

APPENDIX 2: Transliteration of the Original Article Omitting the Russian Characters Eliminated in 1918, Side-by-Side with the English Translation.

D. I. Mendeleev, "Ob atomnom ob'eme prostykh tel (On the Atomic Volume of Simple Bodies)," in *Trudy Vtorogo S'ezda Russkikh Estestvoispytatelei v Moskve 20-30 Avgusta 1869 (Proceedings of the Second Congress of Russian Scientists in Moscow 20-30 August 1869)*, **1870**, Chemistry section, pp. 62-71.

ОБ АТОМНОМ ОБЪЕМЕ ПРОСТЫХ ТЕЛ	ON THE ATOMIC VOLUME OF SIMPLE BODIES
Д. Менделеева.	D. Mendeleev.
<p>В статье, помещенной в журнале Русского Химического Общества (том 1-й, стр. 60), я старался показать периодическую зависимость между свойствами элементов и величиною их атомного веса. В предлагаемой статье я намерен дополнить сказанное.</p>	<p>In an article published in the <i>Journal of the Russian Chemical Society</i> (Volume 1, page 60), I tried to show the periodic relationship between the properties of the elements and the magnitude of their atomic weight. In the present article I intend to supplement what has been previously said.</p>
<p>Все группы сходных элементов могут быть разделены на 2 главные разряда: в одних из групп сходные элементы представляют значительное различие в величине атомного веса; сюда принадлежит большинство простых тел и они могут быть распределены по величине атомного веса в группы совершенно симметрические, ясно показывающие периодическую зависимость свойств от величины атомного веса, как это видно из прилагаемого примера.</p>	<p>All groups of similar elements can be divided into two main categories: in one of the categories, similar elements exhibit a significant difference in atomic weight; most simple bodies belong here and they can be distributed in terms of the atomic weight into completely symmetrical groups, clearly showing the periodic dependence of the properties on the atomic weight, as can be seen from the attached example.</p>

Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19
Na= 23	Mg= 24	Al = 27.4	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5
K = 39	Ca = 40	—	—	—	—	—
Cu= 63.4	Zn= 65.2	—	—	As = 75	Se = 79.4	Br = 80
Rb= 85.4	Sr = 87.6	—	—	—	—	—
Ag=108	Cd = 112	—	Sn = 118	Sb = 122	Te = 128?	J = 127
Cs= 133	Ba = 137	—	—	—	—	—

Эти группы можно было бы считать подобными гомологическим, если бы не входили в них такие члены, которые разрывают последовательность в изменении свойств. Так в первой группе со щелочными металлами сопоставляются медь и серебро между калием, рубидием и цезием. Что такое сопоставление имеет за себя множество химических данных, в этом сомневаться невозможно. Так известно, что серебро в своей окиси представляет много сходств с натрием: азотносеребряную соль нельзя отделить кристаллизацией от азотнонатровой. Изоморфизм проявляется также и между соединениями закиси меди и окиси серебра; полухлористая медь, как хлористое серебро и хлористый натрий, кристаллизуется кубами. Совершенно в такой зависимости, какую мы замечаем между медью и серебром с одной и щелочными металлами с другой стороны, в такой же зависимости стоят цинк и кадмий в ряду металлов щелочных земель; их приходится также поместить между кальцием, стронцием и барием, хотя они и представляют преимущественное сходство с магнием, как медь и серебро с натрием. Если бы выделить эти две группы элементов из первых двух рядов, то пришлось бы значительно усложнить классификацию, не достигая притом особой простоты. Приведенное выше сопоставление, при указанной его особенности, представляет однако уже значительное число выгод. Оно состоит преимущественно в следующем: 1) основываясь на величине атомного веса, такая система выражает наглядно химическое сходство, определяет степени соединения с кислородом ¹); 2) она соответствует разделению элементов на металлы и металлоиды, потому что на одной стороне группируются преимущественно первые роды простых тел, а на другой стороне—другой род; 3) она отвечает и

These groups could be considered as homologous if there were no terms in them that break the sequence in changing properties. So, in the first group with alkali metals, copper and silver are placed between potassium, rubidium, and cesium. It is not possible to doubt that this placement accounts for much chemical data. Thus, it is known that silver in its oxidized state has many similarities with sodium: silver nitrate cannot be separated by crystallization from sodium nitrate. Isomorphism is also manifested between the compounds cuprous oxide and silver oxide; cuprous chloride, like silver chloride and sodium chloride, crystallizes in cubes. We note that the relationship between zinc and cadmium and the alkaline earth metals is exactly the same as that between copper and silver on the one hand and the alkali metals on the other. They [zinc and cadmium] also have to be placed between calcium, strontium, and barium, although they have a better resemblance to magnesium, like copper and silver do with sodium. If we could distinguish these two groups of elements from [those in] the first two rows, then we would have to significantly complicate the classification, without, at the same time, achieving any particular simplicity. With its specific features, however, the above comparison already furnishes a considerable number of benefits. They consist mainly of the following: 1) based on the magnitude of the atomic weight, such a system clearly expresses the chemical similarity and determines the degree of combining with oxygen ¹); 2) it corresponds to the separation of elements into metals and metalloids, because on the one side the first classes of simple bodies [metals] are mainly grouped, with the other class [metalloids] on the other side; 3) it corresponds to the atomicity of the elements in the form in which it is usually recognized; indeed, the elements of the first column are monatomic, the second, third, and fourth represent di-, tri-, and tetraatomic elements;

¹ Об этом предмете сделано мною после съезда особое сообщение в Жур. Рус. Х. Общества. 1870г. №1.

After the Congress, I made a special report on this subject in *J. Russ. Chem Soc.* 1870. №1.

<p>атомности элементов в том виде, в каком ее обыкновенно признают; действительно, элементы первого столбца одноатомны, второго, третьего и четвертого представляют двух, трех и четырех-атомные элементы; элементы пятого столбца трех-атомны, шестого—двуатомны, и седьмого одноатомны;—4) при этом такая система сближает сходные элементы различных групп, такие напр. как бор, углерод, кремний и алюминий; 5) она до некоторой степени уясняет гомологичность, давно замеченную в величине атомных весов для тел одной определенной группы; 6) элементы наиболее различные по химическому характеру оказываются и наиболее удаленными по этой системе.</p>	<p>the elements of the fifth column are triatomic, sixth diatomic, and the seventh monatomic; 4) at the same time this system brings together similar elements of different groups, such as, for example, boron, carbon, silicon and aluminum; 5) to some extent, it clarifies the homology that has long been noted in the magnitude of atomic weights for the bodies of one particular group; 6) the elements most diverse in chemical character are also the most remote in this system.</p>
--	---

<p>Другой разряд групп сходных элементов составляют такие, которые имеют близкие атомные веса. Между ними наиболее известны четыре группы: 1) металлы церитовые: церий, лантан и дидимий, пай 92—95; 2) металлы железной группы: хром, марганец, железо, кобальт и никкель, имеющие атомный вес от 51 до 59; 3) металлы, сходные с палладием, атомный вес которых 104—106, и 4) металлы платиновой группы, куда по справедливости должно отнести, кроме платины, иридия и осмия, также и золото, сходное с ними не только по атомному весу (197—199), но и по большинству основных свойств. Эти группы металлов имеют в выше приведенной системе совершенно определенное положение по величине их атомного веса и отчасти по химическому характеру образованных ими соединений. Группа железа составляет переход от недостающих членов последних столбцов к меди. Хром весьма удобно можно поставить в ряд кислорода, между серою и селеном, подобно тому как медь становится между калием и рубидием. Действительно, хром в виде хромовой кислоты представляет,</p>	<p>Another category of groups of similar elements is composed of those that have close atomic weights. Between them, four groups are best known: 1) the cerium metals: cerium, lanthanum and didymium, mass 92-95; 2) metals of the iron group: chromium, manganese, iron, cobalt and nickel, having an atomic weight from 51 to 59; 3) metals similar to palladium, the atomic weight of which is 104-106, and 4) metals of the platinum group, to which—apart from platinum, iridium and osmium—it is fair to include gold, which is similar to them not only in terms of atomic weight (197-199), but also in most basic properties. These groups of metals have in the above-mentioned system a completely definite position based on their atomic weight and partly on the chemical nature of the compounds formed by them. The iron group is the transition from the missing members of the last columns to copper. Chromium can be conveniently placed in line with oxygen, between sulfur and selenium, just as copper is between potassium and rubidium. In fact, chromium in the form of chromic acid presents a remarkable resemblance to sulfuric acid, as is well known to everyone, which is particularly pronounced in</p>
--	---

известное всем, замечательное сходство с серною кислоту, особенно резко проявляющееся в том значительном подобии, какое имеют SO^2Cl^2 и CrO^2Cl^2 . Ближайший к хрому аналог железной группы есть марганец. Его атомный вес больше, чем хрома, и его можно поместить в ряду галоидов. Марганец представляет с ними такое же сходство в высшей степени своего окисления, как хром с серою. Действительно, марганцовокалиевая соль KMnO^4 , как известно, изоморфна и чрезвычайно сходственна, даже по удельному весу, с хлорнокалиевою солью KClO^4 . За марганцем следуют железо, кобальт и никкель, представляющие, и по величине атомного веса, и по химическому характеру, а также и по способности образовать различныя степени окисления, явственный переход к меди. К группе железа примыкают со стороны хрома два других элемента ванадий и титан, разительное подобие которых с соединениями фосфора и кремния не подлежит ни малейшему сомнению.

the significant similarity that SO_2Cl_2 and CrO_2Cl_2 have. The closest analog to chromium in the iron group is manganese. Its atomic weight is greater than chromium, and it can be placed in the series of halogens. Manganese presents with them [the halogens] the same similarity in its highest degree of oxidation as chromium does with sulfur. Indeed, the manganate potassium salt KMnO_4 is known to be isomorphic and extremely similar, even in specific weight, to the chlorate potassium salt KClO_4 . Manganese is followed by iron, cobalt, and nickel, representing, in both atomic weight and chemical properties, as well as the ability to form different degrees of oxidation, a clear transition to copper. The iron group is adjoined on the chromium side by two other elements, vanadium and titanium, the striking similarity of whose compounds with those of phosphorus and silicon is not subject to the slightest doubt.

Ряд циркония (90), ниобия (96) и молибдена (94) совершенно точно отвечает ряду титана, ванадия и хрома и должен быть поставлен в соответственных местах ниже названных металлов; а в ряде рутения и палладия едвали можно отрицать аналогию с железом, кобальтом и никкелем. По величине атомного веса эти элементы составляют переход к серебру, как элементы железной группы— к меди. В том же самом положении ниже этих металлов должно будет поместить платину, осмий, иридий и золото. В этих группах подобие выражается не только в сходстве степеней окисления (RO , R^2O^3 , RO^2), но также и в таких признаках, как способность давать аммиачныя соединения, характеризующияся общеизвестными признаками, принадлежащими в одинаковой мере и аммиачнокобальтовым,

The zirconium (90), niobium (96) and molybdenum (94) series exactly corresponds to that of titanium, vanadium and chromium and must be located in appropriate places below the named metals; and for rhodium, ruthenium and palladium one can hardly deny the analogy with iron, cobalt and nickel. By the magnitude of their atomic weights, these elements constitute a transition to silver, as elements of the iron group do to copper. Platinum, osmium, iridium and gold must be placed in the same position below these metals. The similarity is expressed not only in the similarity of their degrees of oxidation (RO , R_2O_3 , RO_2), but also in such traits as the ability to produce ammonium compounds, characterized by well-known traits belonging in the same measure to ammonia-cobalt, ammonia-ruthenium, and ammonia-platinum compounds.

и аммиачнорутениевым, и аммиачноплатиновым соединениям.	
---	--

<p>Весьма важно обратить при этом внимание на то положение, которое приобретают указанные здесь группы сходных элементов; оно совершенно определенное в ряду групп первого разряда. Несомненно поэтому, что в принципе распределения элементов по величине их атомного веса должно видеть истинное руководительное начало при изучении основного характера, принадлежащего элементам. В издаваемом мною сочинении, под названием «Основы Химии,» я прилагаю описываемую систему к элементарному изложению химии и там привожу доказательства сходства в группах, определенных выше названным способом, а потому здесь больше и не распространяюсь об этом предмете. Теперь же обращаю внимание на то, что сопоставление элементов по упомянутым здесь принципам находит некоторое подтверждение и в сличении физических свойств простых тел, взятых в отдельности, а тем более в их соответственных соединениях. В предлагаемой статье я остановлюсь исключительно только на сличении удельных весов и удельных объемов, тем более, что сличение других физических свойств в настоящее время, по недостатку сведений, почти невозможно. В доказательство же естественности системы, предлагаемой мною в отношении к другим свойствам, можно привести из замечательных исследований Видемана (<i>Pogg. Ann.</i> 1865 и 1869), что элементы группы церия и группы железа оказываются магнитными в своих соединениях, и атомный магнетизм их представляет сходство в изменении при переходе от одного аналога к другому. Было бы наиболее интересным исследовать теперь в этом отношении элементы платиновой группы и их соединения наиболее сходных по химическим</p>	<p>It is very important to pay attention to the location that the groups of similar elements mentioned here acquire; It is absolutely determined in a number of groups of the first category. Therefore, there is no doubt that in principle the distribution of elements in terms of their atomic weights embodies the true guiding principle when studying the basic natures of the elements. In my treatise, entitled <i>Fundamentals of Chemistry</i>, I attach the described system to an elementary exposition of chemistry and present evidence of the similarities in the groups defined by the above-mentioned method, and therefore I do not cover this subject here. Now I will draw attention to the fact that the comparison of elements according to the principles mentioned here finds some confirmation in the comparison of the physical properties of simple bodies taken separately, and even more so in their respective chemical compounds. In this article I will focus exclusively on the comparison of specific weights and specific volumes, especially since the comparison of other physical properties at present, due to lack of information, is almost impossible. As proof of the naturalness of the system proposed by me in relation to other properties, one can cite from the remarkable investigations of Wiedemann (<i>Pogg. Ann.</i> 1865 and 1869) that the elements of the group of cerium and the group of iron are magnetic in their compounds, and their atomic magnetism changes smoothly when going from one analogue to another. It would be most interesting to now investigate, in this respect, the elements of the platinum group and their compounds most similar in chemical characteristics to ceric and iron compounds.</p>
---	--

особенностям с церитовыми и железными соединениями.	
---	--

Привожу за сим таблицу элементов, в которую вставлены и тела обладающая близкими атомными весами из ряда железа и платины.	As before, here is a table of elements, in which are inserted the bodies possessing similar atomic weights from the series of iron and platinum.
--	--

Li.	Be.	B.	C.	N.	O.	F.				
	Mg.	Al.	Si.	P.	S.	Cl.				
K.	Ca.	—	Ti.	V.	Cr.	Mn.	Fe.	Co.	Ni. *	
* Cu.	Zn.	—	—	As.	Se.	Br.				
Rb.	Sr.	—	Zr.	Nb.	Mo.	—	Rh.	Ru.	Pl. *	
* Ag.	Cd.	—	Sn.	Sb.	Te.	I.				
Cs.	Ba.	—	—	—	Ta.	W.	—	Pt.	Ir.	Os

<p>Чтобы ясно выставить ту зависимость, какая существует между атомными весами и удельными объемами различных групп элементов, сличим их сперва по вертикальным, а потом по горизонтальным рядам таблицы. Давно известно, что такие гомологические элементы, как калий, рубидий, цезии, или кальций, стронций, барий, или фосфор, мышьяк, сурьма и т. под., представляют постепенность в изменениях удельных объемов с изменением атомного веса. Это выставлено в первый раз, если не ошибаемся, Дюма и Ройе; они утверждают, и это оправдывается во множестве случаев, что сходственные элементы и соединения представляют или близкие между собою удельные объемы или объемы, постоянно увеличивающиеся с увеличением атомного веса, что и позволяет уподобить последний разряд сходных тел с гомологами, для которых существует именно последний вид соотношений. Вот несколько примеров этого: литий имеет удельный вес 0,594, след. его</p>	<p>In order to clearly establish the dependence that exists between atomic weights and the specific volumes of various groups of elements, we shall first compare them in vertical and then in horizontal rows of the table. It has long been known that such homologous elements as potassium, rubidium, cesium,—or calcium, strontium, barium,—or phosphorus, arsenic, antimony, etc.,—display a gradual change in specific volumes with a change in atomic weight. This was exhibited for the first time, if we are not mistaken, [by] Dumas and Le Royer; they argued, justifiably in many cases, that similar elements and compounds display either closely related specific volumes or volumes that constantly increase with increasing atomic weight, which allows one to compare the last category of similar bodies with homologs for which the last kind of relation exists. Here are some examples of this: lithium has a specific weight of 0.594, and hence its volume = 11.2; potassium has an atomic volume equal to 44.8; rubidium 56.1; beryllium, corresponding to lithium in the series</p>
--	--

объем = 11,2; калий имеет объем атома, равный 44,8; рубидий —50,1; глиций, соответствующий в ряду щелочноземельных металлов литию, имеет удельный вес 2,1, а потому его объем = 4,5; он меньше, чем объем лития, также как и объем кальция и стронция меньше атомных объемов калия и рубидия. Действительно, удельный вес кальция = 1.58, а его объем = 25.5; объем стронция = 35,5, а бария около 30.

of alkaline earth metals, has a specific weight of 2.1, and therefore its volume is 4.5; it is less than the volume of lithium, just like the volumes of calcium and strontium are less than the atomic volumes of potassium and rubidium. In fact, the specific weight of calcium = 1.58, and its volume = 25.5; the volume of strontium = 35.5, and barium about 30.

Мы здесь замечаем уже не столь быстрое изменение в возрастании атомного объема, какое существует в ряду щелочных металлов. Но как для первых, так и для вторых с возрастанием атомного веса возрастает и атомный объем, а также увеличивается и энергия элемента. Это последнее объясняется тем значительным различием в расстояниях атомов, которое существует здесь при возрастании атомных весов. Атомы бария хотя и более тяжелы, чем атомы кальция, но зато и удалены более значительно, чем последние. Влияние расстояния на ход реакций, если не ошибаюсь, указано сперва Авогадро. Оно проявляется в образовании соответственных соединений двух названных элементов. Так водная окись бария (удельный вес 4.5, а объем = 30) имеет меньший объем, чем сам металлический барий, т. е. два водяных остатка, присоединяясь к барию, не только не раздвинули его атомов, но даже заставили их сблизиться. Значит нашлось между атомами бария достаточно места для помещения этих элементов. Атомы кальция представляют уже значительно меньший объем и его водная окись занимает уже больший объем (34, потому что удельный вес = 2,2), чем самый металл, потому то кальции и менее энергичен, чем барий. Водяные остатки его гидрата не сблизили атомов металла, а раздвинули их. Но в окиси, как и во фтористом кальции, произошло еще сближение, как происходит оно и при

Here we notice that the increase in atomic volume is not so rapid as in the series of alkali metals. But as the atomic weight increases for both the first and the second [groups], the atomic volume and the energy [i.e., reactivity] of the element also increase. This latter [reactivity] is explained by the significant changes in their atomic distances as their atomic weights increase. Barium atoms, although they are heavier than calcium atoms, are, however, more distant [from other atoms] than the latter. The influence of the distances on the course of reactions, if I am not mistaken, was first pointed out by Avogadro. It manifests itself in the formation of the corresponding compounds of the two named elements. Thus, aqueous barium oxide (specific weight 4.5, and volume = 30) has a smaller volume than metallic barium itself, i.e., the two water residues, in joining the barium, not only did not move its atoms apart, but made them even closer. Hence, there was enough space between the barium atoms to place these elements. Calcium atoms have a much smaller volume and its aqueous oxide occupies a larger volume (34, because the specific weight is 2.2) than the metal itself, because calcium is less energetic than barium. The water components of its hydrate did not bring the metal atoms together, but pushed them apart. But in [potassium] oxide, as in calcium fluoride, there was still a contraction, as occurs with the formation of most potassium compounds. So potassium hydrate takes up a volume of 35, and metallic potassium, which is in it, has a volume

образовании большинства соединений калия. Так гидрат калия занимает объем 35, а металлический калий, в нем находящийся, объем около 45. За литием и бериллием следует в нашей системе бор, но его истинных аналогов мы не знаем. Объем лития близок к 12, бериллия к 5; бор в отдельности имеет объем около 4, потому что его удельный вес = 2,68. Углерод, следующий за бором в ряду упомянутых элементов, имеет удельный вес весьма различный, смотря по изменению, и только в состоянии алмаза, которого удельный вес = 3,54, объем углерода меньше, чем бора; в состоянии же графита он уже больше, а именно = 5,7, так как удельный вес графита близок к 2,1; в состоянии угля объем атома углерода еще больше. Поэтому нет возможности сказать с уверенностью, будет ли возрастать объем или уменьшаться, когда мы перейдем в первом ряду элементов от углерода к азоту, кислороду и фтору. По аналогии с другими строками однако вероятнее допустить возрастание, например подобное тому какое существует при переходе от Si к P, S и Cl, или от Sn к Sb, Te и I.

of about 45. Lithium and beryllium are followed by boron in our system, but we do not know its true analogs. The volume of lithium is close to 12, beryllium 5; boron has a volume of about 4, because its specific weight is 2.68. Carbon, which follows boron in the series of elements above, has a specific weight that varies much, depending on the modification [i.e., allotrope]. Only in the form of diamond, whose specific weight = 3.54, is the volume of carbon less than that of boron; in the form of graphite, it is already greater, viz. = 5.7, because the specific weight of graphite is close to 2.1; in the form of coal, the volume of the carbon atom is even greater. Therefore, it is not possible to say with certainty whether the volume will increase or decrease when we pass along the first row of elements from carbon to nitrogen, oxygen and fluorine. By analogy with other rows, however, it is more likely to exhibit an increase, for example, similar to the one that exists in the transition from Si to P, S and Cl, or from Sn to Sb, Te and I.

Второй ряд, или правильнее — вторая строка элементов, заключающая натрий и хлор, представляет особое явление, к рассмотрению которого мы вслед за тем и обратимся, а теперь упомянем, что в тех горизонтальных строках, к которым принадлежат калий, рубидий и цезий, нам известно мало несомненных примеров. Но если мы возьмем строку калия, то встретим в ней калий, объем которого близок к 45, кальций, объем которого = 25, титан, которого удельный вес 5,3 указывает на атомный объем около 7,5; потом хром, объем которого около 7,4 и марганец, которого объем = 7,0, потому что удельный вес около 8,0. Это показывает, что в строке калия с возрастанием пая объем уменьшается, как это мы видели и в строке лития; но

The second series, or more correctly, the second row of elements, which contains sodium and chlorine, displays a special phenomenon, which we will consider next. Now we mention that in the horizontal rows to which potassium, rubidium and cesium belong, we know few reliable examples. But if we take the potassium row, we will find in it potassium, whose volume is close to 45, calcium, whose volume = 25, titanium, whose specific weight 5.3 indicates an atomic volume of about 7.5; then chromium, whose volume is about 7.4 and manganese, whose volume = 7.0, because the specific weight is about 8.0. This shows that in the potassium row, with an increase in the atom [i.e., atomic weight], the volume decreases, as we saw in the lithium series; but the reduction here is even faster than for the

уменьшение здесь еще быстрее, чем для строки лития. В строке рубидия это замечается еще в большей мере, потому что рубидий имеет объем 56, стронций— 34, молибден—8,5, палладий—около того же. Таким образом для вертикальных рядов, соответствующих литию (Li, K, Rb, Cs — Be, Ca, Sr, Ba — Cr, Mo, W — Ni, Pt, Os), мы замечаем увеличение объема по мере возрастания атомного веса, а по горизонтальным строкам, соответствующим Li, K, Rb, Cs — по мере увеличения атомного веса, сперва объем быстро уменьшается, а потом остается почти постоянным. Особенности явления представляют натрий и элементы, аналогичные с ним и стоящие в одной горизонтальной с ним строке.

lithium row. In the rubidium row, this decrease is even more noticeable because rubidium has a volume of 56, strontium 34, molybdenum 8.5. Palladium is about the same. Thus, for the vertical series corresponding to lithium (Li, K, Rb, Cs; Be, Ca, Sr, Ba; Cr, Mo, W; Ni, Pt, Os), we notice an increase in volume with increasing atomic weight, and in horizontal rows corresponding to Li, K, Rb, Cs as the atomic weight increases, at first the volume decreases rapidly, and then remains almost constant. Special phenomena are seen for sodium and elements similar to it that stand in the same horizontal row.

Объем натрия = 23.7, потому что удельный вес = 0.97; объем меди = 7.2, серебра 10.3. Объем магния = 13.7, гораздо меньше, чем объем натрия. Пока явления те же, что и для предшествующих—но далее различие. Цинк имеет атомный объем 9.1, т.е. больший чем, медь, равно как и кадмий, имеющий объем 12.8, больший чем серебро. В строке серебра мы замечаем наибольшую полноту и притом правильность, а именно следующую: палладий, рутений и родий представляют близкий объем 9.1; серебро 10.3; кадмий 12.8; олово, принадлежащее несомненно к этому ряду, как аналог кремния, имеет объем 16.2; сурьма из ряда фосфора имеет объем 18.1; теллур из ряда серы 20.7 и иод из ряда хлора имеет объем 26, потому что его удельный вес = 4.93. Для этой строки, значит, с увеличением атомного веса увеличивается и удельный объем, несмотря на различие в химическом характере; значит здесь изменение по горизонтальным строкам иное чем то, какое мы замечали в строках выше рассмотренных элементов. Это еще яснее в строке тяжелых металлов, не приведенных в таблице. Объем $Pt = \frac{197}{21} = 9.4$; $Au = \frac{197}{19.3} = 10.2$; $Hg = \frac{200}{13.6} = 14.7$; $Tl = \frac{204}{11.89} =$

The volume of sodium = 23.7 because the specific weight = 0.97; the volume of copper = 7.2, silver 10.3. The volume of magnesium = 13.7, [which is] much less than the volume of sodium. So far, the phenomena are the same as for the preceding, but there is further distinction. Zinc has an atomic volume of 9.1, i.e. greater than copper, just as cadmium, having a volume of 12.8, is greater than silver. In the silver row we notice the greatest density and moreover regularity in the following, namely: palladium, ruthenium and rhodium all having a similar volume of 9.1; silver 10.3; cadmium 12.8; tin, which, without a doubt, belongs to this series, as an analog of silicon, has a volume of 16.2; antimony from the phosphorus series has a volume of 18.1; tellurium from the sulfur series 20.7 and iodine from the chlorine series has a volume of 26, because its specific weight is 4.93. For this row, therefore, with an increase in the atom weight, the specific volume also increases, despite the difference in chemical character; hence here the change along the horizontal rows is different than what we noticed in the rows above the elements examined. This is even clearer in the row of heavy metals not listed in

17.2; $Pb = \frac{207}{11.35} = 18.2$ и $Bi = \frac{210}{9.8} = 21.4$, т.е. с возрастанием атомного веса по горизонтальной строке—объем увеличивается, а не уменьшается или не остается постоянным, как это мы видели для горизонтальных строк отвечающих калию, рубидию, цезию.

the table, viz: volume Pt = $\frac{197}{21} = 9.4$; Au = $\frac{197}{19.3} = 10.2$; Hg = $\frac{200}{13.6} = 14.7$; Tl = $\frac{204}{11.89} = 17.2$; Pb = $\frac{207}{11.35} = 18.2$; Bi = $\frac{210}{9.8} = 21.4$, that is with the increase in atomic weight along the horizontal row, the volume increases, and does not decrease or remain constant, as we saw for the horizontal rows corresponding to potassium, rubidium, [and] cesium.

Для элементов той же категории из строк отвечающих меди и натрию мы видим однако переход к свойству строк отвечающих K, Rb, Cs. Так для элементов соответствующих меди мы не замечаем уже быстрого возрастания, а именно видим следующее: железо, кобальт и никкель имеют близкие объемы, около 7.1; медь 7.2; цинк 9.1; аналогов алюминия и кремния в этом ряду мы не знаем, но из ряда фосфора мы имеем мышьяк, объем которого = 13 или 16, смотря потому, возьмем ли кристаллическое или аморфное состояние мышьяка. Во всяком случае объем значительно увеличивается. Селен в этом же ряду имеет еще больший объем — 19.4, бром еще больший—27, а потому мы сперва видим чрезвычайно медленное увеличение объема, а потом—чрезвычайно быстрое. В удельном же весе для ряда серебра мы замечаем непрерывное и правильное уменьшение, начиная от палладия до иода. В самом деле, удельный вес Pt=11.7, Ag=10.5, Cd=8.6, Sn=7.3, Sb=6.7, Te=6.2, I = 5.0, тогда как в ряду меди замечается явление уже иного рода: сперва удельный вес возрастает, а потом уменьшается; Fe имеет удельный вес 7.8; Co = 8.6; Ni = 8.5; Cu = 8.8; Zu = 7.1; As = 5.7; Se = 4.3; Br = 3.0. Очевидно, что та правильность, которая в ряду серебра столь очевидна, здесь уже меньше явственна, хотя еще и существует непрерывное возрастание удельного объема с возрастанием веса атома. Поэтому можно сказать, что те два элемента, которых недостает еще в системе и которые должны представлять сходство с алюминием и

For elements of the same category from the rows corresponding to copper and sodium, we see however the transition to the property of the rows corresponding to K, Rb, Cs. So for the elements that correspond to copper we do not notice a previous rapid increase, namely we see the following: iron, cobalt and nickel have close volumes, about 7.1; copper 7.2; zinc 9.1; we do not know the analogs of aluminum and silicon in this series, but from the phosphorus series we have arsenic, whose volume = 13 or 16, depending on whether we take the crystalline or amorphous state of arsenic. In any case, the volume is significantly increased. Selenium in the same row has an even larger volume—19.4, bromine is even greater—27, and therefore we first see an extremely slow increase in volume, and then an extremely rapid increase. For the series of silver we notice a continuous and regular decrease in the specific weight, starting from palladium to iodine. In fact, the specific weight of Pt = 11.7, Ag = 10.5, Cd = 8.6, Sn = 7.3, Sb = 6.7, Te = 6.2, I = 5.0, whereas in the copper series, a phenomenon of a different kind is seen: first, the specific weight increases, and then decreases; Fe has a specific weight of 7.8; Co = 8.6; Ni = 8.5; Cu = 8.8; Zu = 7.1; As = 5.7; Se = 4.3; Br = 3.0. It is obvious that the regularity that is so obvious in the silver series, is less apparent here, although there is still a continuous increase in the specific volume with an increase in the weight of the atom. Therefore, it is possible to say that the two elements which are not yet in the system should show similarity to aluminum and silicon

<p>кремнием и имеют атомный вес около 70, будут представлять атомный объем около 10 или 15, т.-е. будут иметь удельный вес около 6 и таким образом займут как раз во всех отношениях середину, или составят переход по свойствам от цинка к мышьяку.</p>	<p>and have atomic weights of about 70. They will have atomic volumes of about 10 or 15, i.e., they will have specific weights of about 6, and thus will occupy just the middle ground, in all respects, or they will constitute a transition in properties from zinc to arsenic.</p>
--	---

<p>Может быть индий занимает именно это место в ряду алюминия, если в определении его веса атома можно допустить погрешность, происходящую, может быть, от неполного очищения от металлов, более тяжелых, чем он (может быть кадмия). После сказанного будет понятно, что в строке натрия мы встречаем явление, совершенно отличное от предыдущих. Действительно, натрий представляет объем 24, магний—13.7, алюминий 10.3, т.-е. до этих пор объем атома с увеличением атомного веса уменьшается, а удельный вес увеличивается. Идя далее, мы встречаем усложнение: кремний имеет объем разве немного больше, чем алюминий, а именно около 11; фосфор в своих двух изменениях представляет удельный вес: 1.96 для красного фосфора и 1.83 для белого фосфора, т.-е. имеет объем атома 15.8 и 17.0, так же как сера в своих двух изменениях, которых удельный вес почти такой же, как и для двух видоизменений фосфора; призматическая сера имеет удельный вес 1.96, а обыкновенная сера 2.06, т.-е. объем атомов серы в обоих состояниях = 15.5 и 16.3. Для хлора, следующего за серою в этом ряду, объем атома близок к 26, потому что жидкий хлор имеет удельный вес близкий к 1.3.</p>	<p>It may be that indium occupies a place in the aluminum series, if, in determining the weight of an atom, it is possible to admit an error that might occur from incomplete purification from metals heavier than it (maybe cadmium). After what has been said, it will be clear that in the sodium row we encounter a phenomenon completely different from the previous ones. Indeed, sodium represents a volume of 24, magnesium 13.7, aluminum 10.3, i.e., up to now the volume of the atom decreases with increasing atomic weight, and the specific weight increases. Going further, we encounter a complication: silicon has a volume of a little more than aluminum, namely about 11; phosphorus in its two forms [i.e., allotropes] displays a specific weight [of] 1.96 for red phosphorus and 1.83 for white phosphorus, i.e., atomic volumes of 15.8 and 17.0. The proportions of sulfur in its two modifications are almost the same as for the two modifications of phosphorus: prismatic sulfur has a specific weight of 1.96, and ordinary sulfur is 2.06, i.e., the volumes of the sulfur atoms in the two states = 15.5 and 16.3. For chlorine, which follows sulfur in this series, the volume of the atom is close to 26, because liquid chlorine has a specific weight close to 1.3.</p>
--	--

<p>Итак, начиная от натрия до алюминия, мы имеем уменьшение в объеме, а потом увеличение; но при этом нет надлежащей правильности. Последнее отчасти объясняется тем различием физического состояния, какое существует для элементов,</p>	<p>So, starting from sodium to aluminum, we have a decrease in volume, and then an increase; but there is no real consistency. The latter is partly explained by the difference in the physical state that exists for the elements in this series, and which can not be assumed for the elements in</p>
---	---

<p>находящихся в этом ряду, и какого нельзя предполагать для элементов, находящихся в двух предыдущих рядах, по крайней мере, в столь значительной мере, как здесь. Натрий и магний, по крайней мере последний, вероятно в своей частице заключают по одному атому; аналогия с кадмием и летучесть <i>это</i> могут подтвердить. Для кремния едва ли можно сомневаться в том, что его частица заключает, как и частица углерода, значительное число атомов, чем и объясняется то отступление, которое представляют углерод и кремний от закона Дюлонга и Пети, как я постараюсь это доказать в особой статье ²).</p>	<p>the two preceding series, at least to as large an extent as here. Sodium and magnesium, at least the latter, probably contain one atom each in their particle; the analogy with cadmium, and [their] volatility, can confirm this. One could hardly doubt that a particle of silicon, like a carbon particle, contains a significant number of atoms; this explains the deviation that carbon and silicon exhibit from the law of Dulong and Petit, as I will try to prove in a special article ²).</p>
---	---

<p>Фосфор в своей частице заключает по крайней мере 4 атома; красный вероятно еще сложнее, чем белый; его атомы еще более сближены, полимерное состояние еще более сложное. То же самое должно заметить и относительно серы. Призматическая сера проще ромбической, но и в первой заключается по крайней мере 6 атомов в частице, как видно по плотности паров серы, наблюдаемой при температуре около 600°. Хлор, находящийся в этом же ряду содержит только 2 атома в своей частице. Если бы сера была известна в жидком виде и в том же полимерном состоянии, в каком известен хлор, то вероятно представляла бы гораздо больший объем атома. Таким образом в строке натрия—хлора сгруппировались элементы, весьма различные по числу атомов, заключающихся в их частице; оттого не мудрено, что мы здесь замечаем отсутствие той стройности, которая свойственна другим, разобранным нами рядам. Если мы возьмем крайний члены рассмотренных нами строк, то заметим следующее: серебро имеет объем значительно отличающийся от объема иода;</p>	<p>Phosphorus in its particle contains at least 4 atoms; the red form is probably even more complex than the white; its atoms are even closer, the polymer state is even more complex. The same thing should be noted about sulfur. Prismatic sulfur is simpler than rhombic, but in the former there are at least 6 atoms in the particle, as can be seen from the density of sulfur vapor observed at a temperature of about 600°. Chlorine, in the same series, contains only 2 atoms in its particle. If sulfur were known in liquid form and in the same polymer [i.e., dimer] state as chlorine is known, it would probably exhibit a much larger atomic volume. Thus, elements that have very different numbers of atoms in their particles are grouped in the sodium-chlorine row. Therefore it is not surprising that we notice here a lack of the harmony that is characteristic of the other rows examined by us. If we take the extreme members of the rows examined by us, we note the following: silver has a volume significantly different from the volume of iodine; the volume of copper is even more different from the volume of bromine, but the volume of sodium differs little from the volume</p>
---	---

² Статья эта помещена уже в Журн. Хим. Общ. 1870, вып. 2-й.

This article is already in the *J. Russ. Chem. Soc.* 1870, vol. 2.

объем меди еще более разнится от объема брома, но объем натрия мало разнится от объема хлора. Не зависит ли это от того, что частицы натрия и меди составлены различным образом? Разматривая описываемые ряды элементов по вертикальным рядам, заметим следующую особенность, ясно отличающую эти ряды от ряда лития, калия, рубидия, цезия и сходных с ними, ранее того рассмотренных. Действительно, там мы видели возрастание и удельного веса, и атомного объема, соединенное с увеличением атомного веса и химической энергии; здесь замечается как бы обратное: натрий, медь и серебро при увеличении атомного веса представляют уменьшение в химической энергии, также как и при переходе от магния к цинку и кадмию. Объем атома магния 13.7 больше объема цинку (9.1) и кадмия (12.8), точно так, как объем натрия больше объема меди и серебра. Притом медь и цинк представляют меньший объем, чем серебро и кадмий, совершенно точно так, как и в соответственных рядах правой стороны таблицы. Действительно, фосфор в обоих своих видоизменениях представляет больший объем чем мышьяк; но объем сурьмы больше, чем объем мышьяка, подобно тому, как объем кадмия и серебра больше, чем объем цинка и меди; но объем селена больше, чем серы, а теллура еще больше, чем селена; для хлора же, брома и иода объемы атомов, как известно, близки между собою.

of chlorine. Does this not depend on the fact that the particles of sodium and copper are composed in different ways? Looking at the series of elements just described along vertical series, we note the following feature that clearly distinguishes these series from the series of lithium, potassium, rubidium, cesium and similar ones, previously considered. There we saw an increase in both specific weight and atomic volume, coupled with an increase in atomic weight and chemical energy. Here, the opposite is seen: with increasing atomic weight, sodium, copper and silver exhibit a decrease in chemical energy, just like in the transition from magnesium to zinc and cadmium. The volume of the magnesium atom, 13.7, is greater than the volume of [both] zinc (9.1) and cadmium (12.8), just as the volume of sodium is larger than the volume of [both] copper and silver. Moreover, copper and zinc display a smaller volume than silver and cadmium, exactly as in the corresponding rows of the right side of the table. Phosphorus in both its modifications displays a larger volume than arsenic; but the volume of antimony is greater than the volume of arsenic, just as the volumes of cadmium and silver are greater than the volumes of zinc and copper. However, the volume of selenium is greater than [that of] sulfur, and [the volume] of tellurium is even greater than [that of] selenium. The volumes of the atoms of chlorine, bromine and iodine are known to be close to one another.

Из сказанного явственно, что существует некоторая правильность в изменении удельных весов и атомных объемов в рядах элементов, распределенных в общую систему по величине атомных весов. Но эта правильность нарушается теми изменениями в физической и химической природе элементов, от которых зависит количество их атомов, входящих в частицу, и качество

From what has been said, it is clear that there is some regularity in the change in the specific weights and atomic volumes in the series of elements distributed in a general system according to the magnitude of [their] atomic weights. But this regularity is upset by the changes in the physical and chemical nature of the elements: the number of their atoms in the particle and the quality of the atoms, or their

атомов, или способность их вступать в химические соединения. Если мы обратим для примера внимание на первый ряд элементов, куда относятся щелочные металлы, медь и серебро, то найдем следующие числа: Li = 11.8; Na = 23.7; K = 44.8; Cu = 7.2; Rb = 56.1; Ag = 10.3; Tl = 17.2, т.-е. на вид не увидим никакой правильности в изменениях объемов атома. Но, обращая внимание на ближайшее сходство, существующее между литием, калием, рубидием и цезием с одной стороны, и натрием, медью и серебром с другой, мы увидим уже некоторую правильность, в первом ряду несомненную, а во втором невидимую состоящую в том, что медь имеет наименьший объем; для элементов, стоящих ниже и выше ее, объем атома больше, чем для меди. Это совершенно параллельно тому что в ряду магния, цинка и кадмия объем цинка значительно меньше, чем и магния, и даже меньше, чем кадмия; свинец же представляет больший объем, чем таллий, как и цинк—большой, чем медь, и как кадмий больший, чем серебро; но магний имеет объем меньший, чем натрий. В ряду фосфора объем мышьяка меньше объема фосфора и меньше объема сурьмы и висмута; но объем висмута больше, чем свинца, так же как объем сурьмы больше, чем кадмия. Эти сложные отношения приобретают особый смысл, когда сопоставить свойства элементов со свойствами их соединений и особенно с реакциями, в которые они вступают. Эти отношения излагаются мною во 2-м томе моего сочинения «Основы Химии» и не входят в задачу этой статьи. Но для того, чтобы дополнить сказанное выше указанием на то разнообразие отношений, какое замечается при этом, прибавлю несколько отрывочных замечаний, касающихся до удельного веса и объема аналогических соединений, принадлежащих к рядам, рассмотренным ранее.

ability to join [together in] chemical compounds, all depend on this. For example, if we turn our attention to the first series of elements, which include alkali metals, copper and silver, then we find the following numbers: Li = 11.8; Na = 23.7; K = 44.8; Cu = 7.2; Rb = 56.1; Ag = 10.3; Tl = 17.2, i.e. we see no regularity in the changes in the volumes of the atom. But, paying attention to the close similarity existing between lithium, potassium, rubidium and cesium on the one hand, and sodium, copper and silver on the other, we already see some regularity, absolutely clear in the first row but not visible in the second, that copper has the smallest volume; for elements below and above [copper], the volume of the atom is greater than for copper. This is completely parallel to the fact that in the series of magnesium, zinc and cadmium the volume of zinc is much less than that of magnesium, and even less than cadmium. Lead is larger than thallium, just as zinc is larger than copper, and [it is] more like cadmium than silver. Magnesium, however, has a volume less than sodium. In the phosphorus series, the volume of arsenic is less than that of phosphorus and less than the volumes of antimony and bismuth; the volume of bismuth is greater than that of lead, just as the volume of antimony is greater than that of cadmium. These complex relations acquire a special meaning when we compare the properties of elements with the properties of their compounds and especially with the reactions in which they participate. These relations are set out by me in the second volume of my book *Fundamentals of Chemistry* and are not included in the purpose of the present article. But in order to supplement what was said above by pointing out the variety of relations that are observed in this case, I will add a few fragmentary remarks concerning the specific weight and volume of analogous compounds belonging to the series considered earlier.

Удельный вес соединений калия всегда немного меньше, чем соответственных соединений натрия; наприм. хлористый калий имеет удельный вес 1.9, а хлористый натрий—2.1; селитра поташная 2.1, а натровая 2.2; едкое кали 2.0, а едкий натр 2.1; окись калия 2.7, а окись натрия 2.8; металлический калий 0.87, а натрий 0.95. Совершенно в таком же отношении между собою находятся магний и кальций: соединения магния обыкновенно несколько тяжелее соединений кальция. Напр. окись кальция имеет удельный вес 3.2, а окись магния 3.7; водная известь 2.2, а водная магнезия 2.3; хлористый кальций 2.1, а хлористый магний 2.2 ³); углеизвестковая соль в состоянии шпата имеет удельный вес 2.72, а углемагнезиальная соль в состоянии шпата 2.95; кальций имеет удельный вес 1.58, а магний—1.74. Таким образом соединения кальция относятся к соединениям магния совершенно точно так, как соединения калия относятся к соединениям натрия; поэтому с увеличением пая здесь будет и увеличение объема. Но если пойдем далее, то заметим вновь уменьшение в объемах; так аналогическая соединения меди и натрия близки по объему, напр. окись натрия Na_2O имеет объем частицы 22, а закись меди Cu_2O —25; объем частицы хлористаго натрия=28, а полухлористой меди,

The specific weight of potassium compounds is always slightly less than that of the corresponding sodium compounds; for example. potassium chloride has a specific weight of 1.9, and sodium chloride has a specific weight of 2.1; potassium nitrate 2.1, and sodium nitrate 2.2; caustic potassium 2.0, and caustic soda 2.1; potassium oxide 2.7, and sodium oxide 2.8; metallic potassium 0.87, and sodium 0.95. The relationship between magnesium and calcium is exactly the same: magnesium compounds are usually somewhat denser than calcium compounds. For example. calcium oxide has a specific weight of 3.2, and magnesium oxide is 3.7; slaked lime 2.2, and milk of magnesia 2.3; calcium chloride 2.1, and magnesium chloride 2.2 ³); calcium carbonate in the form of [Iceland] spar has a specific weight of 2.72, and magnesium carbonate in the form of spar 2.95; calcium has a specific weight of 1.58, and magnesium has a specific weight of 1.74. Thus, calcium compounds relate to magnesium compounds in exactly the same way as potassium compounds relate to sodium compounds; so with an increase in the [atomic] weight there will be an increase in volume. But if we go further, we note again a decrease in volumes; so analogous compounds of copper and sodium are close in volume. For example, sodium oxide Na_2O has a particle volume of 22, and cuprous oxide Cu_2O of 25; the volume of

³ Серноизвестковая соль представляет удельный вес 2.95, а безводная серномагнезиальная соль 2.65. Это кажущееся отступление зависит по моему мнению от того, что серноизвестковая соль в безводном состоянии является в двух полимерных состояниях. В том виде, в каком она получается при прокаливании гипса, она способна соединяться с водою и тогда вероятно имеет меньший удельный вес; должно полагать, он будет около 2.5; в состоянии же ангидрита серноизвестковая соль не имеет способности соединяться с водою и в этом виде она едва ли не представляет полимерного состояния тому, в котором находится в алебастре, и никак уже не в состоянии аналогическом с безводною серномагнезиальною солью. Впрочем и последняя после сильного прокаливания очень медленно растворяется в воде, что может зависеть от происходящего при этом молекулярного изменения.

The sulfate salt of lime has a specific weight of 2.95, and the anhydrous sulfate salt of magnesium is 2.65. This apparent deviation depends, in my opinion, on the fact that the sulfate salt of lime in the anhydrous state is in two aggregated states. In the form obtained by calcining gypsum, it is able to combine with water and then probably has a smaller specific weight; it must be assumed that it will be about 2.5. In the form of anhydrite, the sulfate salt of lime does not have the ability to combine with water, and in this form it does not display an aggregated state like that in which it is found in alabaster, and in no way is analogous to an anhydrous sulfate salt of magnesium. However, the latter, after strong calcination, dissolves very slowly in water, which may depend on the molecular change occurring at the same time.

соответствующей поваренной соли, также 28, потому что удельный вес ее =3.5, хотя натрий и медь в свободном состоянии и представляют, как мы видели, весьма значительную разницу в объемах; удельные веса соединений меди и натрия весьма различны.

sodium chloride particles is 28, and of copper chloride corresponding to table salt, is also 28, because the specific weight is 3.5. This is despite sodium and copper in a free state displaying, as we have seen, a very significant difference in volumes; the specific gravities of copper and sodium compounds are very different.

Так точно и цинк в своих соединениях имеет объем немного меньший, чем кальций, а именно близкий к магнию; так окись цинка представляет объем частицы 45, потому что удельный вес 5.6, а окись магния имеет объем 11. Хлористый цинк представляет объем 48, а хлористый магний — 43; серноцинковая соль в безводном состоянии 43, а серномагнезиальная соль — 44. Следовательно переход от натрия к меди (в солях закиси) и от магния к цинку в соответственных соединениях не влечет за собою значительного изменения в объемах, несмотря на значительную разницу в объемах самых металлов и в энергии в свободных металлах. Соединения серебра в солях окиси представляют почти такой же объем, как и соединения меди в солях закиси, следовательно, такой же, как и соединения натрия. Достаточно напр. указать на то, что азотносеребряная соль имеет частичный объем 39.0 (удельный вес 4.34), тогда как азотнонатровая соль представляет частичный объем 37.9, а удельный вес 2.24; полухлористая медь имеет объем 28.0, а хлористое серебро 26.3. Замечательно при этом еще и то, что медь, в солях окиси представляя изоморфизм и сходство с солями магнезии, представляет с ними и близость в величине удельных объемов. Так напр. безводная серномагнезиальная соль имеет объем 44, а безводная серномедная соль — 45. Это сходно с тем, что хромовая соль представляет объем (72) близкий к объему сернокалиевой соли (66), а марганцовокалиевая соль KMnO_4 имеет объем 58.3, немногим только больший, чем

Similarly, zinc in its compounds has a volume slightly smaller than calcium, namely, close to magnesium; zinc oxide has a volume of 45, because the specific weight is 5.6 and magnesium oxide has a volume of 11. Zinc chloride exhibits a volume of 48, and magnesium chloride of 43; [that of] the sulfate salt of zinc in the anhydrous state is 43, and the sulfate salt of magnesium is 44. Therefore, the transition from sodium to copper (in the lower oxide salts) and from magnesium to zinc in the corresponding compounds does not entail a significant change in the volumes, despite the considerable difference in the volumes and in the energy of the free metals. The silver compounds in the oxide salts have almost the same volume as the copper compounds in the lower oxide salts, hence, the same as the sodium compounds. It is sufficient, for example, to indicate that silver nitrate has a partial volume of 39.0 (specific weight 4.34), whereas the cuprous nitrate salt has a partial volume of 37.9 and a specific weight of 2.24 [typo for 3.24]; copper chloride has a volume of 28.0, and silver chloride is 26.3. It is also remarkable that copper, in the salts of the oxide $[\text{CuO}]$, is isomorphous with the salts of magnesia, and shares with them a proximity in the magnitude of specific volumes. So, for example, anhydrous sulfate of magnesium has a volume of 44, and anhydrous sulfate of copper, 45. This is similar to the fact that the chromium [i.e., chromate, CrO_4] salt has a volume [of] 72, the sulfate salt of potassium [has a volume of] 66, and the potassium manganate salt KMnO_4 has a volume of 58.3, a little more than the potassium chlorate salt,

<p>хлорноватокалиевая соль $KClO_3$, которой объем = 54.6. Объем хромовой и марганцовой солей здесь оказывается больше, чем соответственных солей, заключающих серу и хлор, хотя объем атомов хлора и серы гораздо больше, чем хрома и марганца. Из этого видно, что в соединениях, составленных аналогически, нередко замечается сходство в величине объемов и такое отношение объемов, которое нисколько не предугадывается и нисколько не согласуется с такими объемами, какие имеют входящие элементы в отдельном состоянии. От того и становится понятным, что в системе, приложенной нами и основанной на величине атомных весов и сходстве в химическом характере, заключаются указанные выше отступления от того простого порядка, которого можно было бы ожидать. Атомные веса, как и аналогии, определяются не по свойствам отдельных элементов, а по свойствам и составу соединений.</p>	<p>$KClO_3$, whose volume = 54.6. The volume of chromium and manganese salts is greater here than the corresponding salts containing sulfur and chlorine, although the volume of chlorine and sulfur is much greater than that of chromium and manganese. It is clear from this that in compounds made analogously, one often observes the similarity in the magnitude of volumes and the volume ratio that is not at all anticipated and in no way agrees with the volumes that the participating elements have in a separate [i.e., free] state. From this it becomes clear that, in the system we have applied, based on the magnitude of the atomic weights and similarity in the chemical nature, the above deviations from the simple order are [actually] what one would expect. Atomic weights, like [chemical] analogies, are determined not by the properties of individual elements, but by the properties and composition of the compounds.</p>
--	--

<p>Замечания, приведенные выше, могут служить новым доказательством того положения, которое я защищал в своей статье «удельные объемы» и которое можно формулировать следующим образом: по объему соединений нельзя судить об объеме составных частей. Потому-то и должно с весьма большою осторожностью принимать те системы удельных объемов, которые основываются на допущении противоположного положения.</p>	<p>The remarks given above can serve as new evidence of the law which I defended in my article "specific volumes" and which can be formulated as follows: the volume of compounds cannot be judged from the volume of their constituents. That is why it is necessary to treat with very great caution those systems of specific volumes, which are based on the assumption of the opposite statement.</p>
---	--

<p>Примечание. Изложенное здесь было сообщено мною на съезде в Августе 1869 г. В 1870 г. в анналах Либиха (после того как эта статья была отослана мною для напечатания) появилась статья Лотара Мейера, трактующая о том же предмете. Выводы г. Мейера основаны на допущении предложенной</p>	<p>Note. The foregoing was communicated by me at the Congress in August 1869. In 1870, in <i>Liebig's Annalen</i> (after this article was sent by me for printing), an article by Lothar Meyer appeared, dealing with the same subject. Mr. Meyer's conclusions are based on the assumption of the system of elements</p>
--	---

мною системы элементов и согласны с теми, которые сделаны мною в отношении к объемам атомов. Он также обращает особое внимание на нисходящие и восходящие ряды элементов и на последовательность изменения объемов. Но выводы выиграли в ясности от графического изображения, приложенного к статье. Помещая эту приписку, я не имею желаний поднимать вопроса о научном первенстве, (помоему мнению, эти вопросы неимеют часто никакого ученого интереса), а желаю только указать на таблицу, приложенную к статье г. Мейера, как на средство, помогающее уловить и изъяснить те сложныя отношения, на которыя указано в предыдущих строках.

proposed by me and agree with those that I have made with respect to the volumes of atoms. He also pays special attention to the descending and ascending series of elements and to the sequence of volume changes. But the conclusions were increased in clarity by the graphic image attached to the article. By putting this postscript I have no desire to raise the issue of scientific priority, (in my opinion, these questions do not often have any academic interest), and I only want to point to the table attached to Mr. Meyer's article as a means of capturing and explaining those complex relations, which are indicated in the previous text.