Проф. Ф. ЛИНДЕМАНЪ

СПЕКТРЪ И ФОРМА АТОМОВЪ

2-ОЕ ИЗДАНІЕ.

Проф. Ф. Линдеманъ

СПЕКТРЪ И ФОРМА АТОМОВЪ

Рѣчь Ректора Мюнхенскаго Университета 1905

Переводъ съ нѣмецкаго

ВТОРОЕ ИЗДАНІЕ

MATHESIS

Одесса 1909

Типографія М. Шпенцера, Одесса, Новосельская 66.

СПЕКТРЪ и ФОРМА АТОМОВЪ

Химія учитъ насъ, что всѣ земныя вещества можно составить приблизительно изъ семидесяти такъ называемыхъ элементовъ; точное число ихъ здѣсь не имѣетъ значенія и при дальнѣйшемъ усовершенствованіи методовъ наблюденія это число, вѣроятно, еще увеличится. Но мы не можемъ не отнестись съ глубокимъ вниманіемъ къ тому факту, что все многообразіе веществъ какъ органической, такъ и неорганической природы, кажущееся безконечнымъ, можно построить изъ такого малаго и, что важнѣе всего, изъ конечнаго числа различныхъ веществъ.

Въ чемъ состоитъ различіе этихъ веществъ? Химикъ даетъ намъ эти различія на основаніи своего анализа, на основаніи цвѣта осадковъ при извѣстныхъ реакціяхъ, на основаніи формы кристалловъ этихъ осадковъ и т. д.; но все это указываетъ только на характерные признаки ихъ различныхъ элементовъ. Вопросъ же о ихъ внутренней природѣ остается безъ отвѣта. Пожалуй, можно усомниться, нужно ли вообще отвѣчать на этотъ вопросъ; естествоиспытателю, въ противоположность философу, достаточно показать, что

отличія между этими элементами существуютъ и что существуютъ средства строго классифицировать ихъ. Естествоиспытатель охотно ограничивается этимъ; а еслибы онъ захотѣлъ пойти и дальше, то линія, за которой онъ уже не получитъ отвѣта, можетъ быть, отодвинется, но никогда не исчезнетъ окончательно. Однако, интересенъ и этотъ шагъ: можетъ быть, намъ удастся вопросъ о качественныхъ различіяхъ вещества формулировать количественно, напримѣръ, свести его на чисто геометрическій вопросъ формы. Въ аналитической же геометріи всякая задача формы безъ труда выражается количественно. А вмѣстѣ съ тѣмъ поставленный вопросъ формулируется математически точнѣе и въ то же время упрощается.

Представленія о фактическомъ единствѣ всѣхъ веществъ распространены всюду давно; механика и астрономія постоянно оперируютъ надъ понятіями вѣса и массы, не дѣлая при этомъ никакихъ различій между разными химическими элементами; постулируя такимъ образомъ свойства, общія всѣмъ веществамъ, эти науки неявно допускаютъ идею единства вещества.

Атомы химиковъ являются наименьшими частицами вещества, какія только существуютъ самостоятельно и какія могутъ вступать въ соединенія съ другими атомами. Это не мѣшаетъ тому, чтобы сами они состояли изъ еще меньшихъ частицъ, получить которыя отдѣльно мы однако не можемъ. Въ самое послѣднее время, какъ полагаютъ, и

здѣсь сдѣланъ шагъ впередъ: можно думать, что подъ дѣйствіемъ электрическихъ силъ въ такъ называемыхъ Гейсслеровыхъ, Круксовыхъ или Гитторфовыхъ трубкахъ дѣйствительно происходитъ расщепленіе атомовъ, что такъ называемые катодные лучи не что иное, какъ пути раздробленныхъ молекулъ. А опыты съ загадочнымъ радіемъ, повидимому, приводятъ къ тому, что эти субъатомы перегруппировываются такъ, что изъ одного элемента образуется другой—изъ радія образуется гелій. Что бы ни вышло изъ этихъ еще не вполнѣ достовѣрныхъ опытовъ, несомнѣнно то, что эти послѣднія физическія умозрѣнія сильно содѣйствовали новому оживленію и болѣе широкому распространенію идеи о существенномъ единствѣ всего вещества.

Если математикъ пожелаетъ подвергнуть поставленный выше вопросъ разработкѣ своими спеціальными методами, то, первымъ дѣломъ, изъ всего разнообразія химическихъ признаковъ онъ выберетъ такой, который можно выражать количественно и который относится только къ самому атому (не къ группѣ атомовъ, какъ, напримѣръ, форма кристалла). Однимъ изъ такихъ признаковъ является спектръ вещества: каждый элементъ обладаетъ совершенно опредѣленнымъ спектромъ, состоящимъ изъ извѣстнаго числа строго опредѣленныхъ линій, и по этому спектру можно съ увѣренностью узнать элементъ; другими словами, въ газообразномъ и раскаленномъ состояніи (гдѣ ато-

мы движутся свободно, каждый отдѣльно) каждый элементъ (а, значитъ, и каждый отдѣльный атомъ этого элемента) излучаетъ свѣтъ, который при разсматриваніи въ спектроскопъ даетъ не сплошное изображеніе, окрашенное въ различные цвѣта, какое даетъ, напримѣръ, свѣтъ солнца, а извѣстное число отдѣльныхъ линій; положеніе этихъ линій можно опредѣлить чрезвычайно точно и каждая изъ нихъ соотвѣтствуетъ совершенно опредѣленной длинѣ волны свѣтового колебанія, которая точно опредѣляетъ ея окраску. Эти длины волнъ суть числа, слѣдовательно, количественныя величины, которыми должны вполнѣ опредѣляться всѣ качественныя свойства даннаго элемента.

Изъ этихъ чиселъ и будетъ исходить математикъ. Передъ нимъ будетъ стоять такая задача: въ совершенно пустомъ пространствѣ, заполненномъ только свѣтовымъ эѳиромъ, носится матеріальная частица, изъ которой исходитъ рядъ колебаній, каждое съ точно опредѣленной длиной волны; эти колебанія распространяются по всѣмъ направленіямъ и ощущаются зрѣніемъ, какъ свѣтъ опредѣленной окраски; какими свойствами должна обладать сама частица, чтобы давать свѣтовыя колебанія только съ этими опредѣленными длинами волнъ или группами волнъ и не давать никакихъ другихъ? Математическому изслѣдованію въ качествѣ такихъ свойствъ могутъ подлежать только форма частицы и распредѣленіе вещества внутри ея, т. е. плотность и упругость этого ве-

щества. Но для осуществленія такого изслѣдованія постановка вопроса должна быть обратная: дана вещественная частица опредѣленной формы, плотности и упругости, свободно носящаяся въ свѣтовомъ эѳирѣ; какого рода будутъ исходящія изъ нея свѣтовыя колебанія, т. е. какія длины волнъ будутъ имѣть ея характеристическія, такъ сказать, колебанія (Eigenschwingungen)?

При такой постановкѣ вопроса дѣло сводится къ совершенно опредѣленной математической задачѣ изъ теоріи дифференціальныхъ уравненій въ частныхъ производныхъ: вещество внутри частицы приводится въ колебательное движеніе (напримѣръ, вслѣдствіе столкновеній съ другими частицами); эти колебанія передаются въ окружающій свѣтовой эѳиръ сквозь поверхность частицы, причемъ эта поверхность нигдѣ не нарушаетъ непрерывности волны; этимъ математически опредѣляется иногда конечное, иногда безконечно большое число возможныхъ длинъ волны, которымъ отвѣчаетъ столько же отдѣльныхъ и совершенно опредѣленныхъ линій въ спектрѣ.

Теперь нужно только измѣнять плотность, упругость, форму и величину частицъ и смотрѣть, не придемъ ли мы этимъ путемъ къ законамъ распредѣленія спектральныхъ линій извѣстныхъ элементовъ, установленнымъ экспериментально. Эта математическая задача, однако, настолько сложна, что болѣе точной обработкѣ поддается только ограниченное число частныхъ случаевъ, да и здѣсь

уравненія до такой степени сложны, что въ большинствѣ случаевъ приходится довольствоваться только такимъ общимъ разборомъ найденныхъ математическихъ рѣшеній, который даетъ лишь общій типъ законовъ распредѣленія спектральныхъ линій. Съ другой стороны, однако, многіе элементы вполнѣ удовлетворительно характеризуются уже и этимъ типомъ.

Наиболѣе простымъ случаемъ является слѣдующій: разсматриваемый атомъ имѣетъ форму шара и равномѣрно заполненъ веществомъ извѣстной плотности и упругости; какія свѣтовыя волны будетъ давать этотъ шаръ? Здѣсь провести вычисленія удается довольно далеко; найденныя спектральныя линіи распредѣляются въ спектрѣ на самомъ дѣлѣ по такому простому закону, какого на опытѣ не далъ до сихъ поръ ни одинъ элементъ. Такимъ образомъ, хотя во многихъ задачахъ математической физики достаточно принимать атомы за шарообразные (особенно въ большей части задачъ кинетической теоріи газовъ), но едвали существуютъ атомы совершенно точной шарообразной формы.

Однако, формулы для шара даютъ намъ также результатъ, приложимый на практикѣ. Именно, для двухъ шаровъ, состоящихъ изъ вещества одинаковой плотности и упругости, но отличающихся величиною, получается слѣдующій законъ: если извѣстны спектральныя линіи свѣта, излучаемаго однимъ изъ шаровъ, то спектральныя линіи для

другого шара можно найти, умноживъ длину волны каждой извѣстной линіи перваго шара на отношеніе радіусовъ этихъ шаровъ. Если же эти шары имѣютъ одинаковую плотность, то отношеніе ихъ радіусовъ равно кубическому корню изъ отношенія вѣсовъ этихъ шаровъ, т. е. атомныхъ вѣсовъ тѣхъ элементовъ, атомы которыхъ представляютъ собой эти шары. Въ этой формѣ нашъ законъ получаетъ совершенно общее значеніе: если два атома имѣютъ одинаковую форму, одинаковую плотность и одинаковую упругость, если они такимъ образомъ подобны другъ другу и различаются только величиною, то длины волнъ спектральныхъ линій этихъ атомовъ относятся между собою, какъ кубическіе корни изъ ихъ атомныхъ вѣсовъ. При помощи этого закона по линіямъ одного элемента можно найти линіи другого.

Этотъ законъ не трудно провѣрить на опытѣ; для этой цѣли нужно только сравнить существующія хорошія таблицы спектральныхъ линій различныхъ элементовъ. Въ результатѣ получается, что спектры слѣдующихъ группъ металловъ частью хорошо, а частью приближенно удовлетворяютъ этому закону:

1) цинкъ, кадмій и ртуть;
2) магній, кальцій, барій и стронцій;
3) серебро, мѣдь и золото.

Элементы этихъ группъ сходны по своимъ химическимъ свойствамъ. Поэтому естественно предположить и относительно атомовъ элемен-

товъ каждой группы, что они сходны другъ съ другомъ. Слѣдуетъ замѣтить, однако, что сходство химическихъ свойствъ вообще не позволяетъ еще заключить о сходствѣ въ формѣ атомовъ. Доказательствомъ могутъ служить щелочные металлы (литій, натрій, калій, цезій, рубидій): спектральныя линіи этихъ сходныхъ элементовъ совершенно не подчиняются упомянутому закону. Чѣмъ же обусловлено это различіе, чѣмъ обусловлено различіе между упомянутыми тремя группами? Одно изъ двухъ: либо эти атомы построены изъ различныхъ веществъ, либо различна ихъ форма.

Мы остановимся на предположеніи, что вещество во всѣхъ нихъ однородно, и будемъ мѣнять форму. Вмѣсто шара возьмемъ сначала вытянутый (т. е. приблизительно яйцеобразный) эллипсоидъ вращенія, который можно получить, вращая какой-нибудь эллипсъ вокругъ его большой оси. Математическая теорія указываетъ, что спектральныя линіи такого свѣтящагося эллипсоида опредѣляются тремя числовыми величинами и что, слѣдовательно, ихъ можно соединять въ группы по тремъ различнымъ категоріямъ. Эти числа являются корнями нѣкоторыхъ трансцендентныхъ уравненій, которые можно вычислить при помощи длинъ осей эллипсоида, его плотности и упругости; впрочемъ, нужно замѣтить, что практически это вычисленіе едвали выполнимо.

Первое изъ этихъ трехъ чиселъ опредѣляетъ группу связанныхъ другъ съ другомъ линій, такъ

называемую серію линій; различнымъ возможнымъ значеніямъ перваго числа отвѣчаетъ извѣстный рядъ такихъ серій. Второе число опредѣляетъ подгруппу линій въ каждой серіи и наконецъ третье число опредѣляетъ отдѣльную линію въ каждой подгруппѣ. Та форма, въ которой это третье число входитъ въ формулы, указываетъ намъ дальше, что величины, обратныя длинамъ волнъ, для отдѣльныхъ линій указанныхъ подгруппъ отличаются между собою на постоянныя величины, т. е. на величины, которыя зависятъ отъ природы даннаго эллипсоида. Это даетъ характерный типъ распредѣленія линій, хорошо извѣстный намъ изъ каталоговъ спектральныхъ линій и встрѣчающійся у упомянутыхъ щелочныхъ металловъ. Рюдбергъ, Кайзеръ и Рунге вывели изъ наблюденій извѣстныя закономѣрности для нихъ, которыя въ существенномъ совпадаютъ съ тѣмъ, что было только что указано для спектра удлиненнаго эллипсоида вращенія, причемъ формулы, полученныя изъ опытовъ, по типу согласуются съ тѣми, которыя даетъ математическая теорія. Послѣднія получаются путемъ выраженія интеграловъ линейныхъ дифференціальныхъ уравненій при помощи полусходящихся рядовъ. Дѣйствительное исчисленіе всѣхъ ихъ особенностей остается пока невыполнимымъ вслѣдствіе сложности формулъ.

Итакъ, дѣлая обратное заключеніе, мы можемъ считать, что атомы щелочныхъ металловъ (Li, Na, K, Cs, Rh) имѣютъ форму удлиненныхъ

эллипсоидовъ вращенія; для каждаго отдѣльнаго элемента длины осей этихъ эллипсоидовъ совершенно опредѣленны; эллипсоиды различныхъ элементовъ этой группы между собою несходны [1]).

Существенно иную группировку линій даетъ такъ называемый сжатый эллипсоидъ или сфероидъ. Здѣсь также выступаетъ много группъ, серій и подгруппъ, но указанный выше законъ постоянныхъ разностей не имѣетъ такого общаго примѣненія. Нѣкоторые корни соотвѣтствующихъ трансцендентныхъ уравненій оказываются мнимыми; вслѣдствіе этого отдѣльныя группы состоятъ изъ одной только интенсивной линіи, иногда изъ ограниченнаго числа ихъ. Чѣмъ больше сжатіе, тѣмъ чище выступаетъ этотъ типъ. Въ дѣйствительности этотъ типъ обнаруживается въ спектрахъ металловъ: золото, серебро, мѣдь. И водородъ, обнаруживающій въ своихъ свойствахъ такъ много аналогій съ металлами, принадлежитъ сюда же; по крайней мѣрѣ, тонкая круглая пластинка—а ее можно считать чрезвычайно сильно сжатымъ эллипсоидовъ—даетъ спектръ одного типа съ водороднымъ.

---

[1]) Математическій выводъ упоминаемыхъ здѣсь и далѣе результатовъ данъ въ двухъ статьяхъ, напечатанныхъ мною въ извѣстіяхъ Баварской Академіи Наукъ за 1901 и 1903 годы. Выводъ болѣе точныхъ формулъ при помощи полусходящихся рядовъ, а также изученіе колебаній колецъ и дисковъ будутъ даны въ имѣющемъ появиться продолженіи этихъ статей.

Въ-третьихъ, мы разсмотримъ обыкновенный трехосный эллипсоидъ, т. е. будемъ искать длины волнъ свѣта, излучаемаго такимъ эллипсоидомъ при раскаленномъ состояніи вещества. Соотвѣтственныя линіи спектра здѣсь также опредѣляются тремя числами, которыя даются трансцендентными уравненіями и каждое изъ которыхъ можетъ пройти черезъ извѣстный рядъ отдѣльныхъ значеній. Эти линіи, однако, нельзя, въ противность двумъ первымъ случаямъ, расположить въ серіи и группы, такъ какъ онѣ распредѣляются по всему спектру; только если форма эллипсоида очень близко подойдетъ къ формѣ эллипсоида вращенія, можно будетъ выдѣлить нѣкоторыя серіи. Это и происходитъ на самомъ дѣлѣ въ спектрѣ щелочно-земельныхъ металловъ (барій, стронцій, кальцій и магній), слѣдовательно, у тѣхъ элементовъ, которые и по своимъ химическимъ свойствамъ стоятъ между щелочными и типичными металлами. Это справедливо также для цинка, кадмія и ртути. Послѣдніе ближе къ сжатому эллипсоиду, первый къ вытянутому.

Если мы представимъ себѣ, что взятый нами раньше эллипсоидъ вращенія постепенно деформируется и превращается въ обыкновенный эллипсоидъ, то вмѣстѣ съ формой атомовъ будутъ непрерывно измѣняться и линіи его спектра. Математическое изслѣдованіе указываетъ именно, что при этомъ изъ каждой отдѣльной линіи получается восемь новыхъ. Съ другой стороны, такое

расщепленіе линій можно вызвать на опытѣ, помѣстивъ свѣтящіеся атомы соотвѣтственнаго элемента между полюсами сильнаго магнита; это — извѣстное явленіе Зеемана (Zeeman). Свѣтовой эѳиръ между полюсами магнита находится въ состояніи поляризаціи, т. е. въ состояніи односторонняго напряженія; а математическое изслѣдованіе свѣтовыхъ колебаній въ поляризованномъ такимъ образомъ эѳирѣ для эллипсоида вращенія даетъ какъ разъ то, что получается для колебаній обыкновеннаго въ неполяризованномъ эѳирѣ. Мы можемъ, слѣдовательно, сказать и наоборотъ: такъ называемое явленіе Зеемана, т. е. расщепленіе спектральныхъ линій при помощи магнита, есть слѣдствіе поляризаціи эѳира и происходитъ такъ, какъ будто бы атомъ былъ надлежащимъ образомъ измѣненъ посредствомъ давленія.

Наконецъ, въ основу нашего математическаго изслѣдованія, какъ возможную форму атома, мы возьмемъ кольцо, т. е. то тѣло, которое получается при вращеніи круга около оси, не проходящей черезъ его центръ. Мы должны различать здѣсь два случая:

1) ось не пересѣкаетъ вращающагося круга; получаемое кольцо посрединѣ открыто и имѣетъ форму круглой изогнутой проволоки или палочки, короче, форму перстня;

2) ось пересѣкаетъ вращающійся кругъ; получающееся кольцо въ серединѣ закрыто. Мы называемъ эту форму тѣла „лепешкой“; правильнѣе

эта форма нѣсколько напоминаетъ апельсинъ или яблоко. [1])

И въ случаѣ кольца вопросъ о колебаніяхъ еще поддается изслѣдованію, хотя трудности значительно возрастаютъ. Этимъ и ограничивается число тѣлъ, которыя можно было до сихъ поръ изучить математически.

Спектральныя линіи свѣтящагося кольца опредѣляются четырьмя числами, изъ которыхъ каждое должно проходить черезъ рядъ значеній. Проще всего можно представить себѣ этотъ типъ спектра, повторивъ спектръ удлиненнаго эллипсоида вращенія нѣсколько разъ одинъ возлѣ другого, причемъ каждый разъ, конечно, нѣсколько измѣняя взаимное положеніе линій въ вспомогательномъ спектрѣ.

Если представить себѣ повтореннымъ подобнымъ же образомъ спектръ сжатаго эллипсоида вращенія, то получится такая система спектральныхъ линій, которая соотвѣтствуетъ свѣтящемуся тѣлу вращенія второго рода (закрытому тору).

Именно такимъ образомъ и описываютъ Пашенъ и Рунге (Paschen und Runge) группировку спектральныхъ линій въ спектрѣ кислорода и гелія, съ одной стороны, сѣры и селена съ другой. Согласно ихъ описанію спектръ кислорода полу-

---

[1]) Тѣло, получающееся отъ вращенія круга вокругъ прямой, называютъ *торомъ;* двѣ формы, указанныя авторомъ, соотвѣтствуютъ „открытому“ и „закрытому тору“. *Прим. пер.*

чается, если спектръ щелочного металла нѣсколько разъ помѣстить одинъ возлѣ другого, а спектръ сѣры — если въ спектрѣ кислорода извѣстныя группы линій замѣнить отдѣльными яркими линіями.

Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что атомъ кислорода имѣетъ, вѣроятно, форму кольца, а атомъ сѣры—форму лепешки (закрытаго тора).

Очень интересно прослѣдить нѣкоторыя слѣдствія, которыя можно связать съ этими представленіями и результатами. Прежде всего, отъ формы атомовъ зависитъ, повидимому, и химическое сходство элементовъ. На ряду съ притягательными и отталкивательными силами, геометрическая форма атомовъ также должна имѣть значеніе для возможности и устойчивости какого-нибудь соединенія. Такъ, напримѣръ, окиси металловъ должны получаться такъ, что эллипсоидальные атомы металловъ ложатся въ отверстія колецъ кислорода и закрываютъ ихъ.

Молекула воды состоитъ изъ одного атома кислорода и двухъ атомовъ водорода; послѣдніе, какъ мы уже знаемъ, представляютъ тонкіе круглые листочки. Въ отверстіе горизонтально лежащаго кольца налагается, слѣдовательно, сверху и снизу по одному такому тонкому листочку, что и даетъ молекулу воды. Аналогичное строеніе имѣетъ также молекула сѣрнистаго водорода, такъ какъ лепешка атома сѣры сверху и снизу имѣетъ углубленіе, въ которое можетъ помѣститься атомъ водорода.

Здѣсь атомъ водорода всюду можетъ быть замѣненъ эллипсоидальнымъ атомомъ металла или щелочи, что даетъ водныя окиси и окислы и, соотвѣтственно, сѣрнистые металлы. При извѣстныхъ обстоятельствахъ образуются высшія степени окисленія, причемъ на оба атома металла снова налагаются атомы кислорода, дающіе, съ своей стороны, новыя углубленія для дальнѣйшихъ атомовъ металла.

При такомъ представленіи такъ называемая валентность атомовъ зависитъ отъ ихъ формы; нужно отличать валентность относительно водорода (болѣе обще—относительно эллипсоидовъ) и валентность относительно кислорода (болѣе обще—относительно колецъ). Первая равна числу углубленій въ атомѣ, на которыя можетъ накладываться эллипсоидальный атомъ, а послѣдняя равна числу выступовъ или округлостей, на которые можетъ накладываться кольцо.

Было бы особенно интересно изучить химію углеродистыхъ соединеній съ этой точки зрѣнія. Прежде всего въ такомъ случаѣ возникаетъ вопросъ о формѣ атома углерода; спектръ послѣдняго равномѣрно перерѣзанъ спектральными линіями почти по всей его длинѣ; въ силу этого утрачивается возможность установить эмпирически какую-нибудь закономѣрность въ распредѣленіи линій; значитъ, и математическая разработка здѣсь не можетъ оказать помощи. Вопросъ нужно перевернуть, нужно попытаться, на основаніи

химической природы соединенiй углерода съ другими элементами, сдѣлать заключенiе о формѣ атома углерода. Именно по этому пути, слѣдуя въ отношенiи самого углерода методу Лебеля, и пошли Вантъ-Гоффъ и Вернеръ, хотя относительно другихъ элементовъ (за исключенiемъ азота) вопросъ о формѣ атомовъ до настоящаго времени оставлялся въ сторонѣ; это позволило органической химiи существенно улучшить порядокъ и облегчить обзоръ безконечнаго разнообразiя углеродистыхъ соединенiй. Дѣлались различныя предложенiя опредѣлить форму атома углерода такимъ образомъ, чтобы изъ нея можно было получить объясненiе прежде всего такъ называемыхъ изомерныхъ соединенiй. Будутъ ли совмѣстимы эти предложенiя съ изложенными здѣсь воззрѣнiями на валентность, не придется ли, пожалуй, ихъ измѣнить или дополнить—отвѣчать на эти вопросы здѣсь не приходится. Эти вопросы затрудняются тѣмъ, что современная *стереохимiя*, ставящая себѣ задачей наглядное построенiе въ пространствѣ молекулы изъ ея атомовъ, удовлетворяется тѣмъ, что считаетъ цѣлыя группы связанныхъ между собою атомовъ за новыя единицы. Но еслибы удалось въ самомъ дѣлѣ не только воспользоваться формой атома углерода, какъ символомъ для систематическаго расположенiя наблюденiй, но и въ дѣйствительности построить молекулы органической химiи въ ихъ пространственныхъ соотношенiяхъ изъ формы всѣхъ входящихъ атомовъ, то

было бы необходимо всякую отдѣльную группу атомовъ, образующую въ молекулѣ нѣкоторое болѣе тѣсное соединенiе, разрѣшать вновь на ея атомы. Это чрезвычайно осложняетъ задачу и мы должны удовлетвориться здѣсь лишь указанiемъ на нее.

При такомъ построенiи молекулы каждому атому въ молекулѣ принадлежитъ совершенно опредѣленное мѣсто; можетъ быть, у него остается еще настолько свободы, что онъ можетъ на этомъ мѣстѣ совершать колебанiя около извѣстнаго положенiя равновѣсiя. Но мы должны совершенно отказаться отъ широко распространеннаго представленiя, что отдѣльные атомы описываютъ въ молекулѣ сомкнутые пути около извѣстныхъ центровъ,—представленiя, согласно которому каждая молекула представляетъ минiатюрную планетную систему. Это представленiе возникло изъ желанiя дать себѣ отчетъ относительно несомнѣнно существующей „внутренней энергiи“ молекулъ на основанiи механическихъ понятiй. Согласно излагаемымъ здѣсь идеямъ, эта внутренняя энергiя состоитъ во внутреннихъ колебанiяхъ атома, которыя обнаруживаются вовнѣ только отчасти въ видѣ свѣтовыхъ лучей, тогда какъ другая часть обнаруживается въ формѣ электрическихъ или магнитныхъ излученiй; при этомъ они дѣйствуютъ отталкивательно или притягательно и тѣмъ существенно влiяютъ на всѣ взаимодѣйствiя атомовъ. Поскольку здѣсь дѣло идетъ о такъ называемыхъ характер-

ныхъ колебаніяхъ, т. е. о такихъ, которыя безъ всякаго разрыва распространяются изнутри атома наружу въ свѣтовой эѳиръ, то математическая обработка вопроса обнаруживаетъ, что они могутъ распространяться всегда только одновременно изнутри наружу и снаружи внутрь, что такимъ образомъ потерянная внутренняя энергія всегда возмѣщается извнѣ, такъ какъ свѣтовой эѳиръ самъ снова возвращаетъ эту энергію. Тогда какъ этотъ обмѣнъ колебаній при обыкновенныхъ обстоятельствахъ незамѣтенъ у большинства атомовъ и можетъ быть возбужденъ только теплотою или электрической энергіей, доставленной извнѣ, у другихъ элементовъ (какъ радій, торій и пр.) этотъ обмѣнъ происходитъ, повидимому, очень энергично уже при обыкновенныхъ условіяхъ.

Такъ называемая теорія электроновъ старается объяснить внутреннюю энергію молекулъ инымъ путемъ. Она принимаетъ, что съ каждымъ вещественнымъ атомомъ связано большое число „электроновъ", движущихся вокругъ него; сами эти электроны не представляютъ собой ни вещества, ни свѣтового эѳира, а нѣчто третье: электричество. Это представленіе возникло въ связи съ законами движенія іоновъ при электролизѣ и особенно опирается на замѣчательныя явленія внутри Гейсслеровой трубки, а болѣе всего на наблюденія катодныхъ лучей. Эти электроны часто принимаются непосредственно за „пра-атомы", изъ которыхъ и состоитъ собственно вещество: элек-

трическія силы дробятъ вещественные атомы на эти пра-атомы, путями которыхъ являются катодные лучи. Спектральныя линіи должны при этомъ производиться періодическими колебаніями пра-атомовъ около извѣстныхъ положеній равновѣсія, тогда какъ, по мнѣнію другихъ, каждый электронъ обладаетъ опредѣленнымъ собственнымъ движеніемъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ связанъ и съ опредѣленной спектральной линіей; при этомъ число линій въ спектрѣ должно равняться числу электроновъ, связанныхъ съ вещественнымъ атомомъ. Однако, математическій выводъ установленныхъ экспериментально законовъ группировки спектральныхъ линій на основаніи такихъ гипотезъ до сихъ поръ не удался. Въ объясненіи *электрическихъ* явленій эта теорія достигаетъ своей цѣли во многихъ отношеніяхъ; въ отношеніи катодныхъ лучей она не противорѣчитъ высказаннымъ здѣсь воззрѣніямъ о постоянныхъ характерныхъ формахъ атомовъ, такъ какъ нѣтъ никакихъ основаній, почему бы атомъ опредѣленной формы при соотвѣтственныхъ условіяхъ не могъ дробиться на еще меньшія части. Удивительнымъ остается еще только то, что пра-атомы всегда снова соединяются такъ, что по прекращеніи электрическихъ возмущеній вновь образуется первоначальный атомъ. Дальнѣйшее развитіе этихъ замѣчаній завлекло бы насъ въ теорію электричества дальше, чѣмъ это намъ сейчасъ необходимо. Здѣсь нужно только констатировать, что факты, говорящіе въ пользу теоріи электроновъ,

совмѣстимы и съ гипотезой атомовъ опредѣленной формы; въ самомъ дѣлѣ, если принять, что внутри атома имѣютъ мѣсто упругія колебанія, то это совмѣстимо съ тѣмъ представленіемъ, что атомы, въ свою очередь, составляются изъ меньшихъ частицъ, которыя при колебаніяхъ періодически измѣняютъ свое взаимное положеніе.

Наши разсужденія привели насъ къ тому, что въ извѣстномъ рядѣ случаевъ вопросъ о качественномъ различіи химическихъ веществъ сводится къ математической задачѣ формы и числа. Отдѣльный элементъ характеризуется, повидимому, длинами трехъ осей представляющаго атомъ эллипсоида или тѣми числами, которыя опредѣляютъ величину и форму кольца или лепешки. Остается невыясненнымъ при этомъ дальнѣйшій вопросъ, почему можно разсматривать только извѣстныя, совершенно опредѣленныя числовыя группы, только такое число группъ, которое отвѣчаетъ различнымъ элементамъ съ эллипсоидальными или кольцеобразными атомами? Почему нельзя выбрать эти длины осей и другія опредѣляющія числа совершенно произвольно, указывая всегда соотвѣтствующій имъ элементъ? Короче сказать, почему есть только конечное число элементовъ? Почему нѣтъ промежуточныхъ членовъ? Въ природѣ должны существовать силы, которыя намъ еще неизвѣстны и которыя имѣли рѣшающее значеніе при образованіи атомовъ; можетъ быть, онѣ продолжаютъ дѣйствовать еще и понынѣ,

удерживая атомы въ ихъ неизмѣнныхъ формахъ или немедленно уничтожая возникающія гдѣ-либо отступленія и видоизмѣненія. Этотъ вопросъ совершенно аналогиченъ другому вопросу: почему существуетъ или способно существовать только конечное опредѣленное число живыхъ организмовъ? Мы знаемъ, что на образованіе и сохраненіе организмовъ оказывали выдающееся вліяніе борьба за существованіе и выживаніе наиболѣе приспособленнаго; должны ли господствовать и въ неорганической природѣ аналогичныя соотношенія? не должны ли существующіе элементы отличаться отъ другихъ, которые были бы, пожалуй, возможны, тѣмъ, что они лучше всего приспособлены къ существующимъ внѣшнимъ условіямъ? Эти вопросы въ настоящее время мы едвали можемъ облечь въ математическую одежду, еще гораздо меньше мы можемъ отвѣтить на нихъ: до нихъ намъ удалось отодвинуть границы нашего знанія, сведя качественныя особенности вещества на количественныя различія. Будемъ надѣяться, что будущее разрѣшитъ и освѣтитъ также и наши дальнѣйшія сомнѣнія.

Риги, проф. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МАТЕРІИ. Пер. съ итал. 1908. —. 30 к.

Слаби, пр. РЕЗОНАНСЪ И ЗАТУХАНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ВОЛНЪ. Пер. съ нѣм. п. ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.*“ 1909. —. 40 к.

Слаби, проф. БЕЗПРОВОЛОЧНЫЙ ТЕЛЕФОНЪ. Перев. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“. 1909. —. 30 к.

Снайдеръ, Е. КАРТИНА МІРА ВЪ СВѢТѢ СОВРЕМЕННАГО ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ. Пер. съ нѣм. пр. *Завьялова*. 1909. Р. 1. 50 к.

Томпсонъ, С. пр. ДОБЫВАНІЕ СВѢТА. Пер. съ анг. 1909. —. 50 к.

Успѣхи физики. Сборникъ подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“. Второе изданіе. 1907. —. 75 к.

Тромгольтъ, С. ИГРЫ СО СПИЧКАМИ. Пер. съ нѣм. 1907. —. 50 к.

Ушинскій, проф. ЛЕКЦІИ ПО БАКТЕРІОЛОГІИ. Второе изданіе. 1908. Р. 1. 50 к.

Циммерманъ, проф. ОБЪЕМЪ ШАРА, ШАРОВОГО СЕГМЕНТА И ШАРОВОГО СЛОЯ. 1908. —. 25 к.

Шейдъ, проф. ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА. Пер. съ нѣм. подъ ред. лаборанта *Ельчанинова*. 1907. Р. 1. 20 к.

Шмидъ, проф. ФИЛОСОФСКАЯ ХРЕСТОМАТІЯ. Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. *Ланге*. 1907. Р. 1.—

Печатаются и готовятся къ печати:

Клоссовскій, засл. проф. ОСНОВЫ МЕТЕОРОЛОГІИ. (выйдетъ въ свѣтъ въ срединѣ 1909).

Лоренцъ, проф. УЧЕБНИКЪ ФИЗИКИ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Кастерина*. Въ двухъ томахъ (первый томъ выйдетъ въ свѣтъ въ срединѣ 1909 года).

Кэджори, проф. ИСТОРІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ съ нѣкоторыми указаніями для преподавателей. Пер. съ анг. подъ ред. прив.-доц. *Тимченко*.

Ковалевскій, проф. КУРСЪ ДИФФЕРЕНЦІАЛЬНАГО И ИНТЕГРАЛЬНАГО ИСЧИСЛЕНІЙ. Пер. съ нѣм.

Роу, С. ГЕОМЕТРИЧЕСКІЯ УПРАЖНЕНІЯ СЪ КУСКОМЪ БУМАГИ. Перев. съ англійск.

Томсонъ, Дж. КОРПУСКУЛЯРНАЯ ТЕОРІЯ ВЕЩЕСТВА. Пер. съ англ. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“.

Адлеръ, А. ТЕОРІЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХЪ ПОСТРОЕНІЙ. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *Шатуновскаго*.

Пуанкаре, проф. НАУКА И МЕТОДЪ. Перев. съ франц.

Оствальдъ, проф. НАТУРФИЛОСОФІЯ.

Рамзай, проф. ВВЕДЕНІЕ ВЪ ФИЗИЧЕСКУЮ ХИМІЮ. Перев. съ англ. подъ ред. проф. *Меликова*.

Трёльсъ-Лундъ, проф. НЕБО И МІРОВОЗЗРѢНІЕ ВЪ КРУГОВОРОТѢ ВРЕМЕНЪ. Пер. съ нѣм.

Клейнъ, проф. ЛЕКЦІИ ПО ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКѢ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ. Пер. съ нѣм.

Ловелль, проф. ОБИТАЕМОСТЬ МАРСА. Пер. съ англ.

Содди, проф. ЧТО ТАКОЕ РАДІЙ? Пер. съ англ.

Борель-Штэккель, проф. КУРСЪ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ АЛГЕБРЫ.

Марковъ, акад. ИСЧИСЛЕНІЕ КОНЕЧНЫХЪ РАЗНОСТЕЙ. Второе изданіе.

Главный складъ изданій „МАТЕЗИСЪ“: Одесса, Новосельская 66.

Выписывающіе изъ главнаго склада на сумму 5 р. и болѣе за пересылку не платятъ.

Отдѣленіе склада для Москвы: Книжный магазинъ „ОБРАЗОВАНІЕ“ Москва, Кузнечный мостъ 11.