ихъ матеріи, то надобно при этомъ спросить себя: что же мы разумѣемъ подъ именемъ матеріи? И почему химики такъ давно стремятся данное разнообразіе свести къ скрывающемуся за нимъ единству? Мы принуждены вступить здѣсь въ область философскихъ понятій; но уклониться отъ этого нѣтъ возможности, ибо они принадлежатъ самой опытной наукѣ. Необходимо дать себѣ отчетъ въ тѣхъ терминахъ, которые мы употребляемъ; иначе выдетъ путаница понятій, которая можетъ отразиться на всѣхъ выводахъ. Однако, это выясненіе философскихъ терминовъ не должно выходить изъ предѣловъ опытнаго знанія, котораго они составляютъ существенную часть. Въ чистую метафизику мы не можемъ здѣсь вдаваться, ибо она требуетъ иной исходной точки и иного способа мышленія.

Подъ именемъ матеріи разумѣется вообще *субстанція*, къ которой мы относимъ всѣ наши чувственныя представленія. *Субстанція же есть единое, лежащее въ основаніи различій.* Такъ,

совмѣстно существующія явленія, напримѣръ цвѣтъ, форму, движеніе, мы относимъ къ общей основѣ, къ которой они принадлежатъ, какъ свойства или состоянія. Точно также и всѣ измѣняющіяся послѣдовательно явленія мы относимъ къ постоянной сущности, отъ которой они происходятъ. Субстанція не подлежитъ внѣшнимъ чувствамъ; мы ея не видимъ, не осязаемъ. Это — начало сверхчувственное, или метафизическое, иными словами, это — логическая категорія, посредствомъ которой человѣческой умъ связываетъ разнообразіе внѣшнихъ представленій. Но это — категорія необходимая, ибо мы никакъ не можемъ представить себѣ явленія существующими сами по себѣ, а непременно относимъ ихъ къ чему либо, лежащему въ ихъ основаніи и ихъ производящему.

Категорія субстанціи лежитъ въ основаніи всѣхъ философскихъ системъ, ибо всѣ онѣ стремятся постигнуть единое, скрывающееся за различіями. Она служила исходною точкою для философіи новаго времени. На ней воздвигся картезианизмъ; Спиноза построилъ на ней цѣлое пантеистическое зданіе. Слѣдовавшія затѣмъ системы, материализмъ, спиритуализмъ, идеализмъ, представляютъ только различныя видоизмѣненія того же начала. Однако, съ другой стороны, приверженцы опыта всегда съ недоумѣніемъ смотрѣли на это понятіе. Они видѣли въ немъ лишь пустое слово, обозначающее извѣстную совокупность частныхъ представленій, или нѣчто неизвѣстное, за ними лежащее. Отсюда уже въ средніе вѣка споры номиналистовъ съ реалистами. Первые въ общихъ названіяхъ, обозначающихъ различныя субстанціи, видѣли только слова, служащія для совокупленія совмѣстно существующихъ признаковъ; вторые, напротивъ, признавали, что этимъ понятіямъ соотвѣтствуютъ реальныя сущности. Позднѣ Локкъ подвергъ обстоятельной критикѣ понятіе о субстанціи. Не отвергая самаго существованія субстанцій, онъ признавалъ, что мы не имѣемъ о нихъ никакого понятія и употребляемъ этотъ терминъ для обозначенія чего-то намъ совершенно неизвѣстнаго, ибо субстанція, въ отличіе отъ своихъ свойствъ и принадлежностей, представляетъ одно только пустое мѣсто.

Опытная наука рѣшаетъ этотъ вопросъ безповоротно. Она доказываетъ, что при всей измѣнчивости чувственныхъ явленій, въ нихъ есть нѣчто, количественно сохраняющееся всегда себѣ равнымъ. Это и называется матеріею. И физика и химія одинаково приходятъ къ убѣжденію, что ни единая частичка этой лежащей въ основаніи явленій матеріи не возникаетъ и не уничтожается,

а мѣняетъ только состоянія. Оказывается, слѣдовательно, что реалисты были правы; наука убѣждаетъ насъ, что эта логическая категорія, это пустое названіе составляетъ нѣчто совершенно реальное, безъ чего никакое явленіе не можетъ существовать. Въ силу требованій самаго опыта, въ основаніе естествознанія полагается метафизическое начало, и тѣ естествоиспытатели, которые, говоря о матеріи и ея свойствахъ, отвергаютъ метафизику, похожи на извѣстнаго мѣщанина въ дворянствѣ, который говорилъ прозою, самъ того не подозревая. Различіе состоитъ лишь въ томъ, что это комическое лице не отвергало съ презрѣніемъ то самое, въ чемъ оно постоянно упражнялось.

Точно также и понятіе объ атомахъ есть чисто метафизическое начало, существующее въ философіи съ древнѣйшихъ временъ, когда объ опытныхъ наукахъ не было и помину; но въ новѣйшее время понадобилось ввести его въ естествознаніе для объясненія химическихъ явленій, отъ которыхъ оно получило новую и незыблемую опору. Вглядываясь въ тѣ метафизическія начала, которыя приняты естественными науками, мы не можемъ не замѣтить, что они суть тѣ самыя, которыя лежатъ въ основаніи матеріализма, ибо и матеріализмъ ничто иное, какъ одно изъ многихъ метафизическихъ ученій, смѣнявшихся въ исторіи философіи. Подтвержденіе, которое выработанныя имъ начала получаютъ отъ опыта, заставляетъ насъ признать, что въ своей области матеріализмъ стоитъ на совершенно твердой почвѣ. Ложнымъ онъ становится лишь тогда, когда онъ выходитъ изъ этихъ предѣловъ и утверждаетъ, что матерія есть единственная существующая субстанція, на что онъ не имѣетъ никакого основанія. Ниже это выяснится съ полною очевидностью.

Но если мы изъ опыта удостовѣряемся, что матерія, какъ лежащая въ основаніи явленій субстанція, составляетъ начало вполне реальное, то спрашивается: что же такое эта субстанція? Не есть ли это нѣчто совершенно намъ неизвѣстное, скрывающееся за извѣстными намъ явленіями и обозначаемое пустымъ, безсодержательнымъ словомъ? На это надо отвѣчать, что всякая субстанція ровно на столько намъ извѣстна, на сколько извѣстны ея свойства или признаки, ибо субстанція опредѣляется именно своими свойствами или признаками. Разумѣется, если мы всѣ признаки откинемъ, то мы вмѣстѣ съ тѣмъ откинемъ и всякія опредѣленія, и тогда останется нѣчто совершенно неопредѣленное, одно пустое отвлеченіе. Всякая субстанція безъ признаковъ пуста, ибо при-

знаки составляютъ ея содержаніе, то, что отличаетъ ее отъ другихъ. Въ признаковъ, субстанція есть только возможность этихъ самыхъ признаковъ, источникъ, откуда они происходятъ, и который служитъ имъ связью. Это вытекаетъ изъ самаго понятія о единомъ, лежащемъ въ основаніи различій. Единое безъ различій пусто; оно проявляется именно въ различіяхъ и остается постоянною связью различій. А такъ какъ различія суть опредѣленія, а всякое опредѣленіе есть разграниченіе съ другимъ, слѣдовательно и отношеніе къ другому, то признаки всякой частной субстанціи суть вмѣстѣ и отношенія этой субстанціи къ другимъ. Въ этихъ отношеніяхъ выражается внутренняя ея сущность; скрытая въ единствѣ природа выступаетъ наружу въ разнообразіи явленій.

Все это вполне прилагается къ понятію о матеріи. Для того чтобы опредѣлить, что такое эта единая матерія, изъ которой образуются атомы, надобно изслѣдовать ея свойства. Эти свойства извѣстны намъ изъ опыта и составляютъ достояніе науки. Они двоякаго рода: частныя и общія. Первые бываютъ различны въ различныхъ предметахъ, дѣйствующихъ на наши внѣшнія чувства; вторыя, напротивъ, встрѣчаются всегда и вездѣ и опредѣляютъ то единое, которое лежитъ въ основаніи различій.

Основные свойства матеріи, какъ они опредѣляются физикою, суть: протяженіе, непроницаемость, притяженіе и коsnость.

Протяженіе есть первое и коренное свойство матеріи; это — способность занимать пространство. Всѣ доступныя нашимъ чувствамъ тѣла протяженны; они имѣютъ объемъ. Тоже самое мы видѣли и въ мельчайшихъ частицахъ, изъ которыхъ составляются тѣла, въ атомахъ. Если бы мы даже представили себѣ, что все это лишь кажущееся, и что въ дѣйствительности матерія состоитъ изъ непротяженныхъ силъ, сосредоточенныхъ въ отдѣльныхъ точкахъ, то все же каждой изъ этихъ силъ мы должны приписать извѣстную пространственную сферу дѣятельности, гдѣ она находится, слѣдовательно объемъ.

Но кромѣ занятія извѣстнаго пространства, есть еще нѣчто, занимающее пространство; кромѣ экстенсивности, есть интенсивность. Это и есть то, что составляетъ массу, матерію въ собственномъ смыслѣ, какова бы впрочемъ ни была ея сущность. Количество массы, занимающей извѣстный объемъ, составляетъ плотность тѣла, начало противоположное объему, какъ мы видѣли въ системѣ атомовъ. Здѣсь и лежитъ источникъ непроницаемости. Если масса занимаетъ извѣстное пространство, то послѣднее не пусто; слѣдо-

вательно, другая масса не может занять его иначе, как вытѣснивъ первую или слившись съ нею. Въ первомъ случаѣ массы остаются раздѣльными, во второмъ онѣ образуютъ уже не двѣ, а одну массу. А пріори, нѣтъ въ сущности никакой причины, почему бы двѣ разныя массы не могли слиться въ одну. Интенсивность есть начало, имѣющее степени, а потому нѣтъ ничего невозможнаго въ предположеніи, что въ одномъ и томъ же пространствѣ можетъ быть большее или меньшее количество массы, безъ всякихъ притомъ промежутковъ. Самыя явленія, повидимому, указываютъ на возможность сліянія двухъ разныхъ массъ въ одну: въ химическихъ соединеніяхъ мы постоянно видимъ два разныхъ тѣла, сливающихся въ одно и образующихъ третье, не похожее ни на то, ни на другое. Но таже химія, которая раскрываетъ намъ эти явленія, показываетъ, что здѣсь сліяніе только кажущееся: оба тѣла снова могутъ быть раздѣлены и получаютъ въ томъ же самомъ количествѣ, въ какомъ они были до соединенія. Слѣдовательно, они были смѣшаны, а не слиты. Химія раскрываетъ намъ и причину, почему это сліяніе не можетъ совершиться. Вѣсовыя отношенія соединяющихся элементовъ неотразимо указываютъ на существованіе мельчайшихъ недѣлимыхъ частицъ, или атомовъ, изъ соединенія которыхъ образуются всѣ тѣла. Атомы же, оставаясь всегда неизмѣнными и раздѣльными, исключаютъ другъ друга изъ занимаемыхъ ими пространствъ. Слѣдовательно, непроницаемость вытекаетъ не изъ существа самой матеріи, а изъ того, что она имѣетъ единичную форму. Не составляетъ ли эта единичная форма принадлежности самой ея сущности, объ этомъ мы поговоримъ ниже. Во всякомъ случаѣ, если мы приписываемъ матеріи свойство непроницаемости, то мы дѣлаемъ это единственно на этомъ основаніи, а никакъ не потому, что мы въ тѣлахъ встрѣчаемъ сопротивленіе, какъ думаютъ нѣкоторые современные философы, и какъ повторяютъ за ними малоопытные въ философіи физики. Изъ субъективнаго ощущенія ровно ничего нельзя вывести относительно общихъ свойствъ матеріи. Въ одномъ случаѣ мы ощущаемъ сопротивленіе, въ другомъ нѣтъ; обобщеніе тутъ неумѣстно. Еще менѣе мы въ правѣ свои субъективныя ощущенія переносить на отношенія безчувственныхъ тѣлъ. И тутъ мы видимъ, что иногда тѣла вытѣсняютъ другъ друга изъ занимаемаго пространства, а въ другихъ случаяхъ они взаимно проникаются. Что же можно изъ всего этого вывести, не нарушая законовъ логики самымъ непозволительнымъ образомъ?

Протяженіе и непроницаемость выражаютъ собою отношеніе матеріи къ пространству; два другія свойства, притяженіе и косность, представляютъ отношеніе ея къ другому началу, составляющему источникъ движенія, къ силѣ. Понятіе о притяженіи получается нами изъ опыта. Въ силу открытаго Ньютономъ закона, каждыя двѣ частицы матеріи притягиваются другъ другомъ пропорціонально массамъ и обратно-пропорціонально квадратамъ разстоянія. Однако уже самъ Ньютонъ замѣчалъ, что дѣйствіе на разстояніи для насъ непонятно и не можетъ быть принято никакимъ философскимъ умомъ. Поэтому, установляя законъ притяженія, какъ чисто фактическій выводъ изъ опытныхъ данныхъ, онъ признавалъ, что можетъ быть за этимъ скрывается нѣчто другое, напимѣръ толчекъ. Послѣ него многіе физики, исходя отъ тѣхъ же соображеній, пытались объяснить притяженіе толчкомъ. Въ новѣйшее время эти попытки возобновились даже съ новою силою. Однако всѣ онѣ оказываются весьма неудачными. Такова возобновленная В. Томсономъ гипотеза Лесажа, который объяснялъ сближеніе свѣтилъ толчками, сообщаемыми безчисленнымъ множествомъ мельчайшихъ тѣлецъ, летающихъ въ небесныхъ пространствахъ съ неимоверною быстротою во всѣ стороны. По этой теоріи, заключающія другъ друга тѣла естественно испытываютъ меньшее количество толчковъ на сторонахъ, обращенныхъ другъ къ другу, а потому сближаются. А такъ какъ притяженіе пропорціально не объему, а массѣ, то предполагается вмѣстѣ съ тѣмъ, что движущіяся частицы безпрепятственно проникаютъ черезъ скважины тѣлъ, задерживаясь только количествомъ заключающагося въ немъ вещества. Не говоря уже о совершенной невѣроятности представленія безчисленнаго множества частицъ, мгновенно пролетающихъ милліоны верстъ, не препятствуя другъ другу, о невозможномъ предположеніи скважинъ, расположенныхъ такъ, чтобы на пути не встрѣтилось никакой частицы матеріи, эта гипотеза противорѣчитъ совершенно достовѣрному явленію: частицы, способныя сообщать движеніе, въ той же мѣрѣ способны и оказывать сопротивленіе; а между тѣмъ, астрономы никогда не могли замѣтить ни малѣйшаго сопротивленія среды въ движеніяхъ небесныхъ свѣтилъ.

Еще неудачнѣе попытка Секки, который объясняетъ притяженіе эфирными вихрями, которые будто бы должны образоваться вокругъ вращающихся тѣлъ. Эфиръ, вслѣдствіе вращенія, отбрасывается къ окружности, и около тѣла устанавливается разрѣженная среда, которая вступающему въ нее стороннему тѣлу оказы-

васть меньшее сопротивление, нежели болѣе отдаленный вихре-
воротъ; вслѣдствіе этого, тѣла должны сближаться. Здѣсь притяженіе
объясняется отталкиваніемъ, которое, неизвѣстно почему, пости-
гается одинъ только эфиръ, а не окружающую землю атмосферу
и не приближающіяся къ ней тѣла. Не видать также, почему при
этой гипотезѣ притяженіе можетъ быть пропорціонально массѣ и
обратно пропорціонально квадратамъ разстоянія.

Столь же неудовлетворительны дѣлаемые въ новѣйшее время
попытки объяснить электрическое притяженіе постепеннымъ рас-
пространеніемъ электрическаго дѣйствія отъ слоя къ слою черезъ
данную среду. Предполагается, что если дѣйствіе исходить, на-
примѣръ, отъ тѣла заряженнаго положительнымъ электричествомъ,
то въ ближайшемъ къ нему слоѣ окружающей среды электриче-
ство разлагается: отрицательное сосредоточивается на сторонѣ,
обращенной къ дѣйствующему тѣлу; положительное же, сосредото-
чиваясь на сторонѣ противоположной, въ свою очередь производ-
ить такое же разложеніе въ слѣдующемъ слоѣ, и т. д. Эта гипо-
теза, имѣющая въ виду устранить дѣйствіе на разстояніи, не только
не достигаетъ цѣли, а напротивъ, утверждаетъ то самое, что она
хочетъ отвергнуть. Ибо въ силу чего два противоположныхъ
электричества въ ближайшемъ къ дѣятелю слоѣ остаются раздѣль-
ными? По своей природѣ, они стремятся къ сліянію; если это не
происходитъ, то причина лежитъ въ дѣйствіи напряженнаго элек-
тричества, которое притягиваетъ противоположное и отталкиваетъ
однородное. Но послѣднее отдѣлено отъ него слоемъ перваго;
слѣдовательно, отталкиваніе происходитъ черезъ среду, подвержен-
ную притяженію, то есть, на разстояніи.

Неудача всѣхъ этихъ попытокъ, исходящихъ отъ весьма замѣ-
чательныхъ физиковъ, происходитъ отъ совершенной несоизмѣри-
мости притяженія и толчка. Толчекъ зависитъ отъ массы дѣйствующаго
тѣла, а никакъ не отъ массы того тѣла, въ сторону котораго
обращено дѣйствіе; толчекъ требуетъ соприкосновенія, а притя-
женіе опредѣляется квадратомъ разстоянія. Вникая глубже въ
существо дѣла, мы убѣдимся, что самое стремленіе замѣнить притя-
женіе толчкомъ основано на недостаточномъ пониманіи мате-
ріальныхъ отношеній. Въ дѣйствительности, притяженіе не только
фактъ, указанный множествомъ явленій, но фактъ необходимый,
ибо безъ него не было бы матеріи. Первое свойство послѣдней,
какъ мы видѣли, есть протяженіе. Но существо протяженія со-
стоитъ въ томъ, что соприкасающіяся части лежатъ вѣдъ другъ

друга; что же ихъ связываетъ? Если одна частица не способна притягивать другую, находящуюся внѣ ея, слѣдовательно дѣйствовать на разстояніи, какъ бы мало ни было это разстояніе, то никакой связи не будетъ; а такъ какъ дѣлимость протяженнаго идетъ въ безконечность, то матерія улетучится въ прахъ. Наоборотъ, если мы въ пространствѣ признаемъ существованіе раздѣльныхъ массъ, или атомовъ, то необходимо вмѣстѣ съ тѣмъ признать, что эти массы чѣмъ нибудь связываются и внутри себя, и другъ съ другомъ. Движеніе не въ состояніи произвести эту связь, ибо для того, чтобы было движеніе, нужна движущаяся масса, а тутъ никакой массы образоваться не можетъ. Единственная возможная связь, предшествующая всякому движенію, есть взаимное притяженіе частей, и эту связь мы дѣйствительно находимъ, какъ въ необъятныхъ небесныхъ пространствахъ, такъ и въ безконечно малыхъ атомахъ. Въ предъидущемъ изслѣдованіи мы встрѣтили притяженіе во всѣхъ его видахъ. Можно назвать ихъ общимъ, частнымъ и единичнымъ, выражая тѣмъ самымъ, что оно существуетъ во всѣхъ состояніяхъ матеріи. Общее притяженіе есть открытое Ньютономъ стремленіе другъ къ другу всякихъ двухъ матеріальныхъ частицъ, находящихся въ пространствѣ. Его можно также назвать притяженіемъ астрономическимъ. Частное есть притяженіе электрическое, стремленіе другъ къ другу частицъ, находящихся въ противоположныхъ состояніяхъ. Наконецъ, единичное притяженіе есть сила сдѣленія въ обширномъ смыслѣ, то есть, сила, связывающая мельчайшія частицы въ одно тѣло. Эта форма представляетъ повтореніе предъидущихъ; въ атомѣ мы нашли притяженіе тождественное съ астрономическимъ, въ химическихъ соединеніяхъ притяженіе электрическое; физическое же сдѣленіе, или сила сдѣленія въ тѣсномъ смыслѣ, есть ближайшая связь отдѣльныхъ частицъ другъ съ другомъ, безъ отношенія къ общей массѣ или къ электрическому взаимодействию. Ниже мы увидимъ дальнѣйшее выясненіе этихъ началъ.

Но если бы притяженіе было единственною существующею въ мірѣ силою, то матерія опять же не могла бы существовать. Все слилось бы въ одну массу; никакого обособленія не могло бы произойти, а если бы не было обособленія, то не было бы и непроницаемости. Масса представляла бы безконечную интенсивность, слитую въ одной точкѣ. Для того чтобы этого не было, для того чтобы подверженная дѣйствию притяженія масса могла сохраниться протяженною и раздѣльною, необходимо существова-

ніе начала, противодѣйствующаго притяженію. Это начало есть движеніе. Оно дается намъ опытомъ, именно какъ уравновѣшивающее притяженіе, въ круговоротѣ небесныхъ свѣтилъ. Мы видѣли, что отъ него же зависитъ и существованіе атомовъ. Соотвѣтствующее ему свойство матеріи есть косность. Она опредѣляется, какъ свойство, въ силу котораго матерія остается въ состояніи покоя или движенія, пока не будетъ выведена изъ него внѣшнею силою. Въ механикѣ косность является чисто умозрительнымъ началомъ: мы умственно раздѣляемъ страдательное начало и дѣятельное, движимую массу и движущую силу, и на этомъ отношеніи строимъ а priori всю свою механическую теорію. Въ дѣйствительности же мы именно такое отношеніе находимъ въ чисто матеріальныхъ предметахъ, на сколько они независимы отъ притяженія. Опытъ показываетъ намъ, что они не могутъ ни сами себя двигать, ни сами собою измѣнять полученное движеніе. Вслѣдствіе этого матеріи приписывается косность. Отсюда возможность приложенія къ ней механическихъ законовъ.

По своей косности, матерія воспринимаетъ въ себя дѣятельное начало и сохраняетъ его неизмѣннымъ. Это и даетъ ей возможность получить единичную форму, то есть, сдѣлаться тѣмъ, что она есть. Слѣдовательно, оно принадлежитъ къ самой ея сущности. Однако для массы это начало внѣшнее, и для того чтобы его получить, она должно имѣть страдательное свойство — восприимчивость.

Нерѣдко утверждаютъ, что полученіе и сообщеніе движенія составляютъ для насъ совершенно непонятныя явленія. Нѣкоторые признаютъ даже сообщеніе движенія чистою фивціею. Между тѣмъ, эти явленія логически необходимымъ образомъ связаны съ непроницаемостью, каковъ бы впрочемъ ни былъ источникъ послѣдней. Въ силу непроницаемости, два тѣла не могутъ занимать одно и то же пространство. Слѣдовательно, если находящаяся въ покоѣ масса лежитъ на пути другой движущейся, то необходимо должно произойти одно изъ двухъ: или движущаяся масса займетъ мѣсто находящейся въ покоѣ, въ каковомъ случаѣ послѣдняя будетъ сдвинута съ мѣста, то есть, ей сообщится движеніе; или же, наоборотъ, движущаяся масса остановится или получить новое направление, то есть, ей сообщится движеніе, ибо остановка есть также сообщеніе движенія, равнаго и противоположнаго первому. Во всякомъ случаѣ, сообщеніе произойдетъ и не можетъ не произойти. Непроницаемость массы для другой массы дѣлаетъ ее

проницаемою для дѣятельной въ ней силы. Это явленіе мы видимъ на всякомъ шагу, и оно кажется намъ понятнымъ, вовсе не потому что мы къ нему привыкли, а въ силу того, что мы даже не можемъ представить себѣ возможность чего либо другаго. Отсюда стараніе замѣнить непонятное притяженіе болѣе понятнымъ толчкомъ.

Восприимчивость массы къ движенію не есть однако чисто страдательное свойство. Полученное движеніе возбуждаетъ совершенно равное ему воздѣйствіе. Это и выражается въ основномъ механическомъ законѣ, что дѣйствіе всегда равно противодѣйствію. На сколько масса получаетъ движеніе, на столько же она сообщаетъ движеніе другому тѣлу. Тѣмъ же закономъ опредѣляется отношеніе массы къ притяженію: на сколько она притягивается, на столько же она притягиваетъ, то есть, на сколько она восприимчива, на столько же она оказываетъ воздѣйствіе.

Этотъ законъ относится къ силѣ. Но масса является восприимчивою, или страдательною и въ своихъ пространственныхъ свойствахъ. Восприимчивость протяженія есть дѣлимость. Здѣсь равенство дѣйствія и противодѣйствія выражается въ томъ, что на сколько произведено дѣйствіе, на столько затрачено работы. Абсолютнымъ же предѣломъ дѣлимости является непроницаемость. Атомъ недѣлимъ, ибо непроницаемъ. Наконецъ, самая непроницаемость имѣетъ свою восприимчивую сторону: она уступаетъ чужому натиску и затѣмъ воздѣйствуетъ противъ него, возвращая себѣ прежній объемъ. Въ этомъ состоитъ упругость.

Таковы изслѣдованныя наукою основныя свойства матеріи. Не трудно видѣть, что построеніе ихъ вполне соотвѣтствуетъ тому, что представляетъ намъ система химическихъ элементовъ. Какъ тамъ весь атомистическій круговоротъ строится на четырехъ основныхъ началахъ, образующихъ двѣ перекрещивающіяся противоположности: объемъ, плотность, сила и движеніе, такъ и здѣсь мы имѣемъ соотвѣтствующія этимъ началамъ основныя свойства матеріи: протяженіе, непроницаемость, притяженіе и косность, притомъ въ тѣхъ же самыхъ отношеніяхъ другъ къ другу. Какъ тамъ промежуточные, нейтральные элементы имѣютъ пассивный характеръ и изображаютъ собою всю систему, такъ и здѣсь непроницаемая масса проявляетъ рядъ восприимчивостей и воздѣйствій, соотвѣтствующихъ основнымъ началамъ. Очевидно, въ обоихъ случаяхъ дѣйствуетъ одинъ и тотъ же законъ, и мы можемъ сказать съ полною достовѣрностью, что *система химическихъ эле-*

ментовъ выражаетъ собою основныя свойства матеріи въ ихъ взаимной и необходимой внутренней связи.

Существенная важность этого вывода состоитъ въ томъ, что съ помощью его мы можемъ съ увѣренностью сказать, что этимъ предметъ исчерпывается вполне, что матерія другихъ свойствъ не имѣетъ и не можетъ имѣть. Здѣсь обнаруживается вся громад-ная важность періодическаго закона. Онъ даетъ намъ замкнутый круговоротъ, въ которомъ конецъ совпадаетъ съ началомъ. Повторяющіеся циклы представляютъ одно и тоже, постепенно расширяющееся содержаніе, и когда въ нихъ вставилось все, что можетъ встаться, процессъ кончается самъ собою. Мы имѣемъ, слѣдовательно, вполне законченный, самодовлѣющій міръ, въ которомъ предметъ проявляется во всей своей полнотѣ. Этотъ предметъ и есть матерія съ ея основными свойствами; изъ нея строится этотъ міръ, и она отражается въ немъ, какъ въ зеркалѣ. Поэтому и законъ построенія въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же: тамъ мы имѣли явленіе, здѣсь мы восходимъ къ источнику.

Могутъ сказать, что все это построеніе чисто искусственное, которое не можетъ служить доказательствомъ объективной дѣйствительности выведенныхъ такимъ способомъ отношеній. На это слѣдуетъ отвѣтить, что система химическихъ элементовъ вовсе не есть искусственное построеніе, а прямо вытекаетъ, какъ таковая, изъ опытныхъ данныхъ. Если же мы въ изслѣдованныхъ совершенно другимъ путемъ свойствахъ матеріи находимъ полное соотвѣтствіе, если послѣднія представляютъ тѣже начала и могутъ быть построены по тому же закону, какъ и первыя, то этимъ удовлетворяются всѣ требованія науки. Разъ мы вывели извѣстный законъ, мы должны исчерпать его содержаніе вполне, прилагая его вездѣ, гдѣ онъ можетъ быть приложенъ безъ натяжки. Только этимъ путемъ можно опредѣлить объемъ его дѣйствія.

Однако, для того чтобы вполне убѣдиться въ логической необходимости этого построенія, можно взойти еще выше. Мы сказали, что свойства каждой субстанціи опредѣляются ея отношеніями къ другимъ предметамъ. Это мы находимъ и здѣсь. Матерія не есть единственное начало физическаго міра. Опытъ указываетъ намъ еще два: пространство и силу, разумѣя подъ послѣднею вообще источникъ движенія, и мы видѣли, что именно отношеніемъ къ этимъ двумъ началамъ опредѣляются свойства матеріи. Для того чтобы вполне выяснитъ этотъ предметъ, нужно, слѣдовательно, рассмотреть существо и свойство пространства и силы, на сколько

они раскрываются намъ математическими и опытными науками, ибо далѣе этого наше изслѣдованіе не идетъ.

И такъ, что такое пространство?

Извѣстно, что Кантъ опредѣлялъ пространство, какъ апіорную, или умозрительную форму всѣхъ нашихъ внѣшнихъ представлений. Многіе естествоиспытатели держатся этого взгляда. Тэтъ, въ своемъ сочиненіи о *Свойствахъ матеріи*, прямо дѣлаетъ выписку изъ *Критики чистаго разума*, предоставляя впрочемъ читателю самому рѣшить, что въ этомъ есть истиннаго. Анализируя явленіе, трудно не согласиться съ этимъ воззрѣніемъ. Представленіе пространства не пріобрѣтается опытомъ, а составляетъ необходимое предварительное условіе всякаго опыта. Впечатлѣнія, которыя служатъ источникомъ всѣхъ нашихъ представлений о внѣшнихъ предметахъ, находятся внутри насъ. Для того чтобы отнести ихъ къ чему нибудь внѣ насъ находящемуся, мы должны сдѣлать *проекцію*, которая есть дѣйствіе собственнаго нашего воображенія, а для того чтобы сдѣлать проекцію, необходимо имѣть представленіе о пространствѣ. Последнее должно быть *прирождено* всякому существу, призванному дѣйствовать во внѣшнемъ мірѣ, ибо безъ него не можетъ быть никакого представленія о внѣшнихъ предметахъ, а потому никакого взаимодѣйствія съ послѣдними. Способность дѣлать проекцію, слѣдовательно и представленіе пространства, точно также прирождены животнымъ, какъ и человѣку, и опытъ показываетъ намъ, что многія животныя, съ самой первой минуты своего появленія въ свѣтъ, пользуются этою способностью и добываютъ необходимые для пропитанія предметы. Приверженцы чистаго опыта стараются объяснить это явленіе наслѣдственною передачею нѣкогда пріобрѣтенныхъ предками привычекъ; но этимъ самымъ признается, что представленіе пространства прирождено всѣмъ существующимъ особямъ, а это все, что требуется доказать. Далѣе этого мы въ опытной наукѣ идти не можемъ. Разница между человѣкомъ и животными состоитъ въ этомъ отношеніи лишь въ томъ, что человѣкъ способенъ слитное представленіе разнять, отвлечь отъ него апіорную форму и разсматривать послѣднюю въ отдѣльности. Въ отвлеченіи, пространство становится предметомъ особенной науки, геометріи, и свойства этой науки, равно какъ и свойства ея предмета, еще убѣдительнѣе доказываютъ умозрительный характеръ послѣдняго. Между тѣмъ какъ опытные науки стараются тщательно изслѣдовать содержаніе, получаемое внѣшними чувствами, убѣдиться прежде всего

въ достовѣрности факта, затѣмъ сближать и сравнивать частные факты между собою, чтобы этимъ путемъ вывести изъ нихъ нѣкоторые общіе признаки, геометрія, наоборотъ, отбрасываетъ весь фактическій матеріалъ и изслѣдуетъ одни чистыя отвлеченія. Она беретъ несуществующія въ мірѣ точки безъ измѣренія, несуществующія линіи съ однимъ измѣреніемъ и плоскости съ двумя; все это она строитъ совершенно произвольно, по указаніямъ одного воображенія; она ведетъ линіи и плоскости въ безконечность; наконецъ, во всѣхъ этихъ ею самую произведенныхъ сочетаніяхъ она раскрываетъ не фактическія, а логически необходимыя отношенія, вслѣдствіе чего все воздвигнутое ею научное зданіе носитъ на себѣ характеръ непреложной истины, свойство, котораго не имѣетъ никакой опытный матеріалъ.

Этотъ чисто умозрительный характеръ геометріи выражается въ ней такъ ярко и наглядно, что нельзя не удивляться тѣмъ крайне одностороннимъ мыслителямъ и тѣмъ увлекающимся ложною теоріею математикамъ, которые, вопреки очевидности, хотятъ видѣть въ ней опытную науку. Можно, конечно, изучать геометрію не въ отвлеченіяхъ, а съ помощью циркуля и линейки, но тогда надобно отказаться отъ точныхъ опредѣленій, и какъ скоро намъ придется вести линію въ безконечность, мы будемъ поставлены въ тупикъ, ибо опытъ запрещаетъ намъ выходить изъ предѣловъ, указанныхъ фактическими отношеніями. Можно и методу употреблять не умозрительную, а опытную; напримѣръ, въ доказательство равенства треугольниковъ, которыхъ всѣ стороны равны, сослаться на то, что никогда никто не видалъ треугольниковъ съ равными сторонами, которые бы не были равны между собою. Но съ тѣхъ поръ какъ существуетъ наука, ни одинъ геометръ не употреблялъ подобнаго доказательства, а всѣ доказывали равенство треугольниковъ чисто логическимъ путемъ, не обращая никакого вниманія на факты, но не оставляющимъ ни малѣйшаго сомнѣнія въ достовѣрности полученнаго результата.

Поводомъ къ такому странному смѣшенію понятій послужило то, что мы на опытѣ дѣйствительно находимъ то самое, что дается намъ геометріею. Но и это совершенно необходимо. Геометрія не давала бы намъ безусловной истины, еслибы на опытѣ можно было встрѣтить что-нибудь, что ей противорѣчитъ. И это совпаденіе происходитъ вовсе не оттого, что мы непременно должны найти въ наблюдаемыхъ явленіяхъ то самое, что мы въ нихъ вносимъ. Опытъ имѣетъ свои собственные способы изслѣдованія, даю-

шіе совершенно достовѣрное фактическое знаніе и могущіе служить провѣркою умозрительныхъ выводовъ. Если математическое вычисленіе сдѣлано невѣрно, оно обнаружится въ томъ, что данныя опыта не совпадутъ съ его результатами. Точно также и всякое метафизическое начало, если оно взято односторонне, невѣрно выведено или неправильно приложено, найдетъ опроверженіе въ фактахъ. На этихъ двухъ вполне самостоятельныхъ методахъ основано все развитіе естественныхъ и прикладныхъ наукъ, которыя умозрительные выводы математики прилагаютъ къ изслѣдованному опытомъ матеріалу. И это самое развитіе удостовѣряетъ насъ въ реальности нашихъ умственныхъ представленій. Если геометрія неопровержимо доказываетъ апіорность пространства, то землемѣріе также неопровержимо доказываетъ его реальность. Безъ этого все наше знаніе матеріальнаго міра было бы чистою фантазмагорією, ибо реальное существованіе пространства составляетъ необходимое условіе реального существованія матеріальныхъ предметовъ внѣ другъ друга, а равно и объективнаго значенія всѣхъ управляющихъ ими законовъ. Слѣдовательно, мы необходимо должны либо признать, что умозрительныя, или апіорныя формы познанія отвѣчаютъ истинной природѣ вещей, либо допустить, что весь построенный нами объективный міръ ничто иное, какъ плодъ нашего воображенія. Но послѣднее немислимо, ибо чловѣческой разумъ имѣетъ всѣ способы отличить дѣйствительное знаніе отъ бреда сумасшедшаго. Первое, напротивъ, представляется совершенно необходимымъ слѣдствіемъ нашего положенія въ матеріальномъ мірѣ. Всякая сила, дѣйствующая въ извѣстной средѣ, слѣдуетъ собственнымъ, внутреннимъ законамъ своей природы; но для того чтобы возможно было взаимодѣйствіе, необходимо, чтобы эти законы совпадали съ законами среды. Это относится и къ разуму, призванному дѣйствовать въ матеріальномъ мірѣ. Если нѣтъ согласія между умозрительными его законами и раскрываемыми опытомъ законами внѣшняго міра, никакое дѣйствіе не будетъ имѣть мѣста. Въ этомъ отношеніи, указанія естественнаго здраваго смысла совпадаютъ съ высшими выводами философіи. Только недомысліе, останавливаясь на полудорогѣ, видитъ тутъ разладъ.

Можно предположить однакоже, что разумъ раскрываетъ намъ только часть законовъ внѣшняго міра, ту, которая необходима для нашей собственной, ограниченной дѣятельности. Таково мнѣніе мыслителей, которые признаютъ, что представляемое нами пространство есть только часть истиннаго пространства. Мы пред-

ставляемъ его себѣ въ трехъ измѣреніяхъ, а ихъ можетъ быть четыре и болѣе. Если бы было существо, живущее только въ двухъ измѣреніяхъ, то оно представляло бы себѣ пространство въ этихъ двухъ измѣреніяхъ и не имѣло бы никакого понятія о третьемъ.

Такое предположеніе основано на странномъ недоразумѣніи. Въ дѣйствительности, извѣстныхъ намъ измѣреній пространства не три, а бесконечное множество. Изъ каждой точки могутъ выходить безчисленныя линіи по всѣмъ возможнымъ направленіямъ, и каждая изъ нихъ можетъ служить измѣреніемъ пространства. Но трехъ подобныхъ линій совершенно достаточно для опредѣленія всякой точки, гдѣ бы она ни лежала. На этомъ основана система координатъ. Координаты могутъ быть разныя, линейныя и полярныя, прямоугольныя и косоугольныя; вмѣсто трехъ, можно взять ихъ четыре, пять, пожалуй сто, но все это будетъ лишнее, ибо тремя вполне опредѣляется всякая точка, находящаяся на какомъ бы то ни было измѣреніи. И это вытекаетъ изъ самаго существа предмета. Изъ безчисленнаго множества различныхъ направленій, есть три типическихъ, которыя могутъ служить для опредѣленія всѣхъ остальныхъ. Всякая система координатъ можетъ быть сведена къ простѣйшимъ, прямоугольнымъ, а подъ прямымъ угломъ въ каждой точкѣ могутъ встрѣчаться только три линіи. Какую бы мы ни взяли иную изъ безчисленнаго множества возможныхъ линій, она будетъ составлять по крайней мѣрѣ съ одною изъ этихъ трехъ линій не прямой уголъ, а либо большій, либо меньшій. Три прямые угла заключаютъ въ себѣ все окружающее точку бесконечное пространство во всѣхъ возможныхъ направленіяхъ, а потому они могутъ служить для опредѣленія всякой другой точки. Искать чего-нибудь внѣ этого, нѣтъ ни повода, ни возможности. Четвертое измѣреніе является плодомъ чистой фантазіи.

Столь же нелепо предположеніе существа, живущаго только въ двухъ измѣреніяхъ. Такого существа нѣтъ и быть не можетъ, ибо плоскость о двухъ измѣреніяхъ ничто иное какъ отвлеченіе, не имѣющее реального существованія. Всѣ реальныя существа живутъ въ полномъ, совокупномъ пространствѣ, имѣющемъ три измѣренія, а потому должны имѣть представленіе о такомъ же. Къ человѣку это приложимо въ сугубой степени, ибо человѣческій разумъ относится къ матеріальному міру не какъ частное къ общему, а какъ общее къ частному. Каждое понятіе представляетъ въ общей формѣ то самое содержаніе, которое въ матеріальномъ

мірѣ выражается въ частныхъ явленіяхъ. Человѣческой разумъ простирается и за предѣлы матеріальнаго міра. Объ этомъ свидѣтельствуя несомнѣнныя явленія, о которыхъ будетъ рѣчь ниже.

На основаніи всего сказаннаго, мы приходимъ къ заключенію, что умозрительное и опытное пространство совпадаютъ. Они представляютъ одну и ту же сущность, составляющую одно изъ необходимыхъ началъ физическаго міра. Что же такое пространство, какъ оно раскрывается математикою и опытомъ? Какое имѣемъ мы о немъ понятіе?

Мы не назовемъ пространства субстанціею. Хотя это нѣчто единое, лежащее въ основаніи различій, однако различія не имъ производятся и не отъ него истекаютъ. Оказывающіяся въ немъ различія суть различія находящихся въ немъ предметовъ. Отсутствіе того дѣятельнаго начала, которое составляетъ принадлежность субстанціи и служитъ источникомъ ея признаковъ, заставляетъ насъ, въ виду точности терминологіи, обозначить его другимъ терминомъ. Назовемъ его не субстанціею, а *сущностью*, въ смыслѣ предмета, постоянно пребывающаго.

И такъ, пространство есть сущность нематеріальная, но тѣмъ не менѣе совершенно реальная, которой части всѣ лежатъ внѣ другъ друга, непрерывно и слитно, образуя нѣчто единое, безконечное, неизмѣнное, все проникающее, все въ себѣ заключающее, связанное непреложнымъ закономъ и дающее всему законъ. Однимъ словомъ, это—абсолютное въ формѣ чистой экстенсивности, ибо всѣ эти признаки могутъ принадлежать только абсолютной сущности. А такъ какъ, въ силу сказаннаго выше, пространство есть не только умозрительное начало, но и опытное, воспринимаемое нами въ видѣ явленія, какъ необходимая форма всякаго явленія, то мы имѣемъ здѣсь абсолютное, какъ явленіе. Можно сказать, что пространство есть явленіе абсолютнаго въ физическомъ мірѣ. Когда послѣдователи реализма утверждаютъ, что мы познаемъ только относительное, то познаніе пространства можетъ служить опроверженіемъ этого взгляда.

Экстенсивности противоположна интенсивность, составляющая сущность матеріи. Послѣдняя, какъ мы видѣли, есть также единая, себѣ равная сущность; это — субстанція въ истинномъ смыслѣ слова. Но въ реальномъ мірѣ эта субстанція является множественною. Она раздѣляется пространствомъ, образуя единичныя тѣла, которыя наполняютъ пространство, однако не всецѣло: пространство шире матеріи; оно заключаетъ послѣднюю въ себѣ.

Такое раздѣленіе матеріи не можетъ однако быть дѣйствиємъ самого пространства, ибо послѣднее дѣятельнаго начала въ себѣ не содержитъ. Оно не можетъ также быть дѣйствиємъ самой матеріи, какъ она опредѣлена выше, на основаніи опыта. Присущая матеріи сила, притяженіе, производитъ единство; относительно же противодѣйствующаго притяженію начала, движенія, въ которомъ и кроется причина раздѣленія, матерія, какъ мы видѣли, является косною. Она сама себя не двигаетъ, а сохраняетъ только движеніе, полученное извнѣ. Слѣдовательно, кромѣ матеріи и пространства, мы должны признать въ физическомъ мірѣ еще третье начало, источникъ движенія, который обыкновенно называется силою, но который въ новѣйшее время получилъ названіе энергіи. Ниже мы увидимъ, на чемъ основано различіе этихъ двухъ терминовъ.

Движеніе, можно сказать, связываетъ оба предъидущія начала. Оно распредѣляетъ матерію въ пространствѣ, однако не въ постоянномъ порядкѣ, а въ вѣчно измѣняющемся процессѣ. По существу своему, движеніе есть начало измѣнчивое; оно состоитъ въ перемѣнѣ положенія матеріи въ пространствѣ. Самыя формы его могутъ быть разнообразны: оно можетъ быть поступательное, колебательное, вращательное, центростремительное; оно можетъ быть движеніемъ массы или только мельчайшихъ ея частицъ, движеніемъ вѣсмага вещества или ускользящаго отъ вѣсовыхъ предѣленій ээира. И всѣ эти разнообразныя формы способны превращаться одна въ другую, какъ несомнѣнно доказала новѣйшая наука.

Не таково лежащее въ основаніи его начало, сила, или энергія. И въ этомъ отношеніи новѣйшая наука пришла къ совершенно точному и достовѣрному выводу, составляющему величайшее ея приобретеніе. Она установила законъ, который составляетъ краеугольный камень всей современной физики. Этотъ законъ есть *сохраненіе энергіи*. Въ силу этого начала, всѣ разнообразныя, измѣняющіяся движенія суть только видоизмѣненія единой и постоянной сущности, которая, находясь въ вѣчномъ процессѣ, принимая самыя различныя и измѣнчивыя формы, остается однако количественно всегда себѣ равною. Ни единая частичка ея не происходитъ и не исчезаетъ, а только мѣняетъ свой образъ. Поэтому, всякій разъ какъ производится извѣстное движеніе, не премѣнно есть затрата какой нибудь другой формы силы, и наоборотъ, всякій разъ какъ повидимому исчезаетъ движеніе, оно не премѣнно проявляется въ какомъ нибудь другомъ видѣ.

Прямой логическій выводъ изъ этого раскрытаго наукою закона состоитъ въ томъ, что *сила, или энергія есть субстанція*. Собственно говоря, это даже не выводъ, а тоже самое начало, выраженное другими словами, ибо субстанціею мы называемъ единое, лежащее въ основаніи различій и ихъ изъ себя производящее. Сила есть субстанція совершенно въ томъ же смыслѣ и на тѣхъ же основаніяхъ, на какихъ мы матерію называемъ субстанціею.

Однако, это субстанція отличная отъ матеріи. Это ясно изъ того, что движеніе сообщается матеріи и теряется ею. Движеніе есть нѣчто для матеріи внѣшнее, приходящее и уходящее, и то начало, которое сохраняется въ немъ постоянно, не есть количество матеріи, находящейся въ движеніи, ибо оно, напротивъ, можетъ измѣняться, а нѣчто совершенно иное. Самыя свойства этихъ двухъ субстанцій различны. Сила не обладаетъ непроницаемостью, какъ матерія. Напротивъ, это — начало вполне проникаемое и проникающее; двѣ разныя силы сливаются въ одну. Сила проникаетъ матерію, сообщая ей движеніе, и матерія, съ своей стороны, будучи непроницаема для другой матеріи, вполне проникаема для силы. Отсюда возможность сообщенія и потери движенія, явленія вполне понятныя съ точки зрѣнія двухъ проникающихъ другъ друга субстанцій.

Таковы въ высшей степени важные результаты, добытые современною наукою. Они объединяютъ все безконечное разнообразіе движеній, сводя ихъ къ единой, лежащей въ основаніи ихъ, всегда себѣ равной сущности.

Однако есть явленія, которыя повидимому не подходятъ подъ этотъ законъ. Мы встрѣчаемъ въ природѣ силы, дѣйствующія обратно-пропорціонально квадратамъ разстоянія. Таково притяженіе. Оно производитъ движеніе, приближающее притягиваемое тѣло къ притягивающей массѣ; но по мѣрѣ приближенія, сила, производящая ускореніе, не только не уменьшается, а напротивъ, увеличивается. На основаніи выведеннаго закона, если произведено движеніе, то должна быть затрата силы, а тутъ мы видимъ обратное. На счетъ чего же произошло движеніе?

Недоумѣніе увеличивается, если мы сообразимъ, что въ отличіе отъ другихъ естественныхъ силъ, притяженіе не истощается дѣйствіемъ. Когда мы извѣстный запасъ силы, напримѣръ въ видѣ топлива, употребляемъ на произведеніе механическаго движенія, мы тѣмъ самымъ истребляемъ топливо: заключающійся въ немъ запасъ силы перешелъ въ другую форму, и для того чтобы про-

извести новое дѣйствіе, нуженъ новый матеріаль. Притяженіе, напротивъ, неистоцимо. Когда извѣстная масса оказала притягательное дѣйствіе на матеріальную частицу, она вслѣдъ за тѣмъ можетъ оказать тоже самое дѣйствіе на другую, на третью и т. д. до безконечности. Даже въ одно и тоже время производится совершенно одинакое дѣйствіе на одну и на тысячи частицъ. Очевидно, мы имѣемъ тутъ новую форму силы, отличную отъ предъидущей.

Математическій анализъ разрѣшаетъ всѣ эти затрудненія и приводитъ насъ вмѣстѣ съ тѣмъ къ новому понятію о силѣ. Притяженіе представляетъ намъ силу въ двухъ состояніяхъ: въ состояніи напряженія и въ состояніи движенія. Первое выражается въ давленіи, и хотя нѣкоторые физики пытаются также и эту форму свести къ движенію, признавая въ ней замѣну движенія массы движеніемъ частичнымъ, однако эта точка зрѣнія ни коимъ образомъ не можетъ быть допущена. Въ физическомъ мірѣ не существуетъ формы движенія, которая могла бы объяснить производимое притяженіемъ давленіе. Возьмемъ ли мы движеніе поступательное, вращательное или колебательное, всѣ они способны произвести давленіе одинакое во всѣ стороны, но никакъ не исключительно въ одну. Мы знаемъ на опытѣ давленіе газовъ; оно одинаково во всѣ стороны. Постоянное же давленіе въ одну сторону, въ которую движеніе произойти не можетъ, предполагаетъ иную форму силы, которую мы называемъ напряженіемъ. Оно является въ состояніи равновѣсія, когда движеніе, будучи чѣмъ либо задержано, не можетъ произойти, а сила продолжаетъ дѣйствовать въ томъ же направленіи. Какъ же скоро препятствіе устранено, такъ напряженіе само собою переходитъ въ равное ему движеніе. Наоборотъ, какъ скоро является новая задержка, такъ движеніе, въ свою очередь, переходитъ въ напряженіе или давленіе. Однако не все; только часть задержаннаго движенія остается въ видѣ давленія; большая же часть сообщается сосѣднимъ частицамъ въ видѣ иныхъ формъ движенія, частичнаго, тепловаго или даже движенія массъ въ разныя стороны. Причина та, что приобрѣтенное на пути движеніе сложилось изъ всѣхъ безчисленныхъ ускореній, которыя послѣдовательно произведены притяженіемъ на всемъ пройденномъ пространствѣ. Поэтому и величина его, живая сила движущейся частицы, измѣняется не тѣмъ напряженіемъ, которое остается по его прекращеніи, и которое соотвѣтствуетъ данному разстоянію отъ при-

тягивающей массы, а суммою послѣдовательныхъ напряженій на всемъ протяженіи пройденнаго пути. На каждой точкѣ этого пути было свое напряженіе, которое произвело свое ускореніе, и сумма этихъ ускореній составила живую силу частицы въ концѣ пути. Эта сумма получается математически интеграціею всѣхъ этихъ напряженій, или, что тоже самое, интеграціею дѣйствія силы на всемъ протяженіи пройденнаго пути. Это и есть интеграль силы, или точнѣе, интеграль работы, ибо работа есть сила, помноженная на разстояніе, то есть, на протяженіе пути. Въ наукѣ этотъ интеграль получилъ названіе *энергіи*; за терминомъ же силы въ спеціальному смыслѣ осталось значеніе начала ускоренія въ данной точкѣ. Сила, взятая въ этомъ смыслѣ, является такимъ образомъ производною энергіи. Живая сила движущейся подѣ влияніемъ притяженія частицы равняется суммѣ послѣдовательныхъ на ея пути напряженій, или затраченной на этомъ протяженіи энергіи. Это и выражается извѣстнымъ, выведеннымъ Гельмгольцемъ, уравненіемъ:

$$\frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v^2 = - \int \varphi dr.$$

Первый членъ этого уравненія означаетъ разность живой силы въ началѣ и въ концѣ пути. Если масса, или частица находилась первоначально въ состояніи покоя, то второй терминъ равняется нулю. Во второмъ членѣ φ означаетъ дѣйствующую силу, а dr элементъ пути. Стоящій передъ этимъ членомъ отрицательный знакъ показываетъ, что съ увеличеніемъ перваго члена въ равной мѣрѣ убавляется второй, то есть, что для произведенія движенія затрачивается равная ему величина энергіи.

Что же однако тутъ убавляется? Общая величина энергіи, какъ способности къ работѣ, или способности массы производить притяженіе, остается, какъ мы видѣли, таже, ибо другая частица притягивается совершенно съ тою же силою, какъ и первая. Убавляется, слѣдовательно, только энергія въ отношеніи къ данной массѣ, то есть, не способность вообще, которая неистощима, а частное ея проявленіе. Но и въ послѣднемъ отношеніи напряженіе энергіи нисколько не убавляется; съ приближеніемъ къ центру притяженія, давленіе не только не уменьшается, а напротивъ, увеличивается. Сила дѣйствуетъ обратно-пропорціоально квадратамъ разстоянія; слѣдовательно, съ уменьшеніемъ разстоянія, она становится больше. Что же тутъ убавляется? Убавляется *объ-*

емь дѣйствія. На произведеніе живой силы, или движенія, затрачены напряженія по всему пройденному пути. Интенсивность, съ приближеніемъ къ центру, увеличилась, но экстенсивность уменьшилась, и для того чтобы возстановить прежній объемъ, для того чтобы возвратить движущуюся массу на прежнее ея положеніе, необходима затрата новой, посторонней силы.

Оказывается, слѣдовательно, что сила въ общемъ значеніи, или, въ техническомъ смыслѣ, энергія, какъ ея интеграль, имѣетъ двоякое опредѣленіе: объемъ и напряженіе, экстенсивность и интенсивность. Точно также какъ матерія, это—субстанція съ противоположными свойствами. А такъ какъ вообще, въ силу сказаннаго выше, свойства субстанціи опредѣляются ея отношеніями къ другому, то и здѣсь экстенсивность выражаетъ отношеніе силы къ пространству, интенсивность ея отношеніе къ матеріи, ибо интенсивность притяженія опредѣляется величиною массы. Говоря математическимъ языкомъ, сила является въ одномъ случаѣ функциею пространства, въ другомъ функциею матеріи, чѣмъ подтверждается сказанное выше, что она служитъ связью между матеріею и пространствомъ. Здѣсь это двоякое отношеніе выражается наглядно въ самой формулѣ притяженія: $\frac{m}{r^2}$ гдѣ числитель означаетъ интенсивность дѣйствующей силы, а знаменатель объемъ ея дѣйствія. Этою формулою опредѣляется сила притяженія данной массы относительно единицы матеріи, лежащей гдѣ бы то ни было на всемъ пространствѣ вселенной.

Ею дается намъ вмѣстѣ съ тѣмъ и отношеніе экстенсивности къ интенсивности. Обозначивъ силу буквою F , мы получимъ $F r^2 = m$, то есть, сила, помноженная на квадратъ разстоянія, всегда и вездѣ есть постоянная величина, равная массѣ. А такъ какъ разстояніе отъ центра составляетъ радіусъ образуемаго около него шара, а квадратъ радіуса равняется поверхности этого шара, раздѣленной на 2π , то получится $FS = 2\pi m$; то есть, сила, распределенная на концентрическихъ шарообразныхъ поверхностяхъ, во всемъ пространствѣ вселенной одна и таже. Уменьшеніе ея зависитъ единственно отъ распределенія ея на большую поверхность: чѣмъ больше эта опредѣленная квадратомъ разстоянія поверхность, тѣмъ меньше напряженіе силы. слѣдовательно, интенсивность и экстенсивность обратно-пропорціональны.

Изъ этого слѣдуетъ, что объемъ силы есть вся вселенная. Матерія составляетъ только центръ, откуда она расходится во всѣ

стороны въ безконечность. Это именно и выражается математической функцией, составляющею интеграль притяженія. Какъ извѣстно, эта функція носитьъ названіе потенціала. Потенціалъ есть выраженіе совокупной энергіи дѣателя, или заключающагося въ немъ запаса работы. Какъ интеграль притяженія, эта энергія дѣствуетъ въ смыслѣ противоположномъ послѣднему, ибо

$$\int \frac{m}{r^2} = - \frac{m}{r}. \text{ А такъ какъ } r \text{ и тутъ является величиною, из-}$$

мѣняющеюся отъ нуля до безконечности, то выражаемая потенціаломъ энергія есть способность дѣателя удалить каждую единицу массы въ безконечность. Эта способность можетъ быть обращена какъ на другаго, такъ и на самого себя. Но дѣйствіе на другаго есть притяженіе; обратное дѣйствіе тутъ невозможно. Слѣдовательно, интеграль притяженія есть потенціалъ дѣателя на самого себя. Этотъ именно потенціалъ физики называютъ энергіею системы. Онъ состоитъ въ способности удалить каждую свою часть въ безконечность, то есть, расшириться на все пространство вселенной. И эта способность не остается только возможностью; она непременно переходитъ въ дѣйствительность. Дѣйствіе на другаго въ самомъ дѣятедѣ остается возможностью, ибо для перехода въ дѣйствительность требуется внѣшнее условіе, взаимодѣйствіе съ другимъ. Но въ дѣйствіи на себя требуемое условіе всегда на лицо; поэтому здѣсь возможность совпадаетъ съ дѣйствительностью. Если существуетъ признаваемый всѣми физиками потенціалъ на самого себя, то сила расширяется на все пространство вселенной, и это составляетъ необходимое условіе притяженія. Послѣднее есть производная отъ этой функціи; то есть, сила способная распредѣлиться на все пространство вселенной, притягиваетъ каждую вступающую въ область ея дѣйствія единицу пропорціонально своей центральной массѣ и обратно-пропорціонально квадратамъ разстоянія.

Этимъ объясняется дѣйствіе на разстояніи, которое составляетъ камень преткновенія для обыкновенной теоріи притяженія. Дѣйствительно, если притяженіе есть дѣйствіе находящейся въ центрѣ массы, то послѣдняя дѣствуетъ тамъ, гдѣ ея нѣтъ, а это — очевидный абсурдъ. Но если матеріальная масса составляетъ только центръ силы, разлитой по всему пространству вселенной, то послѣдняя дѣствуетъ въ предѣлахъ своего собственнаго объема, и притяженіе составляетъ необходимую функцію собственной ея энергіи, или способности къ работѣ.

Этимъ же объясняется и такъ называемая энергія положенія, которая безъ означеннаго представленія точно также есть абсурдъ, ибо положеніе само по себѣ никакой энергіи проявить не можетъ. Энергія положенія имѣетъ смыслъ только какъ дѣйствіе, опредѣляемое объемомъ силы.

Такимъ образомъ, притяженіе является математически необходимымъ слѣдствіемъ способности силы, или энергіи, къ расширенію. Опытнаго подтвержденія этой связи мы въ притяженіи не можемъ найти, ибо сила притяженія сама по себѣ не подлежитъ опытному изслѣдованію; мы познаемъ ее только въ дѣйствиіи на матерію, то есть, въ притяженіи. Но есть другое явленіе, въ которомъ эта связь представляется наглядно, именно электричество. Здѣсь способность къ расширенію, или потенціалъ на самого себя, непосредственно связана съ притяженіемъ противоположнаго. Въ самомъ астрономическомъ притяженіи, если мы не въ состояніи прослѣдить на опытѣ указанное математикою отношеніе между притяженіемъ и способностью къ расширенію, то мы можемъ усмотрѣть механически-необходимую связь этихъ двухъ началъ. Расширеніе непременно сопровождается взаимнымъ отталкиваніемъ частицъ или элементовъ силы; слѣдовательно, съ распространеніемъ силы изъ центра къ окружности необходимо связано давленіе внутрь. Проистекающее отъ этихъ двухъ противоположныхъ дѣйствій состояніе равновѣсія состоитъ въ томъ, что интенсивность увеличивается по мѣрѣ уменьшенія экстенсивности, то есть, съ приближеніемъ къ центру. Этимъ самымъ устанавливается равномерное распредѣленіе исходящей отъ центра силы по всей вселенной. Слѣдовательно, всякая находящаяся въ области ея дѣйствія интенсивность будетъ совокупнымъ дѣйствіемъ силы выпираться къ тому мѣсту, гдѣ она можетъ находиться въ состояніи равновѣсія. Но матерія имѣетъ бѣльшую интенсивность, нежели какой бы то ни было элементъ силы, какъ видно изъ того, что она занимаетъ въ ней центральное мѣсто. Слѣдовательно, всякая матеріальная частица, дѣйствіемъ всякой силы, будетъ выпираться къ ея центру, то есть, соединяться съ находящеюся уже въ этомъ центрѣ матерію. А такъ какъ дѣйствіе тутъ взаимно, то всякія двѣ матеріальныя частицы въ пространствѣ будутъ сближаться, или притягивать другъ друга.

Какъ видно, и въ этой теоріи притяженіе объясняется нѣкотораго рода толчкомъ, проистекающимъ отъ дѣйствія среды; но это среда не внѣшняя, не чуждая притягивающему тѣлу, а исхо-

дящая отъ него самого и наполняющая всю вселенную, среда все проникающая, а потому не представляющая ви́шняго сопротивленія, а способная дѣйствовать внутри тѣль. И это представленіе не есть гипотеза, придуманная для объясненія явленій: оно вытекаетъ, какъ логически необходимое слѣдствіе, изъ выведенныхъ физикою законовъ, на основаніи совершенно достовѣрнаго математическаго анализа. Если оно до сихъ поръ не утвердилось въ наукѣ, то причина этого пробѣла заключается единственно въ томъ, что подвергнувъ глубокому анализу всѣ принадлежащія къ этой области отношенія, наука не успѣла еще свести ихъ въ общую систему и вывести изъ нихъ всѣ ихъ логическія послѣдствія, а главное, не успѣла еще отдѣлаться отъ нѣкоторыхъ старыхъ понятій, несовмѣстныхъ съ вновь добытыми результатами.

Необходимость такого воззрѣнія ясно обнаруживается въ томъ, что безъ него самый законъ сохраненія энергіи не можетъ существовать. Очевидно, что на одномъ превращеніи движеній мы остановиться не можемъ. Какъ было показано выше, законъ, понятый въ этой формѣ, къ притяженію не приложимъ. Не видать, откуда берется и на счетъ чего происходитъ здѣсь движеніе, если не принять силы, исходящей отъ центра и проявляющейся въ формѣ послѣдовательныхъ напряженій на всемъ разстояніи между дѣйствующими другъ на друга частицами. Такого рода силы получили названіе *центральныхъ*. Въ приложеніи къ нимъ законъ сохраненія энергіи проявляется въ томъ, что одна и таже количественно себѣ равная энергія переходитъ изъ формы напряженія въ форму движенія, и обратно. Эти двѣ противоположныя формы носятъ въ наукѣ названіе *потенціальной* и *кинетической* энергіи. Сумма ихъ всегда остается себѣ равною во всякой системѣ изъ-той отъ посторонняго дѣйствія, какова на примѣръ солнечная. Здѣсь потенциальная энергія притяженія, превращаясь въ кинетическую энергію, производитъ приближеніе планеты къ центру, и затѣмъ пріобрѣтенная планетою кинетическая энергія производитъ снова удаленіе ея отъ центра съ постепеннымъ уменьшеніемъ скорости, то есть, съ обратнымъ превращеніемъ кинетической энергіи въ потенциальную.

Мы видимъ на этомъ примѣрѣ, что хотя здѣсь кинетическая энергія происходитъ отъ потенциальной, однако она получаетъ самостоятельное значеніе и слѣдуетъ своему закону, отличному отъ прежняго. Принявъ новую форму, энергія остается самодѣятельнымъ началомъ, и эта новая форма такова, что она способна

противодѣйствовать предъидущей. Такимъ образомъ, энергія, по самой своей сущности, разбивается на двѣ противоположности, восполняющія и уравнивающія другъ друга.

Въ результатѣ получаются опять четыре начала: пространство, матерія и стоящая между ними энергія въ двухъ противоположныхъ опредѣленіяхъ: какъ потенциальная и какъ кинетическая энергія, или, говоря обыкновеннымъ языкомъ, какъ сила и движеніе. Не трудно видѣть, что эти четыре начала составляютъ двѣ перекрещивающіяся противоположности, какъ разъ совпадающія съ тѣми, корорыя мы нашли въ системѣ химическихъ элементовъ. Въ обоихъ случаяхъ мы имѣемъ не только одинакія начала, но одинъ и тотъ же законъ, опредѣляющій взаимныя ихъ отношенія. Последнее построеніе было найдено совершенно независимо отъ перваго; совпаденіе выводовъ, найденныхъ разными путями, доказываетъ основное ихъ тождество. А потому мы въ правѣ результаты, добытые въ одной сферѣ, перенести на другую. Это тѣмъ болѣе допустимо, что, какъ уже было замѣчено выше, въ строеніи атомовъ, какъ первоначальныхъ единицъ, изъ которыхъ слагается весь матеріальный міръ, должно выражаться основное отношеніе первоначальныхъ силъ природы. Способъ происхожденія матеріальнаго міра намъ неизвѣстенъ; отношенія заключающихся въ немъ коренныхъ силъ не подлежатъ опытному изслѣдованію. Но атомистическая система, какъ въ зеркалѣ, отражаетъ въ себѣ ихъ взаимную связь, а потому можетъ служить намъ руководствомъ въ опредѣленіи этихъ отношеній.

Что же мы можемъ изъ нея вывести относительно міровыхъ силъ и началъ?

Положеніе матеріальныхъ атомовъ въ системѣ химическихъ элементовъ очевидно тождественно съ положеніемъ матеріи въ циклѣ міровыхъ началъ. А такъ какъ первые происходятъ отъ нейтрализаціи противоположныхъ элементовъ, представляющихъ относительное преобладаніе силы и движенія, то прилагая тотъ же законъ ко вторымъ, мы должны заключить, что и матерія ничто иное какъ нейтрализація двухъ противоположныхъ формъ энергіи, потенциальной и кинетической. Взаимодѣйствіе этихъ двухъ противоположныхъ силъ въ пространствѣ порождаетъ рядъ единичныхъ субстанцій, отличающихся другъ отъ друга различною пропорціею, въ какой входятъ въ нихъ составныя начала, и прорастающимъ отсюда различнымъ распредѣленіемъ этихъ началъ въ атомѣ. Совокупность этихъ единичныхъ субстанцій и есть то, что мы на-

зывается матерією. Онѣ образуютъ общую систему, соответствующую системѣ міровыхъ силъ, отъ которыхъ онѣ происходятъ. Эта система дается намъ на опытѣ въ отношеніяхъ химическихъ элементовъ.

Этимъ существомъ матеріи, вытекающимъ изъ ея положенія въ циклѣ міровыхъ силъ, объясняются всѣ ея свойства. Они представляютъ совокупность тѣхъ самыхъ началъ, отъ которыхъ она произошла. Какъ единичная субстанція, матерія составляетъ частный центръ силы, слѣдовательно притяженія. Вслѣдствіе этого, всѣ матеріальныя частицы, на всемъ пространствѣ вселенной, притягиваются другъ друга. Съ другой стороны, она точно также составляетъ частный центръ движенія. Нейтрализація матеріи состоитъ именно въ томъ, что одно начало уравнивается другимъ. Вслѣдствіе этого, всѣ атомы находятся въ состояніи вращенія, которое, въ силу косности, сохраняется неизмѣннымъ. Круговоротомъ окружности опредѣляется вмѣстѣ съ тѣмъ объемъ атома. Исходящая отъ матеріи сила не имѣетъ границъ; она разливается по всей вселенной. Но нейтрализованная часть этой силы, матерія, служащая ей центромъ, имѣетъ границы, опредѣленныя означеннымъ круговоротомъ. Отношеніе центра къ окружности составляетъ пространственное опредѣленіе матеріи: она имѣетъ протяженіе. Наконецъ, какъ нейтрализованная субстанція, она образуетъ темную массу, непроницаемую для другихъ, косную, то есть, лишенную самодѣятельности, однако воспримчивую и способную къ воздѣйствію. Воспримчивость ея вытекаетъ изъ того, что, исключая изъ себя другія единичныя субстанціи, она не исключаетъ той общей субстанціи, отъ которой она произошла, и которая въ ней проявляется, какъ общее въ частномъ. Она способна воспринять какъ притяженіе, такъ и движеніе, именно потому, что то и другое принадлежитъ къ собственной ея природѣ, что и выражается въ воздѣйствіи.

Изъ этого можно видѣть, что въ существѣ своемъ, какъ субстанція, матерія и энергія, или сила въ самомъ общемъ смыслѣ (мы будемъ употреблять эти термины безразлично), тождественны между собою. А такъ какъ матерія происходитъ отъ силы, то отсюда слѣдуетъ, что сила есть единственная истинная субстанція. Сила и субстанція суть два термина, означающіе одно и то же понятіе: это — единое, производящее изъ себя различія. Матерія же есть единичная форма этой субстанціи.

Изъ этого мы можемъ также уразумѣть значеніе единичнаго

начала среди міровыхъ силъ. Единичныя сущности лежатъ въ основаніи всего матеріальнаго міра; однако не онѣ составляютъ тѣ первичныя начала, отъ которыхъ все происходитъ. Единичное есть не первоначальное, а производное, не простое, а сложное. Оно образуется вслѣдствіе взаимодѣйствія и нейтрализаціи двухъ противоположныхъ силъ. Именно такія сложныя единичныя субстанціи представляетъ намъ система химическихъ атомовъ. Однако мы не въ правѣ предполагать, что въ нихъ мы находимъ тѣ первоначальныя атомы, изъ которыхъ строится вселенная. Химическіе атомы остаются недѣлимыми въ предѣлахъ нашего опыта; но мы не имѣемъ основанія считать ихъ абсолютно недѣлимыми, каковыми они должны быть, если они проистекаютъ отъ первоначальной нейтрализаціи абсолютныхъ міровыхъ силъ. Напротивъ, находя, что они составлены изъ болѣе мелкихъ единицъ, мы можемъ предполагать, что они представляютъ уже позднѣйшія сочетанія первичныхъ атомовъ, сочетанія нераздѣльныя при существующихъ условіяхъ земной жизни, но могущія, можетъ быть, раздѣлиться при иныхъ условіяхъ, напримѣръ при гораздо болѣе высокой температурѣ. Но какова бы ни была возможность дальнѣйшаго дѣленія, мы можемъ быть увѣрены, что простѣйшіе атомы слагаются по тому же самому типу, какъ и извѣстныя намъ сложнѣйшіе. Единичная субстанція всегда будетъ содержать въ себѣ тѣ самыя противоположныя начала, отъ взаимодѣйствія и нейтрализаціи которыхъ она произошла, а потому всегда будетъ сложнымъ тѣломъ, отражающимъ въ единичной формѣ сложныя отношенія міровыхъ силъ. Исканіе простыхъ атомовъ есть невѣрная мысль, способная вести лишь къ ложнымъ послѣдствіямъ.

Тождество закона, управляющаго цикломъ міровыхъ началъ и системою химическихъ элементовъ, ведетъ насъ и къ дальнѣйшему заключенію, что матерія въ этомъ циклѣ позднѣйшаго происхожденія. Производящей ее нейтрализаціи долженъ предшествовать круговоротъ міровыхъ силъ, центральной и периферической, съ лежащимъ между ними пространствомъ. Этотъ выводъ, къ которому приводитъ насъ аналогія съ позднѣйшимъ происхожденіемъ нейтральныхъ элементовъ въ химическомъ циклѣ, вытекаетъ и изъ самаго существа разбираемыхъ отношеній. Если единичное начало является сочетаніемъ двухъ противоположныхъ формъ энергіи, то ему несомнѣнно должно предшествовать раздѣленіе самой энергіи на двѣ противоположныя формы. Это раздѣленіе лежитъ въ самомъ понятіи о субстанціи. Какъ единое, производящее изъ себя

различія, субстанція противопологаетъ себя, какъ различное, себѣ самой, какъ единой. Происходятъ, слѣдовательно, двѣ противоположныя формы субстанціи, съ преобладаніемъ того или другаго начала. И это раздѣленіе должно совершаться въ пространствѣ, ибо физическая субстанція, или сила, есть источникъ внѣшняго, пространственнаго движенія. Производя движеніе, сила тѣмъ самымъ полагаетъ пространство и устанавливаетъ опредѣляемое пространствомъ различіе между единствомъ, откуда исходитъ движеніе, то есть центромъ, и различіемъ, куда оно обращено, то есть окружностью. Въ первомъ она является въ видѣ потенціальной, во второй въ видѣ кинетической энергіи.

Тотъ же процессъ можно представить и въ чисто механической формѣ. Энергія всякой системы, по опредѣленію физиковъ, есть потенціалъ дѣятеля на самого себя. Предшествующая образованію отдѣльныхъ центровъ энергія есть совокупная энергія вселенной, которая является такимъ образомъ въ видѣ абсолютнаго потенціала, тождественнаго съ абсолютною интенсивностью. Дѣйствіе всякаго потенціала состоитъ въ расширеніи энергіи на безконечность. Этимъ самымъ полагается безконечное пространство. Интенсивность, въ силу присущаго ему начала движенія, переходитъ въ экстенсивность, убавляясь по мѣрѣ удаленія отъ центра. Каждый элементъ силы находится въ равновѣсіи на томъ разстояніи отъ центра, которое опредѣляется его интенсивностью. Но такъ какъ сообщенное ему движеніе не можетъ исчезнуть, то онъ будетъ двигаться по поверхности одинакаго уровня, то есть произойдетъ круговоротъ. Въ безконечности же потенціальная энергія, если предположить центральную силу конечною вслѣдствіе расширенія ея на всю вселенную, равняется нулю, а съ тѣмъ вмѣстѣ равняется нулю и производная потенціала, притяженіе. Но сообщенное движеніе опять же не можетъ исчезнуть; оно остается самостоятельнымъ явленіемъ силы, оторваннымъ отъ своего корня. Слѣдовательно, на лежащей въ безконечности окружности абсолютная энергія вселенной получаетъ форму чисто кинетической энергіи. Тотъ же результатъ получается и въ томъ случаѣ, если мы предположимъ центральную силу безконечною. На безконечномъ разстояніи потенціалъ ея будетъ равняться постоянной величинѣ, а производная все-таки будетъ равна нулю, ибо $-\frac{m}{r} = \frac{\infty}{\infty} = 1$, а $\frac{m}{r^2} = \frac{1}{\infty} = 0$. И тутъ сообщенное движеніе не можетъ исчезнуть, слѣдовательно останется кинетическая энергія

безъ притяженія. Во всякомъ случаѣ, абсолютный потенціалъ разбивается на двѣ противоположныя формы: на потенціальную и кинетическую энергію, одну исходящую отъ центра, другую дѣйствующую на окружности. Въ промежуточной же средѣ взаимодѣйствіе этихъ двухъ противоположныхъ силъ ведетъ къ взаимной ихъ нейтрализаціи, то есть, къ слиянію ихъ въ рядъ единичныхъ субстанцій, въ которыхъ въ различныхъ пропорціяхъ соединяются оба начала.

Такимъ образомъ, между двумя противоположными силами устанавливается двоякое отношеніе: пространствомъ онѣ раздѣляются, въ матеріи онѣ соединяются, но соединяются въ единичной, раздѣленной пространствомъ формѣ, при чемъ каждая единица представляетъ тоже строеніе, какъ и цѣлое, и заключаетъ въ себѣ тѣ же элементы, но въ различныхъ количественныхъ пропорціяхъ, совокупность же ихъ изображаетъ общій процессъ міровыхъ началъ. Это и есть то, что мы нашли въ системѣ химическихъ элементовъ. Сперва образуются формальные атомы, въ которыхъ преобладаетъ пространственное опредѣленіе, объемъ; затѣмъ является противоположность центральныхъ и периферическихъ элементовъ; наконецъ, между тѣми и другими вставляются происходящія отъ нейтрализаціи противоположностей нейтральные, или матеріальные элементы.

И такъ, съ какой стороны мы ни возьмемъ вопросъ, съ теоретической или съ фактической, мы приходимъ къ одному и тому же представленію основнаго процесса міровыхъ силъ. А если таковъ необходимый выводъ, къ которому приводятъ насъ и теорія и опытъ, то мы должны вмѣстѣ съ тѣмъ признать, что вселенная имѣетъ одинъ общій центръ и одну окружность. Безконечно великое мірозданіе и безконечно малый атомъ строятся по одному закону, слѣдовательно по одному типу. Атомъ есть микрокосмъ, вселенная въ маломъ видѣ. Мы приходимъ здѣсь инымъ способомъ къ тому самому положенію, которое было высказано выше, въ концѣ пятой главы. Но тамъ мы шли чисто индуктивнымъ путемъ: мы сдѣлали заключеніе о существованіи въ физическомъ мірѣ общаго центра и общей окружности изъ явленія срединнаго пояса, представляющагося нашимъ взорамъ въ видѣ млечнаго пути. Аналогія съ другими подобными явленіями заставила насъ видѣть въ этомъ поясѣ указаніе на общій центръ и общую окружность. Здѣсь мы къ тому же результату приходимъ съ совершенно противоположнаго конца, анализируя раскрываемыя физикою свойства

и отношенія основныхъ силъ природы и сравнивая полученные этимъ путемъ выводы съ закономъ, господствующимъ въ системѣ химическихъ элементовъ. Послѣдній выводъ шире перваго: когда мы изъ явленія видимаго пояса заключаемъ о существованіи общаго центра и общей окружности, то этимъ не исключается возможность еще другихъ, безконечныхъ міровъ за предѣлами этого видимаго міра; когда же мы изъ основныхъ свойствъ матеріи и энергіи выводимъ тоже самое заключеніе, то этимъ исключается уже возможность чего-либо другаго. Опытъ даетъ намъ чисто фактическое отношеніе; теорія раскрываетъ необходимость этого отношенія. Когда различные пути, исходящіе отъ противоположныхъ концовъ, сходятся въ одной точкѣ, результатъ можетъ считаться прочно установленнымъ.

Такимъ образомъ мы получаемъ циклъ основныхъ началъ физическаго міра, соотвѣтствующій раскрывающемуся въ системѣ химическихъ элементовъ атомистическому циклу. Оба строятся по одному типу, управляются однимъ закономъ; оба представляютъ полный и цѣльный круговоротъ, опредѣляемый воиолнѣ раціональными отношеніями входящихъ въ составъ его элементовъ. Дальше, повидимому, нечего искать. Однако этимъ не исчерпываются явленія. Въ самыхъ предѣлахъ физическаго міра мы встрѣчаемъ явленія, которыя не подходятъ подъ опредѣленные выше начала, и которыя, по этому самому, заставляютъ насъ сдѣлать еще дальнѣйшій шагъ: Эти явленія суть органическая жизнь и мыслящее существо.

Органическій міръ, строеніе принадлежащихъ къ нему особей и его процессы управляются однимъ общимъ и кореннымъ началомъ, — цѣлесообразностью. Единичное живое существо имѣетъ органы, то есть орудія для достиженія своей цѣли, поддержанія жизни, и той же цѣли служатъ всѣ тѣ процессы, въ которые оно вступаетъ съ внѣшнимъ міромъ. Ничего подобнаго не заключаютъ въ себѣ опредѣленные выше силы и субстанціи, изъ которыхъ слагается матеріальная вселенная. Напрасно думаютъ цѣлесообразность выставить не какъ руководящее начало, а какъ результатъ дѣйствія физическихъ силъ: будь полезное руководящимъ началомъ или результатомъ процесса, оно все-таки есть полезное, то есть, нѣчто такое, что въ физическихъ силахъ не заключается. Ни астрономія, ни физика, ни химія не знаютъ ничего полезнаго, иначе какъ въ приложеніи къ человѣку. Начало пользы является въ мірѣ только съ происхожденіемъ органическаго суще-

ства, и здѣсь оно становится до такой степени господствующимъ, что имъ опредѣляется вся его жизнь. Цѣлесообразность въ органическомъ мірѣ является такимъ неотразимымъ фактомъ, что самые рьяные противники этого начала, которые во что бы ни стало хотятъ замѣнить конечныя причины производящими, не умѣютъ ничего поставить на его мѣсто, кромѣ его самого. Такъ, крайніе дарвинисты, въ родѣ Геккеля, отвергая всякую цѣлесообразность, стараются объяснить все развитіе органическаго міра приспособленіемъ и наслѣдственностью. Между тѣмъ, принятія ими начала суть чистое выраженіе цѣлесообразности. Приспособленіе, по самому понятію, есть приложеніе средства къ цѣли. Наслѣдственность же, по теоріи дарвинистовъ, есть передача слѣдующимъ поколѣніямъ полезныхъ признаковъ, приобретенныхъ предъидущими. Если уже накопленіе полезныхъ признаковъ составляетъ рядъ цѣлесообразныхъ дѣйствій въ процессѣ съ внѣшними силами, то передача этихъ признаковъ новому существу является уже чисто дѣйствіемъ внутреннихъ силъ, производящихъ цѣлесообразное строеніе помимо всякаго посторонняго вліянія.

Значеніе цѣлесообразности въ органическомъ мірѣ выражается съ полною очевидностью въ томъ результатѣ, къ которому приводитъ органическое развитіе. Этотъ результатъ есть, на низшей ступени, ощущающее, а на высшей мыслящее существо. Это явленіе совершенно уже выходитъ изъ области физическихъ силъ. Мысль и движеніе — два дѣйствія, не имѣющія между собою ничего общаго, другъ съ другомъ несоизмѣримыя. А между тѣмъ, именно въ мыслящемъ существѣ раскрывается съ полною ясностью то, что въ организмѣ является въ смутной, безсознательной формѣ. Отношеніе цѣли и средствъ составляетъ существенную и необходимую принадлежность мыслящаго существа: оно ставитъ себѣ цѣли и подыскиваетъ къ нимъ средства. Связью между тѣмъ и другимъ служитъ сознаніе закона. Человѣкъ познаетъ законы природы и черезъ это дѣлаетъ ее средствомъ для достиженія своихъ цѣлей.

Такимъ образомъ, въ области цѣлесообразныхъ явленій физическая природа, со всѣми присущими ей началами, становится въ служебное положеніе. Она даетъ матеріалъ цѣлесообразно дѣйствующей силѣ, которая проявляется въ органическомъ строеніи и въ органической жизни; на вершинѣ этой жизни, она покоряется разумному существу. Вникая въ свойства лежащихъ въ основаніи ея началъ, не трудно убѣдиться, что таково именно должно быть

истинное ея значеніе. Весь физическій міръ строится изъ матеріальныхъ атомовъ. Въ нихъ и черезъ нихъ дѣйствуютъ и всѣ присущія ему силы: притяженіе пропорціонально массѣ; движеніе есть движеніе массы. Но мы видѣли, что слагающаяся изъ атомовъ матерія есть нейтральный элементъ, характеризующійся косностью и восприимчивостью. Слѣдовательно, по существу своему, матеріальный міръ является поприщемъ для дѣйствія высшихъ силъ и становится въ служебное къ нимъ отношеніе. Съ другой стороны, мы видѣли также, что нейтральный элементъ всегда отражаетъ въ себѣ строеніе цѣлаго и управляется тѣмъ же закономъ, который дѣйствуетъ въ цѣломъ. Изслѣдуя физическій міръ, мы вывели управляющій имъ законъ; мы прослѣдили этотъ законъ шагъ за шагомъ, въ отдѣльномъ атомѣ, въ системѣ атомовъ, въ ихъ соединеніяхъ, въ свойствахъ матеріи, въ коренномъ отношеніи лежащихъ въ основаніи физическаго міра началъ. Вездѣ мы нашли одинъ и тотъ же основной круговоротъ, опредѣляющій отношеніе всѣхъ входящихъ въ составъ его элементовъ. Теперь мы должны сдѣлать еще одинъ послѣдній шагъ. Явленія выводятъ насъ изъ предѣловъ чисто физическихъ началъ и заставляютъ еще болѣе расширить дѣйствіе управляющаго ими закона. Мы должны понять его, не только какъ высшій законъ физической природы, но и какъ верховный законъ бытія. Это будетъ послѣднею нашею задачею.
