

В. А. ГЕРНЕТЪ.

ОБЪ ЕДИНСТВѢ ВЕЩЕСТВА.



Вѣстникъ Опытной Физики **и Элементарной Математики**

Выходить 24 раза въ годъ отдѣльными выпусками
не менѣе 24-хъ стр. каждый,

подъ редакціей приватъ-доцента В. Ф. Кагана.

Программа журнала: Оригинальныя и переводныя статьи изъ области физики и элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики и физики. Опыты и приборы. Научная хроника. Разныя извѣстія. Математическія мелочи. Темы для сотрудниковъ. Задачи для рѣшенія. Рѣшенія предложенныхъ задачъ съ фамиліями рѣшившихъ. Упражненія для учениковъ. Задачи на премію. Библиографическій отдѣлъ: обзоръ специальныхъ журналовъ; замѣтки о новыхъ книгахъ.

Статьи составляются настолько популярно, насколько это возможно безъ ущерба для научной стороны дѣла.

Предыдущіе семестры были **рекомендованы**: Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. для гимн. муж. и жен., реальн. уч., прогимн., город. уч., учит. инст. и семинарій; Главн. Управл. Воен. Учебн. Зав. — для воен.-учебн. заведеній; Уч. Ком. при Св. Синодѣ — для дух. семин. и училищъ.

Пробный номеръ высылается **бесплатно** по **первому требованію**.

УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ:

Подписная цѣна съ пересылкой за годъ 6 р., за полгода 3 р. Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся, выписывающіе журналъ **непосредственно изъ конторъ редакціи**, платятъ за годъ 4 р., за полугодіе 2 руб. Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой редакціи. **Отдѣльные номера** текущаго семестра по 30 коп., прошлыхъ семестровъ по 25 к.

Адресъ для корресп.: **Одесса. Въ редакцію „Вѣстника Опытной Физики“.**

чл. VІІ класса Николая Чернышова
реального училища

И. Мусозан
осень 1912 года
г. Николаевъ-Чернышова

В. А. ГЕРНЕТЪ.

ОБЪ ЕДИНСТВѢ ВЕЩЕСТВА.



Тип. Акц. Ю.-Р. Общ.
Печ. Дѣла, Одесса,
Пушкинская, № 18.

<http://mathesis.ru>



ОБЪ ЕДИНСТВЪ ВЕЩЕСТВА.

Блестящія открытія послѣдняго времени, сдѣланныя въ соприкасающихся между собой областяхъ физики и химіи, выдвинули на первый планъ вѣковые вопросы о строеніи вещества, о соотношеніяхъ между веществомъ и энергіей и о взаимной превратимости химическихъ элементовъ. Нѣкоторые факты, обнаруженные въ недавнемъ прошломъ,—какъ, напримѣръ, непрерывное выдѣленіе тепла соединеніями радія или превращеніе эманации радія въ гелій,—оказались совершенно необъяснимыми съ точки зрѣнія господствующихъ въ наукѣ ученій, а такъ какъ мы теперь не можемъ, подобно Гегелю, сказать: „тѣмъ хуже для фактовъ“, то является необходимость въ пересмотрѣ тѣхъ основныхъ положеній, на которыхъ зиждутся наши умозрительныя науки. Мы переживаемъ въ настоящее время интересный пере-

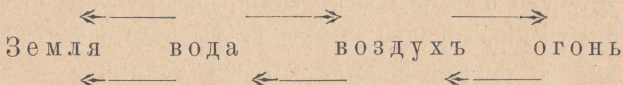
ходной періодъ въ области науки: старые устои начинаютъ колебаться, а новые находятся въ начальной стадіи формировки. Законы вѣчности энергіи и матеріи уживаются съ такими фактами, какъ распадъ атома, какъ вѣчное выдѣленіе тепла радіемъ или превращеніе матеріи въ энергію. Я не имѣю въ виду останавливаться на этой сторонѣ вопроса, не беру на себя задачи выяснить тѣ непримиримыя противорѣчія, которыя существуютъ между основными законами физико-химіи, съ одной стороны, и логическими выводами изъ нѣкоторыхъ новыхъ наблюдений — съ другой. Моя задача уже и скромнѣе: я хочу остановиться на главнѣйшихъ моментахъ въ судьбахъ одной идеи, имѣющей очень длинную исторію, — въ судьбахъ идеи о единствѣ вещества, которая зародилась на зарѣ нашей науки, долгое время была господствующей и руководила изслѣдователями, затѣмъ отошла на задній планъ и временно заглохла, а въ послѣдніе годы снова появилась на сценѣ, но уже въ совершенно новомъ свѣтѣ.

Идея о единствѣ того матеріала, изъ котораго созданы всѣ тѣла природы, беретъ свое начало въ глубокой древности. Уже Аристотель строилъ вещественную природу изъ четырехъ стихій: воздуха, воды, земли и огня, а идеи Аристотеля долго господствовали въ наукѣ. Что древніе не мирились съ четырьмя стихіями и сводили ихъ

къ одному первобытному веществу, на это указываютъ слѣдующія слова изъ „Тимея“ Платона:

„Намъ кажется, что вода, уплотняясь, превращается въ камень и въ землю *); разрѣжаясь, она переходитъ въ вѣтеръ и воздухъ; зажженный воздухъ превращается въ огонь; огонь же, сгущенный и потушенный, снова принимаетъ форму воздуха, а послѣдній превращается въ туманъ, который расплывается въ воду. Изъ воды, наконецъ, получаютъ земля и камни“.

Это соотвѣтствуетъ слѣдующей схемѣ:



Несомнѣнно также, что подъ этими 4-мя стихіями древніе разумѣли не землю, воду, воздухъ и огонь въ тѣсномъ смыслѣ этихъ словъ, а лишь носителей опредѣленныхъ основныхъ свойствъ тѣлъ; огонь являлся носителемъ сухости и тепла, вода — влажности и холода, воздухъ — влажности и тепла, земля — сухости и холода.

Наша химія зародилась въ Египтѣ, и уже самые древніе изъ сохранившихся документовъ го-

*) Въ средніе вѣка алхимики доказывали опытами это превращеніе, и лишь Лавуазье показалъ, что „земля“ получалась при этихъ опытахъ изъ стекла сосудовъ.

ворять о такъ называемомъ „облагораживаніи металловъ“, т. е. о превращеніи обыкновенныхъ металловъ, вродѣ мѣди и свинца, въ благородные—въ золото и серебро. Эта задача считалась главнѣйшей задачей химіи того времени, и въ первые вѣка нашей эры была очень распространена легенда о томъ, какъ демоны снесли съ неба на землю это искусство, называемое *χημεία*, изложенное въ таинственной книгѣ *χημεία* *). Алхимики слѣдующихъ вѣковъ упорно вѣрили въ возможность такого превращенія, и мы можемъ довольно детально прослѣдить, въ какія формы выливалось это ученіе, начиная съ XI или XII вѣка, несмотря на ту таинственность, которой алхимики себя окружали, прекрасно понимая, что тайна превращенія мѣди въ золото лишь до тѣхъ поръ будетъ приносить своему обладателю богатство и власть, пока она останется тайной. По имени мифическаго Гермеса Трисмегистоса, повидимому, тождественнаго съ египетскимъ богомъ Тотомъ, которому преданіе приписываетъ составленіе первыхъ алхимическихъ книгъ, алхимія долго называлась герметическимъ искусствомъ, и алхимики такъ ревниво оберегали свои знанія отъ непосвя-

*) Нѣкоторые полагаютъ, что отсюда происходитъ и названіе науки. Правдоподобнѣе другое мнѣніе, по которому слово химія происходитъ отъ *Chemі* или *Chamі* — древняго названія Египта.

щенныхъ, что самое слово герметическій приобрѣло тотъ смыслъ, который оно въ настоящее время имѣеть: со всѣхъ сторонъ закрытый, никого и ничего не пропускающій.

Твердо вѣря въ возможность превращенія металловъ, алхимики среднихъ вѣковъ естественно допускали, что металлы имѣютъ общія составныя части. Такъ, Альбертъ Магнусъ (род. въ 1193 году) полагалъ, что металлы состоятъ изъ мышьяка, сѣры и воды; Арнольдъ Вилланованусъ, жившій во 2-й половинѣ XIII вѣка въ Испаніи, Парижѣ, Италіи и Сициліи, а также Раймундъ Луллъ (1235—1315, Испанія) допускали, что металлы состоятъ только изъ ртути и сѣры, при чемъ послѣдній считалъ ртуть и сѣру составными частями всѣхъ тѣлъ. Ихъ взгляды подробно развиты въ сочиненіяхъ анонимнаго автора, извѣстнаго подъ именемъ Псевдо-Гебера, такъ какъ его сочиненія приписывались знаменитому Геберу; Псевдо-Геберъ, жившій не раньше XIV вѣка (Геберъ въ X и XI), также считаетъ ртуть и сѣру составными частями металловъ, но допускаетъ, кромѣ того, еще и мышьякъ. Ртуть и сѣра, содержащіяся въ металлахъ въ разныхъ пропорціяхъ и въ разной степени чистоты, не тождественны съ обыкновенными ртутью и сѣрой, а — подобно стихіямъ Аристотеля — являются лишь носителями опредѣлен-

ныхъ свойствъ: ртуть — блеска, тягучести и плавкости, сѣра — измѣняемости отъ огня. Обыкновенная ртуть содержитъ сѣру, а въ благородныхъ металахъ она чище. Превращеніе металловъ дѣлается при помощи „медикаментовъ“, которые по своей „силѣ и добродѣтели“ дѣлятся на три порядка: 1) вызывающіе несущественныя измѣненія въ металахъ; 2) сообщающіе неблагороднымъ металламъ лишь нѣкоторыя свойства благородныхъ и 3) философскій камень, иначе великій эликсиръ, или *magisterium*. Философскому камню приписывали чудодѣйственную силу:

„Возьми кусокъ этого драгоцѣннаго медикамента величиною съ бобъ, говоритъ Раймундъ Луллъ въ своемъ *Testamentum novissimum*. Брось его въ тысячу унцій ртути, — послѣдняя превратится въ красный порошокъ. Прибавь унцію этого порошка на тысячу унцій ртути — и она также превратится въ красный порошокъ. Если изъ этого порошка взять одну унцію и бросить его въ тысячу унцій ртути, то все превратится въ медикаментъ. Брось унцію этого медикамента на новую тысячу унцій ртути — и она также превратится въ медикаментъ. Брось унцію этого новаго медикамента еще на тысячу унцій ртути — и она вся превратится въ золото, которое лучше рудничнаго“.

Полагали, кромѣ того, что философскій камень способенъ излѣчивать болѣзни, продлять человѣче-

скую жизнь на 400 лѣтъ и даже болѣе, и объясняли долготѣе библейскихъ патріарховъ тѣмъ, что имъ была извѣстна тайна философскаго камня. Къ концу средневѣковаго періода философскій камень приобрѣлъ даже способность творить живыя существа...

Исаакъ Голландусъ (1-я половина XV в.) и Базиліусъ Валентинусъ (2-я половина XV в.) считали всѣ тѣла состоящими изъ ртути, сѣры и соли, какъ носителя твердости и огнеупорности. Эти взгляды интересны потому, что на нихъ именно основаль свои ятрохимическія ученія знаменитый Парацельзъ (1493—1541), который поставилъ алхиміи новую задачу — исцѣленіе болѣзней, — и съ котораго начинается новый періодъ, такъ называемый ятрохимическій, въ исторіи алхиміи. Парацельзъ даже болѣзни приписывалъ измѣненіямъ равновѣсія между этими составными частями всѣхъ тѣлъ и въ томъ числѣ органовъ человѣка: избытокъ сѣры производитъ лихорадку и моровую язву; ртути — параличъ и меланхолію, соли — поносъ и водянку, выдѣленіе ртути — ревматизмъ, перегонка ея изъ однихъ органовъ въ другія — бѣшенство и т. д. Только для объясненія пищеваренія и желудочныхъ заболѣваній онъ допускалъ существованіе въ желудкѣ добраго духа Архея, который руководитъ идущими внутри организма процессами,

но ученики Парацельза пошли дальше и изгнали Архея изъ желудка.

Идеи Валентинуса о составныхъ частяхъ тѣлъ такъ глубоко укоренились въ умахъ, что отъ нихъ не могли отдѣлаться даже наиболѣе добросовѣстные и точные изслѣдователи XVI и даже XVII вѣковъ. Такъ, ван-Гельмонтъ (1577—1644), собравшій очень много фактовъ въ пользу неизмѣняемости металловъ, все же являлся сторонникомъ „облагораживанія“ металловъ и въ своихъ сочиненіяхъ поэтому часто самъ себя противорѣчилъ. Раздѣляя взгляды Валентинуса, онъ въ то же время считалъ воду главнѣйшей составной частью тѣлъ, исходя изъ своихъ наблюденій надъ горѣніемъ и надъ разведеніемъ растений въ водѣ. Идеи Валентинуса отстаивалъ Гомбергъ (ум. 1715 въ Парижѣ); Іоаннъ Кункель (1630—1702), весьма добросовѣстный изслѣдователь, всю свою жизнь посвятилъ отысканію способовъ превращенія металловъ въ золото, хотя уже ихъ современникъ, знаменитый Робертъ Бойль (1627—1691), установилъ правильное понятіе о химическомъ элементѣ съ нашей точки зрѣнія, считая элементами неразложимыя составныя части сложныхъ тѣлъ, присутствіе которыхъ можетъ быть экспериментально доказываемо. Іоаннъ Іоахимъ Бехеръ (1635—1682), одинъ изъ послѣднихъ алхимиковъ

старого періода, лишь замѣнилъ элементы Валентинуса тремя землями, допуская, что всѣ неорганическія вещества состоятъ изъ меркуріальной, остекляемой и горючей земель. Последнему элементу, т. е. горючей землѣ (*terra pinguis*), суждено было сыграть важную роль въ исторіи алхиміи, такъ какъ Георгъ Эрнстъ Сталь (1660—1734) превратилъ ее въ флогистонъ. Взгляды Сталя создали новую эру въ исторіи алхиміи, носящую названіе „вѣка флогистона“, стали господствующими и привлекли многихъ послѣдователей, среди которыхъ мы встрѣчаемъ такія имена, какъ Блекъ, Кавендишъ, Маргграфъ, Шееле, Бергманъ, Пристлей.

Сущность теоріи флогистона заключается въ допущеніи, что всѣ горючія вещества, а также и металлы, способные обжигаться, содержатъ общую составную часть — гипотетическій флогистонъ, улетучивающійся при обжиганіи и сгораніи этихъ веществъ. Чѣмъ легче загорается и чѣмъ полнѣе сгораетъ вещество, тѣмъ оно богаче флогистономъ. Уголь считался почти чистымъ флогистономъ. Продуктъ горѣнія + флогистонъ даютъ первоначальное вещество. Такъ, напримѣръ, при обжиганіи мѣди теряетъ флогистонъ и превращается въ черную окись мѣди. Если черную окись мѣди смѣшать съ углемъ и прокалить, то она соединяется

съ флогистономъ и превращается въ металлическую мѣдь. Простота объясненій, широкія обобщенія въ такой степени ослѣпили и Сталя и его послѣдователей, что даже вѣсы не въ силахъ были убѣдить ихъ въ томъ, что они заблуждаются, и понадобился весь геній Лавуазье (1743—1794), чтобы разрушить эти остатки алхимическихъ заблужденій и направить дальнѣйшее развитіе химіи по тому руслу, по которому оно течетъ до нашихъ дней. Установивъ законъ вѣчности вещества и, главное, какъ вполне справедливо указалъ Н. Н. Бекетовъ *), проводя рѣзкую грань между матеріей, съ одной стороны, и энергіей, съ другой, онъ разсѣялъ послѣдніе остатки тумана, который еще застилалъ истину передъ глазами такихъ опытныхъ экспериментаторовъ, какъ ван-Гельмонтъ, Кункель, Бехеръ, Кавендишъ, Шееле, Пристлей и др. Съ эпохи Лавуазье начинается новая, небывалая эра въ исторіи химіи, и блестящія открытія слѣдуютъ одно за другимъ съ изумительной быстротой. Законъ Гэ-Люссака о расширеніи газовъ (1802), опредѣленіе точнаго состава воды (Гэ-Люссакъ и Гумбольдъ, 1805), открытіе щелочныхъ металловъ (Дэви, 1808), появленіе атомистической гипотезы Дальтона (1808), законы объемныхъ

*) Рѣчь на Менделѣевскомъ съѣздѣ въ 1907 г.

отношеній при реакціяхъ въ газообразномъ состояніи (Гэ-Люссака, 1808), законъ Авогадро (1811), электрохимическая теорія Берцеліуса (1819), а также открытіе цѣлаго ряда новыхъ элементовъ *) блистательно доказали, что Лавуазье направилъ усилія изслѣдователей по надлежащему руслу. Законъ Авогадро далъ вѣрный путь для установки истинныхъ атомныхъ вѣсовъ и для вывода формулъ сложныхъ тѣлъ, а Дюма и Берцеліусъ съ значительной точностью опредѣлили атомные вѣса главнѣйшихъ элементовъ. Въ короткое время, словомъ, была собрана масса новыхъ фактовъ и создано то стройное ученіе, которое въ серединѣ прошлаго вѣка получило названіе „новой химіи“ въ отличіе отъ химическихъ ученій доатомистическаго періода.

Но всѣ эти блистательныя открытія не умертвили, однако, старой идеи о взаимной превратимости химическихъ элементовъ, а лишь оттѣснили ее на задній планъ. Человѣческій умъ неохотно мирился съ представленіемъ о 60 или 70 первоначальныхъ веществахъ, изъ которыхъ созданъ міръ; многочисленность элементовъ представляла

*) Цирконій (1795), хромъ (1797), теллуръ (1798), палладій и родій (1804), осмій и придій (1804), калий и натрій (1808), іодъ (1812), кадмій (1817), селенъ (1817), литій (1818), кремній (1823), бромъ (1826), алюминій (1827), торій (1828) ванадій (1830).

и представляет для него загадку, къ которой онъ отъ времени до времени возвращается. Но времена измѣнились: въ теченіе нѣсколькихъ вѣковъ идея о превратимости элементовъ, — главнымъ образомъ, металловъ, — была руководящей нитью изслѣдователей, и, если она не являлась „рабочей гипотезой“ въ современномъ смыслѣ этого слова, то во всякомъ случаѣ въ ней алхимики находили моральную поддержку, а теперь она утратила это значеніе, и въ теченіе ста лѣтъ химія лишь удѣляла ей свои досуги, отдавая главные силы рѣшенію задачъ иного рода.

Уже на зарѣ „новой“ химіи, въ 1815 и 1816 г.г., появились два анонимныхъ трактата, авторомъ которыхъ оказался впоследствии Прюттъ. Его гипотеза общеизвѣстна. Полагая, что атомные вѣса элементовъ по отношенію къ водороду выражаются цѣлыми числами, онъ высказалъ предположеніе, что водородъ является родоначальникомъ всѣхъ элементовъ, атомы которыхъ являются, такъ сказать, продуктами конденсаціи водородныхъ атомовъ. Эта гипотеза нашла на первыхъ порахъ многочисленныхъ приверженцевъ: въ пользу ея высказались Томсонъ (другъ Дальтона), Гмелинъ, Дюма, Эрдманъ, Маршанъ и даже тотъ самый Стасъ, который впоследствии опровергъ ее своими точными опредѣленіями атомныхъ вѣсовъ. Работы Берцели-

у са, Маршана, Дюма и Мариньяка также совершенно разбили гипотезу Прюта. Два послѣднихъ изслѣдователя, особенно Мариньякъ, пытались, впрочемъ, спасти ея обломки, допуская сложность водороднаго атома, вслѣдствіе чего отношенія атомныхъ вѣсовъ элементовъ къ вѣсу атома водорода должны бы выражаться либо цѣлыми числами, либо цѣлыми числами съ дробями $\frac{1}{2}$, если атомъ водорода способенъ дробиться на 2, или $\frac{1}{4}$, если онъ дѣлится на 4 меньшихъ атома. Когда опредѣленія Стаса опровергли и эти допущенія, то Мариньякъ сдѣлалъ еще одну попытку отстоять свои взгляды, указывая на рядъ возможныхъ источниковъ ошибокъ въ опредѣленіяхъ Стаса. Усилія Мариньяка не спасли, однако, гипотезы Прюта, и она сошла со сцены, хотя нельзя сказать, что она погребена окончательно. И въ наши дни есть ея сторонники. Наиболѣе виднымъ изъ нихъ является Гинрихсъ, неутомимо разыскивающій ошибки въ опредѣленіяхъ атомныхъ вѣсовъ и отстаивающій утвержденіе, что атомные вѣса элементовъ кратны половины атомнаго вѣса водорода. Онъ справедливо указываетъ на то, что при каждомъ опредѣленіи атомнаго вѣса при помощи той или иной химической реакціи, атомные вѣса остальныхъ элементовъ, участвующихъ въ реакціи, принимаются извѣстными, постоянными, вслѣдствіе чего

всѣ ошибки опыта, ошибки неизбѣжныя, всецѣло падаютъ на опредѣляемый атомный вѣсъ. Когда же при помощи этого „провѣреннаго“ атомнаго вѣса A предпринимаются провѣрка какого-либо другого атомнаго вѣса B , то, кромѣ новыхъ экспериментальныхъ ошибокъ, на атомный вѣсъ B вліяютъ еще и старыя ошибки, содержащіяся въ вѣсѣ A , такъ что постепенно происходитъ накопленіе погрѣшностей, и числа, доставляемые самыми точными и тщательными опытами, становятся все менѣе и менѣе надежными. Въ послѣднее время Гинрихсомъ предпринята громадная работа: перечисленіе атомныхъ вѣсовъ всѣхъ элементовъ съ цѣлью болѣе „справедливаго“ распределенія экспериментальныхъ ошибокъ. Я позволю себѣ этимъ ограничиться, такъ какъ тѣ положенія, изъ которыхъ при своихъ вычисленіяхъ исходитъ Гинрихсъ, кажутся мнѣ не вполне свободными отъ возраженій.

Не излагая всѣхъ попытокъ объяснить многочисленность химическихъ элементовъ, я не могу пройти молчаніемъ двухъ изъ нихъ: попытокъ Крукса и Морозова.

Круксъ въ весьма остроумной рѣчи, опираясь на свои работы надъ фракціонированіемъ рѣдкихъ земель и на періодическую систему элементовъ, рисуетъ образную картину образованія химическихъ элементовъ изъ первобытнаго про-

тила. Аморфная матерія, говоритъ онъ, вообще обладаетъ стремленіемъ къ агрегаціи, независимымъ отъ тяготѣнія, такъ какъ оно одинаково проявляется въ средѣ равной, меньшей или большей плотности. Облака, стягивающіяся въ одну кучу, частички углерода въ воздухѣ, собирающіяся въ комочки и опускающіяся въ видѣ сажи, химическіе осадки, сперва мелко раздробленные, аморфные, которые затѣмъ становятся хлопьевидными, зернистыми или кристаллическими, вихревые кольца, образующіяся въ дымѣ, — все это проявленія того всеобщаго стремленія природы создавать опредѣленныя формы, которое, по мнѣнію Крукса, привело къ сгущенію протила въ атомы вещества.

Благодаря процессу, аналогичному охлажденію *), наступилъ моментъ, когда изъ аморфнаго протила образовались первые атомы вещества; атомы эти тотчасъ же стали носителями энергіи, а энергію они могли почерпнуть только изъ окружающаго ихъ протила. Такимъ образомъ, образованіе первыхъ атомовъ способствовало „охлажденію“ протила, т. е. образованію новыхъ ато-

*) Словомъ „охлажденіе“ приходится пользоваться вслѣдствіе отсутствія болѣе подходящаго термина. Процессъ, о которомъ идетъ рѣчь, не могъ быть „охлажденіемъ“, такъ какъ наши представленія о температурѣ неразрывно связаны съ атомомъ.



мовъ. Сравнивая процессъ „охлажденія“ протила и дифференцированія изъ него атомовъ съ постепенно замирающими колебаніями маятника, Круксъ строить періодическую систему элементовъ: каждое полное колебаніе даетъ одинъ большой періодъ. Въмѣстѣ съ атомами явились и тѣ формы энергіи, которыя нуждаются въ атомѣ, чтобы проявить себя, и которыя, между прочимъ, обуславливаютъ то, что мы называемъ теперь атомнымъ вѣсомъ. Понятно поэтому, что протилъ не имѣлъ атомнаго вѣса, ибо не имѣлъ атомовъ. Круксъ надѣляетъ его отрицательнымъ атомнымъ вѣсомъ, роняя по пути нѣсколько словъ о мірѣ невидимомъ. Ему, какъ убѣжденному спириту, это простительно, но для насъ понятіе объ отрицательномъ атомномъ вѣсѣ лишено всякаго содержанія.

Взгляды Морозова, изложенные въ его книгѣ: „Періодическія системы строенія вещества“**), а также сообщенные имъ на Менделѣевскомъ съѣздѣ и представляющіе плоды его многолѣтнихъ размышленій, сводятся къ слѣдующему.

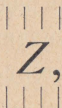
Показавъ, что углеводородные радикалы (карбогидриды, какъ ихъ называетъ авторъ) располагаются въ правильныя періодическія системы, поразительно сходныя съ системой Менделѣева,

**) Изд. т-ва И. Д. Сытина. Москва. 1907.

— при чемъ предѣльные углеводороды отвѣчаютъ элементамъ нулевой группы: гелію, неону, аргону и т. д., одновалентные радикалы, вродѣ метила, этила и т. д., — одновалентнымъ элементамъ, и т. д. — Морозовъ естественно приходитъ къ мысли, что и химическіе элементы, — археогелиды, какъ онъ ихъ называетъ, построены аналогично карбогидридамъ. Вопросъ лишь въ томъ, изъ чего они построены. Для рѣшенія этого вопроса естественнѣе всего, по мнѣнію Морозова, обратиться къ даннымъ спектральныхъ наблюденій надъ звѣздами и, главнымъ образомъ, надъ туманностями, такъ какъ туманности, по современнымъ возрѣніямъ, представляютъ формирующіеся міры, изъ нихъ „образуются свѣтила со всѣми ихъ металлами и металлоидами“ *). Но въ спектрахъ туманностей наблюдаются лишь линіи неизвѣстнаго на землѣ и на звѣздахъ вещества, такъ называемаго „небулярія“ или „небулозія“, гелія и лишь нѣкоторыя линіи водорода. Такъ какъ часть линій водорода отсутствуетъ, то водородъ туманностей не можетъ быть признанъ тождественнымъ водороду земли. Локьеръ называетъ его протоводородомъ. Вотъ, очевидно, тотъ матерьялъ, изъ котораго создались земные элементы. Небулярію Морозовъ даетъ

*) Ib., стр. VI.

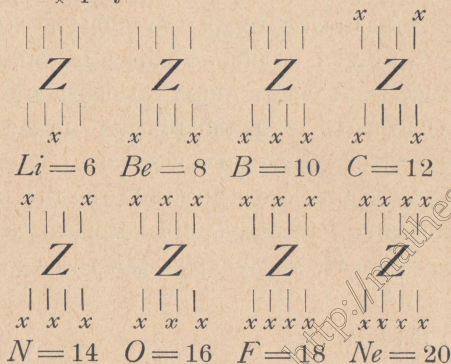
атомный вѣсъ 4 и надѣляетъ его 8-ю электроотрицательными единицами сродства, обозначая его черезъ



атомъ гелія онъ считаетъ состоящимъ изъ двухъ податомовъ, связанныхъ двойной связью, и обозначаетъ его черезъ



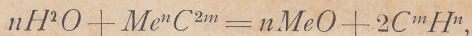
гдѣ точка обозначаетъ электроположительный пунктъ сдѣяленія; атомный вѣсъ первичнаго гелія (протогелія) равенъ, такимъ образомъ, половинѣ атомнаго вѣса, т. е. 2, и обозначается черезъ x . Атомъ протоводорода будетъ h — съ атомнымъ вѣсомъ, равнымъ 1. Для атомовъ „простѣйшихъ“ элементовъ получимъ слѣдующія схематическія формулы:



Атомные вѣса литія, берилія, бора и фтора оказываются меньше истинныхъ на единицу каждый (въ круглыхъ числахъ). Это уклоненіе можетъ быть объяснено, по мнѣнію автора, либо присутствіемъ протоводорода, находящагося въ особомъ состояніи, либо присутствіемъ электроновъ. Для остальныхъ элементовъ получаются формулы, аналогичныя формуламъ углеводовъ и ихъ радикаловъ, какъ алифатическихъ, такъ и циклическихъ.

Не останавливаясь на этихъ формулахъ, я позволю себѣ дополнить указанную аналогію между системой земныхъ элементовъ, съ одной стороны, и углеводовъ и ихъ радикаловъ, съ другой — слѣдующими данными *). Какъ извѣстно, громаднѣйшіе запасы углеводовъ на землѣ мы находимъ въ нефти. Среди различныхъ теорій происхожденія нефти наибольшей популярностью пользуется теорія Менделѣева; по этой теоріи нефть образовалась и теперь образуется дѣйствіемъ воды на раскаленные массы углеродистыхъ металловъ, — главнымъ образомъ, углеродистаго желѣза, — составляющихъ значительную часть внутренняго ядра земного шара. Реакція образованія нефти можетъ быть изображена слѣдующимъ уравненіемъ:

*) Ib., стр. 321—323.



гдѣ *Me* обозначаетъ металлъ, *MeO* — его окисель. Въ эпоху образованія химическихъ элементовъ водорода не могло быть въ земномъ ядрѣ; огромная скорость его молекулъ унесла бы его очень скоро за предѣлы земного притяженія. По вычислениямъ Г. Н. В у а н і а *), слой водорода, имѣющій въ толщину 1 см. и покрывающій всю планету, улетучился бы въ міровое пространство при $+27^\circ C$ въ 222 года **), тогда какъ такой же слой гелія при тѣхъ же условіяхъ ушелъ бы въ $8,4 \times 10^{10}$ лѣтъ. Естественно поэтому предположить, что въ составъ архаическаго океана входилъ вмѣсто водорода протогелій. Если еще вмѣсто углеродистыхъ металловъ вообразимъ себѣ соединенія архаическихъ металловъ съ тѣмъ небуляріемъ, который мы обозначили черезъ *Z*, то приведенное выше уравненіе превратится въ слѣдующее:



т. е. наряду съ окислами первыхъ металловъ, бывшихъ на землѣ, образовались изъ небулярія и протогелія элементы, построенные аналогично угле-

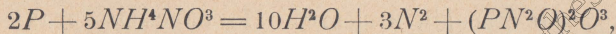
*) Chem. News, 81, 217. Цитировано по Морозову, стр. 316—317.

**) Принимая, что поступательныя скорости молекулъ вверху и внизу атмосферы одинаковы.

водородамъ нефти. Водородъ вошелъ въ составъ этихъ элементовъ позднѣе, и тогда они приобрѣли общую формулу $Z^m x^n h^p$.

*
*

Такимъ образомъ, въ истекшемъ столѣтіи не было недостатка въ попыткахъ объяснить многочисленность химическихъ элементовъ, но оно не дало ни единого факта въ пользу возможности превращенія одного элемента въ другой. Всѣ попытки воспроизвести это превращеніе оказались неудачными. Одной изъ послѣднихъ по времени попытокъ была работа профессора Fittica, который утверждалъ, что ему удалось получить мышьякъ при окисленіи краснаго фосфора азотно-кислымъ аммоніемъ. Смѣшивая 2 гр. аморфнаго фосфора, не содержащаго мышьяка, съ 12.9 гр. порошка азотнокислаго аммонія, Fittica нагрѣвалъ эту смѣсь въ трубкѣ, слѣдя за тѣмъ, чтобы температура смѣси не поднималась выше 200° С. Продукты реакціи, кромѣ окисловъ фосфора, содержали 20% и даже больше мышьяковистаго ангидрида, который, по мнѣнію Fittica, образовался по уравненію:



гдѣ PN^2O = мышьяку; иначе говоря, мышьякъ является, по Fittica, сложнымъ тѣломъ, состоящимъ изъ фосфора, азота и кислорода. Атомный

вѣсъ мышьяка равенъ 75; атомный вѣсъ $P = 31$, $N = 14.01$, $O = 16^*)$, т. е. вѣсъ группы PN^2O равенъ $31 + 2 \times 14.01 + 16 = 75.02$ — совпаденіе съ экспериментальнымъ атомнымъ вѣсомъ почти полное. Несмотря на рядъ весьма вѣсскихъ возраженій, которыя были вызваны этой работой Fittica со стороны наиболѣе опытныхъ экспериментаторовъ, напримѣръ, Cl. Winkler'a, онъ остался при своемъ мнѣніи и опубликовалъ еще работы о превращеніяхъ мышьяка и азота въ сурьму, бора и кислорода въ кремній.

Старые методы^{*)} химическаго изслѣдованія оказались недостаточнымъ орудіемъ для рѣшенія вопросовъ о превращеніи элементовъ и объ единствѣ вещества: несмотря на всѣ усилія неутомимыхъ экспериментаторовъ на протяжении тысячи лѣтъ, не удалось даже приблизиться къ рѣшенію этихъ задачъ. Физическая химія, развившаяся въ отдѣльную науку лишь въ послѣднія десятилѣтія XIX вѣка, дала новые методы изслѣдованія, а рядъ открытій, сдѣланныхъ въ послѣднія десятилѣтія минувшаго вѣка въ областяхъ физики и химіи, подготовилъ почву и намѣтилъ общій планъ работы для выясненія вопроса о строеніи вещества. Не описывая этихъ открытій, — они общеизвѣстны, — я лишь восполь-

*) Беру послѣднія данныя 1909 г.

зуюсь нѣкоторыми выводами изъ нихъ, отчасти приподнимающими ту завѣсу, которая до послѣдняго времени скрывала отъ насъ тайны строенія вещества. Но прежде я позволю себѣ освѣжить въ памяти читателя нѣсколько хронологическихъ датъ, которыя, — мнѣ кажется, — довольно ярко рисуютъ общую картину интересующихъ насъ открытій.

Въ 1879 — 1880 гг. В. Круксъ, изслѣдуя электрическій разрядъ въ очень разрѣженныхъ газахъ, открылъ такъ называемые катодные лучи; это открытіе возбудило большой интересъ, и изслѣдованіемъ новыхъ лучей занялись наиболѣе выдающіеся физики.

Почти въ то же время (1881 г.) Гельмгольцъ на фарадеевскомъ чтеніи впервые заговорилъ объ единицѣ электрическаго заряда (электрическій зарядъ іона, около 10^{-20} въ абсолютныхъ электромагнитныхъ единицахъ), о той самой единицѣ, которая впослѣдствіи, по предложенію Джонстона Стоней, получила названіе электрона и легла въ основаніе электронной теоріи, играющей теперь такую видную роль.

Спустя 15 лѣтъ Рѣнтгенъ совершенно случайно открываетъ такъ называемые x -лучи, испускаемые той частью крутковой трубки, на которую падаютъ катодные лучи. Любопытныя

свойства этихъ лучей, ихъ способность проникать сквозь непрозрачныя для обыкновеннаго свѣта тѣла привлекають къ нимъ общее вниманіе и возбуждаютъ новый интересъ къ круксовой трубкѣ и къ явленіямъ, въ ней и вокругъ нея происходящимъ.

Уже въ слѣдующемъ (1896) году Беккерель публикуетъ рядъ наблюденій надъ открытыми имъ невидимыми лучами, испускаемыми соединеніями урана; онъ доказываетъ, что эти лучи аналогичны лучамъ Рѣнтгена, и что способность выдѣлять ихъ представляетъ специфическую особенность урановыхъ соединеній, не зависящую отъ фосфоресценціи; соли урана, сохраняемыя въ темнотѣ, все время даютъ такіе лучи безъ замѣтнаго ослабленія ихъ интенсивности. Работы Беккереля привлекають вниманіе г-жи Кюри, которая при помощи своего мужа занялась изслѣдованіемъ природныхъ урановыхъ соединеній и которой удалось уже въ 1898 г. открыть радій и полоній и доказать радиоактивность торія. Последнее открытіе было сдѣлано также Шмидтомъ независимо отъ Кюри. Въ слѣдующемъ году Дебирнъ открываетъ новый радиоактивный элементъ — актиній.

Всѣ перечисленныя работы относились частью къ области теоріи электрическихъ явленій, частью къ области изученія лучедѣятельности и источ-

никовъ новыхъ лучей. Между этими двумя областями скоро была обнаружена тѣсная связь. Почти всѣ новые лучи оказались потоками быстро несущихся частицъ, снабженныхъ электрическими зарядами.

Въ совершенно другой области работаль Рамзай. Изслѣдуя сдѣланное лордомъ Релеемъ наблюдение, что атмосферный азотъ тяжелѣе азота, полученнаго изъ химическихъ соединеній, онъ въ 1894 г. открылъ новую составную часть воздуха — аргонъ, которая рѣзко отличалась отъ всѣхъ остальныхъ тогда извѣстныхъ веществъ своей неспособностью вступать въ какія бы то ни было химическія соединенія. Въ поискахъ за природными соединеніями аргона онъ въ слѣдующемъ году получилъ изъ минерала клевета гелій, а изобрѣтеніе машинъ для сжиженія большихъ количествъ воздуха, относящееся къ тому же времени, облегчило ему выдѣленіе изъ воздуха спутниковъ аргона — неона, ксенона и криптона, сходныхъ съ нимъ по химическимъ свойствамъ. Почти 10 лѣтъ эти работы Рамзая и его сотрудниковъ оставались совершенно изолированными, и казалось, что между ними и остальными перечисленными открытіями нѣтъ никакой связи.

Эта связь совершенно неожиданно обнаружилась, когда въ 1903 г. Рамзай опубликовалъ

сдѣланное имъ совмѣстно съ Содди наблюденіе, что такъ называемая „эманація“ радія самопроизвольно переходитъ въ гелій. Это открытіе, подтвержденное затѣмъ многими другими изслѣдователями, явилось первымъ доказаннымъ и преврѣннымъ случаемъ превращенія элементовъ, первымъ частнымъ рѣшеніемъ тысячелѣтней задачи.

Взгляды на строеніе вещества въ настоящее время не вполне еще установились. Во всякомъ случаѣ старые атомы перестали быть атомами въ тѣсномъ смыслѣ этого слова и превратились въ сложныя системы болѣе мелкихъ частицъ, находящихся въ непрерывномъ и очень быстромъ движеніи и образующихъ, вѣроятно, нѣчто вродѣ нашей солнечной системы. Уже въ послѣднемъ изданіи „Основъ химіи“ Д. И. Менделѣевъ говоритъ *):

„Атомъ есть недѣлимое не въ геометрическомъ или абстрактномъ смыслѣ, а только въ реальномъ, физическомъ и химическомъ. А потому лучше было бы назвать атомы индивидуумами, недѣлимыми. Греческій атомъ равенъ индивидууму на латинскомъ языкѣ — по суммѣ и смыслу словъ, но исторически этимъ двумъ словамъ приданъ разный смыслъ. Индивидуумъ механически и геометрически дѣлимъ и

*) Стр. 157, изд. 7-е.

только въ опредѣленномъ, реальномъ смыслѣ недѣлимъ. Земля, солнце, человѣкъ, муха суть индивидуумы, хотя геометрически дѣлимы. Такъ, атомы современныхъ естествоиспытателей, недѣлимые въ химическомъ смыслѣ, составляютъ тѣ единицы, съ которыми имѣютъ дѣло при разсмотрѣніи естественныхъ явленій вещества, подобно тому, какъ при разсмотрѣніи людскихъ отношеній человѣкъ есть недѣлимая единица, или какъ въ астрономіи единицею служатъ свѣтила — планеты, звѣзды“.

Если атомы дѣйствительно представляютъ скопленія мельчайшихъ движущихся пылинокъ, то невольно является вопросъ: откуда же ихъ необычайная прочность? Въдѣ никакія прокаливанія, никакіе химическіе процессы не въ силахъ разрушить атомъ, и атомный вѣсъ является во всѣхъ химическихъ явленіяхъ величиной безусловно постоянной. На этотъ вопросъ можетъ быть единственный отвѣтъ: прочность атома обусловливается чрезвычайной скоростью движенія составляющихъ его частичекъ. Извѣстно, что струя воды, падающая съ высоты 500 метровъ, т. е. имѣющая въ концѣ паденія скорость около 100 метровъ, не можетъ быть разрублена острой саблей: остріе отскакиваетъ отъ нея, какъ отъ стали, а скорость тѣхъ частичекъ, которыя находятся въ атомѣ, во много разъ больше. Она измѣ-

рется десятками и сотнями тысячъ километровъ въ секунду.

Эти составныя части атомовъ вылетаютъ изъ катода кружковой трубки, выбрасываются раскаленными металлическими проволоками, радіемъ и другими радіоактивными веществами, а послѣднія наблюденія показали, что радіоактивность, хотя и въ очень слабой степени, является, если не общимъ свойствомъ тѣлъ, то свойствомъ во всякомъ случаѣ очень распространеннымъ. На главнѣйшихъ свойствахъ этихъ частицъ я позволю себѣ вкратцѣ остановиться.

Катодные лучи, состоящіе изъ заряженныхъ отрицательнымъ электричествомъ частичекъ, такъ называемыхъ электроновъ, быстро несущихся отъ катода по нормалямъ къ его поверхности, отклоняются какъ магнитнымъ, такъ и электрическимъ полемъ, перпендикулярнымъ къ поверхности лучей. Величина d отклоненія конца пучка катодныхъ лучей, длина котораго равна l , подъ вліяніемъ магнитнаго поля H можетъ быть измѣрена непосредственнымъ опытомъ. Съ другой стороны, если массу частички мы обозначимъ черезъ m , ея скорость черезъ v и зарядъ черезъ e , а ускореніе, которое она пріобрѣтаетъ подъ вліяніемъ магнитной силы, черезъ a , то во время t конецъ пучка катодныхъ лучей отклонится,

очевидно, на разстояніе

$$d = \frac{1}{2} w t^2;$$

такъ какъ $t = l/v$, а w , какъ ускореніе, равно силѣ Hev , дѣленной на массу m , то

$$d = \frac{1}{2} \cdot \frac{Hev}{m} \left(\frac{l}{v} \right)^2 = \frac{Hel^2}{2mv}. \quad (1)$$

Величину d' отклоненія конца пучка катодныхъ лучей, длина котораго равна l' , подъ вліяніемъ перпендикулярнаго къ направленію катодныхъ лучей электрическаго поля F , найдемъ такимъ же образомъ:

$$d' = \frac{1}{2} \cdot \frac{Fe}{m} \left(\frac{l'}{v} \right)^2 = \frac{Fel'^2}{2mv^2}. \quad (2)$$

Равенства (1) и (2) даютъ:

$$v = \frac{F}{H} \cdot \frac{l'^2}{l^2} \cdot \frac{d}{d'} \text{ и } \frac{e}{m} = 2 \frac{F}{H^2} \cdot \frac{l'^2}{l^4} \cdot \frac{d^2}{d'^2}.$$

Отношеніе e/m , т. е. отношеніе заряда отдѣльнаго электрона въ потокѣ катодныхъ лучей къ его массѣ, оказывается постояннымъ, изъ какого бы вещества ни былъ сдѣланъ катодъ и какимъ бы газомъ ни была наполнена трубка; выраженное въ абсолютныхъ электро-магнитныхъ единицахъ, это отношеніе равно 1.7×10^7 . Скорость полета электроновъ мѣняется въ зависимости отъ давленія газа въ трубкѣ. При наибольшихъ разрѣже-

ніяхъ она достигаетъ $\frac{1}{3}$ скорости свѣта и можетъ падать до $\frac{1}{10}$ скорости свѣта.

Лучи, испускаемые солями радія, были изслѣдованы Рѣдгеффордомъ (Rutherford). Онъ нашелъ, что радій даетъ три рода лучей и обозначилъ ихъ черезъ α , β и γ . Лучи β во всемъ подобны катоднымъ лучамъ; они несутъ отрицательные заряды и для нихъ отношеніе e/m равно тому же отношенію для электроновъ крутковой трубки. Лучи α заряжены положительно и оказались сходными съ такъ называемыми „закатодными“ лучами крутковой трубки; для нихъ отношеніе e/m значительно меньше (порядка 10^4). Лучи γ совершенно сходны съ лучами Рѣнтгена.

Тѣло, заряженное отрицательно и помѣщенное въ воздухъ или иномъ газѣ, будучи освѣщено ультра-фіолетовыми лучами, тотчасъ же начинаетъ терять свой зарядъ, несмотря на самое тщательное изолированіе. Это явленіе было открыто Гальваксомъ въ концѣ 80-ыхъ годовъ и изслѣдовано Риги, Столѣтовымъ и Дж. Дж. Томсономъ. Опыты Томсона показали, что отъ тѣла отдѣляются отрицательно заряженныя частички, для которыхъ e/m приближается къ тому же отношенію для лучей β и катодныхъ лучей, т. е. выражается величиной порядка 10^7 .

Такое же отношеніе отрицательнаго заряда къ массѣ было найдено для частицъ, отдѣляющихся

отъ отрицательнаго угля вольтовой дуги и отъ раскаленной и заряженной отрицательно угольной нити, помѣщенной въ атмосферѣ водорода.

Такимъ образомъ, различные атомы: атомы металловъ, изъ которыхъ сдѣланъ катодъ кружковой трубки, или атомы газа, въ ней содержащагося, атомы радія, торія, актинія и другихъ радиоактивныхъ веществъ, атомы угля — способны выдѣлять изъ себя при извѣстныхъ условіяхъ мельчайшія частицы, несущія отрицательные заряды и между собой, повидимому, совершенно тождественныя. Электроны можно поэтому считать однимъ изъ тѣхъ матеріаловъ, изъ которыхъ построены атомы, а, можетъ быть, и единственнымъ матеріаломъ.

Для опредѣленія массы электрона надо опредѣлить его зарядъ. Это было сдѣлано Д. Ж. Томсономъ и Г. Вильсономъ на основаніи наблюденій надъ конденсаціей водяныхъ паровъ въ средѣ, гдѣ имѣются электроны, т. е. куда проникаютъ лучи β радія или другіе, имъ аналогичные. Извѣстно, что водяной паръ можетъ быть охлажденъ значительно ниже температуры, при которой онъ насыщаетъ пространство, при чемъ, если атмосфера не содержитъ пылинокъ, конденсація не наступаетъ, туманъ не образуется. Роль пылинокъ могутъ играть электроны, вокругъ которыхъ наступаетъ конденсація, и которые явля-

ются тогда центрами мельчайшихъ водяныхъ капелекъ. Охлажденіе пара, насыщающаго пространство, производится при помощи адиабатическаго расширенія его, а по скорости, съ какой образовавшіяся капельки осѣдаютъ на дно сосуда, можно вычислить вѣсъ капелекъ. Опредѣливши общій вѣсъ осѣвшей воды и раздѣливъ его на вѣсъ капли, найдемъ число образовавшихся капелекъ, а опредѣливъ общій зарядъ осѣвшей воды и раздѣливъ его на число капелекъ, найдемъ зарядъ отдѣльной капельки, т. е. того электрона, вокругъ котораго она образовалась. По этому методу Дж. Дж. Томсонъ впервые вычислилъ зарядъ электрона и нашелъ его равнымъ 3.8×10^{-10} абсолютныхъ электростатическихъ единицъ. Если надъ сосудомъ, гдѣ ведется опытъ, помѣстить тѣло, заряженное положительнымъ электричествомъ такимъ образомъ, чтобы его притяженіе удерживало капельки въ равновѣсіи, т. е. чтобы туманъ не осѣдалъ, то, очевидно,

$$F = e\rho,$$

гдѣ F — электрическая сила, e — зарядъ капельки, равный заряду электрона, и ρ — вѣсъ капельки, опредѣляемый по скорости ея осѣданія. По этому методу Г. Вильсонъ нашелъ для e значеніе 3.1×10^{-10} абсолютной электростатической единицы или 10^{-20} абсолютной электромагнитной единицы, а этотъ зарядъ равенъ заряду положитель-

наго электричества, который несетъ каждый іонъ водорода, каждый эквивалентъ металла при электролизѣ растворовъ; этотъ самый зарядъ Гельмгольцъ еще въ 1881 г. называлъ „электрическимъ зарядомъ іона“. Такъ какъ далѣе для водорода отношеніе заряда къ массѣ

$$\frac{e}{M} = 10^4,$$

то $M:m = 1.7 \times 10^7 : 10^4 = 1700$, т. е. масса электрона приблизительно въ 1700 разъ меньше массы атома водорода, т. е. „атомный вѣсъ“ электрона равенъ приблизительно 0.00006, если только можно говорить объ атомномъ вѣсѣ электрона. Я дѣлаю послѣднюю оговорку, такъ какъ существуетъ мнѣніе, что матеріальность электроновъ является только кажущейся, и что электроны представляютъ не мельчайшія частички вещества, а частички электричества, атомы электрической энергіи. Дѣйствительно, движущееся электричество обладаетъ инерціей и въ этомъ отношеніи сходно съ массой. Если движется наэлектризованное тѣло, масса котораго равна m , а скорость v , то, какъ показываетъ теорія, кромѣ кинетической энергіи $\frac{1}{2} mv^2$, оно обладаетъ еще дополнительной энергіей, зависящей отъ скорости движенія тѣла, его формы, размѣровъ, величины заряда и отъ свойствъ среды, гдѣ происходитъ движеніе.

Для шара радіуса r съ равномерно распреѣленнымъ на немъ зарядомъ e эта дополнительная энергія дается выраженіемъ

$$\frac{\mu e^2 v^2}{3r},$$

гдѣ μ есть магнитная проникаемость среды, въ которой происходитъ движеніе. Если представимъ себѣ электронъ въ видѣ заряда e , распреѣленного на поверхности нематеріальной сферы радіуса r , то приведенное выше выраженіе дастъ намъ весь запасъ энергіи несущагося со скоростью v электрона. Эта энергія можетъ быть превращена во всякую другую совершенно подобно тому, какъ превращается кинетическая энергія $\frac{1}{2}mv^2$ движущейся со скоростью v массы m . Въ этой аналогіи съ движущейся массой и заключается разгадка того, почему электроны производятъ впечатлѣніе матеріальныхъ частичекъ. То, что мы называемъ массой электрона, должно лишь удовлетворять условію

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{\mu e^2 v^2}{3r},$$

или

$$m = \frac{2}{3} \frac{\mu e^2}{r}. \quad (3)$$

Эта формула справедлива, впрочемъ, лишь для случаевъ, когда v много меньше скорости свѣта.

Изъ равенства (3) имѣемъ:

$$r = \frac{2}{3} \mu \frac{e}{m} e,$$

а, такъ какъ величина μ близка къ единицѣ, e/m , какъ мы видѣли, порядка 10^7 , а e порядка 10^{-20} , то величина r , т. е. радіусъ электрона, будетъ порядка 10^{-13} . Такъ какъ линейные размѣры матеріальныхъ атомовъ давно уже оцѣнены и выражаются числами порядка 10^{-8} , то радіусъ электрона приблизительно въ 100 000 разъ меньше радіуса матеріальнаго атома, а объемъ электрона во столько разъ меньше объема матеріальнаго атома, во сколько разъ объемъ земного шара меньше объема сферы, описанной радіусомъ, въ 5 разъ превышающимъ разстояніе отъ солнца до земли*). Такимъ образомъ, размѣры атома водорода вполне достаточны, чтобы внутри его умѣстилась цѣлая солнечная система электроновъ.

Представляютъ ли электроны единственный матеріалъ, изъ котораго построены атомы вѣсистой матеріи, это, конечно, вопросъ открытый, и на него, мнѣ кажется, можно отвѣтить лишь тѣмъ, что намъ пока нѣтъ надобности допускать обрат-

*) „Электронная теорія“ И. Боргмана въ словарѣ Брокгауза.

ное, и что мы всегда успѣемъ это сдѣлать, если факты насъ къ тому принудятъ. Мы можемъ принять, что электрически нейтральные атомы представляютъ системы движущихся паръ положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ, и что въ случаѣ выдѣленія изъ такого комплекса электроновъ одного отрицательнаго электрона у насъ остается положительно заряженный іонъ вродѣ тѣхъ, которые составляютъ α -лучи радія или закатодные лучи. Можемъ также вмѣстѣ съ Дж. Дж. Томсономъ распредѣлить отрицательные электроны внутри сѣры положительнаго электричества. И въ томъ и въ другомъ случаѣ мы приходимъ къ выводу, что наши вѣсомые атомы представляютъ лишь устойчивую форму электрической энергіи, а такъ какъ вопросъ о взаимномъ превращеніи разныхъ формъ энергіи давно уже рѣшенъ экспериментально, то мы изъ приведеннаго выше положенія можемъ выбросить слово „электрической“. Такимъ образомъ, тотъ дуализмъ, — матерія и энергія, — который составлялъ одну изъ элементарнѣйшихъ истинъ нашей науки, оказывается однимъ изъ крупнѣйшихъ заблужденій, а самые фундаментальные и общіе законы природы — законъ сохраненія вещества и законъ сохраненія энергіи — нуждаются въ новой формулировкѣ.

<http://nauchisnu.ru>

II.

Разсматривая матерію, какъ энергію, мы можемъ вычислить запасъ этой энергіи, содержащейся въ 1 граммѣ вещества. Допустимъ, что матерія состоитъ изъ электроновъ, обладающихъ скоростью, равной $\frac{1}{3}$ скорости свѣта. Тогда

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \frac{0.001}{9.81} 10^{16} = 5.1 \times 10^9 \text{ кгм.}$$

Этой энергіи достаточно, по расчету Le Bon'a, чтобы $4\frac{1}{4}$ раза обвести по экватору земного шара товарный поѣздъ изъ 40 вагоновъ по $12\frac{1}{2}$ тоннъ каждый. Эта энергія эквивалентна приблизительно энергіи, содержащейся въ 2.83 милліонахъ килограммовъ каменнаго угля. Легко вычислить, что тотъ, кто нашелъ бы способъ утилизировать эту энергію, смогъ бы превращать мѣдную копѣйку въ сотни тысячъ рублей.

Какъ ни грандіозны полученные числа, они подтверждаются другими расчетами. Такъ, г-жа Кюри нашла, что 1 гр. радія выдѣляетъ въ часъ около 80 малыхъ калорій, а позднѣйшая работа Швейдлера (E. V. Schweidler) и Гесса (V. F. Hess) даетъ даже 118 граммъ-калорій въ часъ, что, вѣроятно, точнѣе. Возьмемъ 100 калорій въ часъ; въ годъ это даетъ

$$24 \times 365 \times 100 = 876\,000 \text{ калорій,}$$

а, если принять продолжительность жизни радія въ 1000 лѣтъ, то за все время онъ выдѣлитъ 876 000 большихъ калорій, что составитъ около 3.7×10^8 килограмметровъ. Это число нѣсколько меньше предыдущаго, но вѣдь не вся энергія радія превращается въ тепло: значительная часть ея уходитъ въ видѣ лучей другого рода. Д-р Д. Томсонъ, исходя изъ своей корпускулярной теоріи вещества, получаетъ около 10^9 килограмметровъ, а Максъ Абрагамъ (Max Abraham) приходитъ къ выводу, что 1 граммъ электроновъ несетъ запасъ энергіи около 6×10^{13} джаулей, что составляетъ около 6×10^{12} килограмметровъ.

Такимъ образомъ, оставаясь на изложенной точкѣ зрѣнія, мы должны сказать, что то, что мы называемъ нынѣ веществомъ, представляетъ колоссальный, неисчерпаемый запасъ энергіи, и что, если найдется человѣкъ, который сумѣетъ использовать этотъ запасъ энергіи, то онъ станетъ властителемъ міра, такъ какъ ему удастся разсѣять „тѣнь царицы міра“ — зловѣщую энтропію*).

Прежде, чѣмъ разстаться съ этой областью идей, я позволю себѣ сдѣлать изъ всего сказаннаго нѣсколько общихъ выводовъ.

*) См. брошюру: Проф. Ф. Ауэрбахъ. „Царица міра и ея тѣнь“. Изд. 4-е. 1909. Одесса. „Mathesis“.

Наиболѣе молодые, созидающіеся міры посылаютъ намъ лишь лучи водорода, гелія и неизвѣстнаго элемента, который былъ раньше названъ небуляріемъ или небулозіемъ. Это элементы, имѣющіе наименьшіе атомные вѣса. Если допустить, что атомы современныхъ намъ элементовъ образовались постепенно изъ указанныхъ трехъ веществъ, какъ полагаетъ Морозовъ, или изъ протила Крукса, или, наконецъ, изъ электроновъ,—во всякомъ случаѣ наиболѣе правдоподобнымъ явится предположеніе, что первые появившіеся на свѣтъ атомы обладали наименьшимъ атомнымъ вѣсомъ, и что изъ нихъ и первобытнаго вещества или только изъ послѣдняго постепенно образовались все болѣе и болѣе тяжелые атомы. Если это такъ, то наиболѣе старыми изъ извѣстныхъ намъ на землѣ элементовъ являются: радій съ атомнымъ вѣсомъ 226.4, торій (232.42) и уранъ (238.5). Но эти элементы являются, какъ мы знаемъ, въ высшей степени радіоактивными. Такимъ образомъ, радіоактивность, т. е. способность атома распадаться на его составныя части, является признакомъ его старческаго состоянія. И сами собою напрашиваются дальнѣйшіе выводы. Слѣдовательно, въ будущемъ,—въ будущемъ, конечно, очень отъ насъ отдаленномъ,—атомы нашихъ элементовъ, еще больше устарѣютъ, ихъ способ-

ность распадаться еще больше усилится и такъ называемыя радіоактивныя явленія будутъ проявляться все въ большей и большей степени; наша земля раскалится до бѣла, вслѣдствіе сильнаго выдѣленія тепла, и, въ концѣ концовъ, вся превратится въ лучи, и теперь выдѣляемые радіоактивными веществами, и распадется на тотъ матеріаль, изъ котораго она медленно и постепенно создавалась на протяженіи неисчислимыхъ вѣковъ. Это распаденіе должно сопровождаться громаднымъ выдѣленіемъ тепла и свѣта, и возможно, что мы уже были свидѣтелями подобныхъ явленій, наблюдая такъ называемыя „временныя звѣзды“, какъ полагаетъ Ле Бонъ (Le Bon*).

При всякомъ изслѣдованіи явленій природы наиболѣе важной цѣлью является обнаруженіе такъ называемыхъ константъ, т. е. тѣхъ постоянныхъ чиселъ, которыя управляютъ міромъ, ибо обнаружить константу значитъ открыть одинъ изъ законовъ природы. Въ теченіе ста лѣтъ атомные вѣса элементовъ были безспорными константами въ области науки, и ихъ опредѣленіе съ наибольшей степенью точности потребовало массы усилій со стороны самыхъ выдающихся химиковъ со временъ Стаса и до нашихъ дней

*) G. Le Bon. „L'Evolution des forces“. Paris. 1907 pp. 92—93.

и, несомнѣнно, не меньшихъ усилій потребуеъ еще въ будущемъ. Но, если атомъ, какъ было сказано, рождается, живетъ, — правда, очень и очень долго, — и, наконецъ, умираетъ, рассыпаясь на іоны и электроны, при чемъ, конечно, вѣсь его непрерывно, хотя и крайне медленно, измѣняется, то не становится ли его атомный вѣсь числомъ, постояннымъ на „опредѣленный срокъ“, пока намъ неизвѣстный?

III.

На атомныхъ вѣсахъ извѣстныхъ намъ химическихъ элементовъ я хочу, въ заключеніе, остановить вниманіе читателя. Въ списокъ химическихъ элементовъ, ежегодно публикуемый международной комиссіей по атомнымъ вѣсамъ, внесены въ 1909 году 81 элементъ. Главнѣйшей задачей комиссіи является тщательный анализъ всѣхъ работъ, посвященныхъ провѣркѣ атомныхъ вѣсовъ извѣстныхъ уже элементовъ и опредѣленію атомныхъ вѣсовъ элементовъ вновь открытыхъ и исправленіе и дополненіе списка атомныхъ вѣсовъ, ежегодно дѣлаемое на основаніе этого анализа. Нѣтъ сомнѣній, что значительно большая часть нынѣ общепринятыхъ атомныхъ вѣсовъ опредѣлена, несмотря на всѣ усилія, съ недостаточной точностью. Объясняется это громадными трудностями задачи и многочисленными

источниками ошибокъ, о которыхъ было бы слишкомъ долго говорить. Въ таблицѣ 1909 года атомный вѣсъ водорода (1.008) приведенъ съ тремя десятичными знаками, 27 атомныхъ вѣсовъ — съ двумя, 49 — съ однимъ и 4 выражены въ цѣлыхъ числахъ. Эти послѣдніе принадлежатъ очень рѣдкимъ и мало изученнымъ элементамъ *) и, несомнѣнно, опредѣлены съ весьма малой степенью точности. Наибольшаго вниманія заслуживаютъ атомные вѣса, приведенные съ двумя десятичными знаками, такъ какъ это тѣ именно вѣса, которые являлись предметомъ болѣе тщательнаго изученія; имъ посвящено громадное, сравнительно, количество спеціальныхъ работъ, хотя, конечно, приведенные въ таблицѣ десятичные знаки не могутъ считаться окончательно установленными. Остановливаясь на этихъ 27 элементахъ, мы видимъ, что атомные вѣса четырехъ изъ нихъ выражаются цѣлыми числами съ нулями на мѣстахъ десятыхъ и сотыхъ **), для 14 элементовъ отклоненіе отъ цѣлаго значенія или отъ цѣлаго значенія съ дробью 0.5 не превышаетъ ± 0.10 и для двухъ оно заключается между 0.10 и 0.12; такимъ образомъ изъ 27

*) Лютецій, неонъ, ксенонъ и неоптерой.

**) Въ число этихъ 4-хъ элементовъ входитъ и кислородъ, атомный вѣсъ котораго (16.00), положенъ въ основу всей таблицы.

атомныхъ вѣсовъ 20 уклоняются не больше, чѣмъ на ± 0.12 , и лишь 7 отходятъ дальше. Это такъ же трудно объяснить только случайностью, какъ и то, что изъ 49 атомныхъ вѣсовъ, помѣщенныхъ съ однимъ десятичнымъ знакомъ, 16 выражаются цѣлыми числами и 10 уклоняются на 0.1 отъ цѣлаго значенія. Такимъ образомъ, и гипотезу Проута нельзя считать окончательно похороненной. О мнѣніи Гинриха было уже сказано выше.

Подводя итоги, мы должны признать прежде всего, что атомы химическихъ элементовъ перестали быть атомами въ точномъ смыслѣ этого слова, но что они представляютъ сложныя системы болѣе мелкихъ частичекъ вещества, находящихся въ чрезвычайно быстромъ движеніи. Затѣмъ мы не можемъ не признать, что рѣзкая грань между веществомъ и энергіей исчезла, и мы имѣемъ возможность наблюдать, какъ превращается въ энергію вещество,—если продолжать называть такъ устойчивую форму энергіи. Наконецъ, взаимное превращеніе химическихъ элементовъ, завѣтная мечта, которая увлекала много поколѣній алхимиковъ на протяженіи двухъ тысячелѣтій, стала въ наши дни несомнѣннымъ фактомъ, правда, пока лишь для весьма ограниченного

числа элементовъ, и нѣтъ невозможнаго въ допущеніи, что эманация радія сыграетъ въ будущемъ ту роль, которую долженъ былъ сыграть философскій камень нашихъ предшественниковъ.

Трудно учесть всѣ разнообразныя послѣдствія этихъ открытій послѣднихъ лѣтъ, тѣмъ болѣе, что въ картинѣ, постепенно развертывающейся передъ нами, еще очень много туманныхъ пятенъ, которыя приходится дорисовывать при помощи фантазіи. Одно несомнѣнно: мы стоимъ на порогѣ новой эры въ наукѣ, и за туманной завѣсой, скрывающей отъ насъ тайны творенія, строенія и взаимнаго превращенія химическихъ элементовъ, уже вырисовываются заманчивыя перспективы, обѣщающія человѣку новые богатѣйшіе источники могущества и власти надъ мертвой природой.





<http://mathesis.ru>

Вышли въ свѣтъ слѣдующія изданія:

1 и 2. **Абрагамъ**, проф. СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКѢ, составл. при участ. мног. проф. и преподав. физики. Пер. съ фр. подъ ред. прив.-доц. *Б. П. Вейнберга*.

Часть I: XVI+272 стр. Со мног. (свыше 300) рис. Ц. 1 р. 50 к. *)

Часть II: LXXV+434 стр. со мног. (свыше 400) рис. Ц. 2 р. 75 к.

3. **С. Арреніусъ**, проф. ФИЗИКА НЕБА. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. VIII+250 стр. Съ 68 рис. и 1 черн. и 1 цвѣтн. табл. Ц. 2 р. *)

4. УСПѢХИ ФИЗИКИ. Сборн. статей о важн. откр. послѣдн. лѣтъ въ общедоступн. изл., подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элемент. Матем.“. IV+144 стр. Съ 41 рис. и 2 табл. Изд. 2-е. Ц. 75 к. *)

5. **Ф. Ауэрбахъ**, проф. ЦАРИЦА МІРА И ЕЯ ТѢНЬ. Общедоступн. изл. основаній ученія объ *энергіи и энтропіи*. Пер. съ нѣм. Съ предисл. *Ш. Э. Гильома*. VIII+56 стр. Изд. 4-е. Ц. 40 к. *)

6. **С. Ньюкомъ**, проф. АСТРОНОМІЯ ДЛЯ ВСѢХЪ. Пер. съ англ. Съ предисл. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. XXIV+285 стр. Съ портр. автора, 64 рис. и 1 табл. Ц. 1 р. 50 к. *)

7. **Г. Веберъ и І. Вельштейнъ**. ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ. **Томъ I.** ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ АЛГЕБРЫ, обработ. проф. *Веберомъ*. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*. Книга I.

*) Учен. Ком. М. Н. П. допущено въ учен., старш. возр., библ. средн. учебн. заведеній, а равно и въ безпл. нар. библ. и читальни.

ОСНОВАНИЯ АРИΘΜΕΤΙΚИ. Книга II. АЛГЕБРА. Книга III. АНАЛИЗЪ. 650 стр. Ц. 3 р. 50 к. *)

8. **Дж. Перри**, проф. ВРАЩАЮЩИЙСЯ ВОЛЧЕКЪ. Публ. лекція. Пер. съ англ. VII+96 стр. 63 рис. Изд. 2-е. Ц. 60 к. *)

9. **Р. Дедекиндъ**, проф. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И ИРРАЦИОНАЛЬНЫЯ ЧИСЛА. Пер. прив.-доц. *С. Шатуновскаго*, съ прил. его статьи: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХЪ ЧИСЕЛЪ. Изд. 2-е. 40 стр. Ц. 40 к. *)

10. **К. Шейдъ**, проф. ПРОСТЫЕ ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА. Пер. съ нѣм. п. ред. лаб. Новорос. унив. *Е. С. Ельчанинова*. 192 стр. Съ 79 рис. Ц. 1 р. 20 к.

11. **Э. Вихертъ**, проф. ВВЕДЕНІЕ ВЪ ГЕОДЕЗИЮ. Лекціи для преподав. средн. учебн. заведеній. Пер. съ нѣм. 80 стр. Съ 41 рис. Ц. 35 к. *)

12. **Б. Шмидъ**. ФИЛОСОФСКАЯ ХРИСТОМАТІЯ. Пособіе для средн. учебн. зав. и для самообраз. Пер. съ нѣм. п. ред. проф. *Н. Н. Ланге*. 170 стр. Ц. 1 р. *)

13. **С. Тромгольтъ**. ИГРЫ СО СПИЧКАМИ. Задачи и развлеченія. Пер. съ нѣм. 146 стр. Со мн. рис. Ц. 50 к.

14. **А. Риги**, проф. СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРІЯ ФИЗИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ. (Радиоактивность, іоны, электроны). Пер. съ 3-го (1907) итал. изд. XII+156 стр. 21 рис. Ц. 1 р. *)

15. **В. Ветгэмъ**, проф. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТІЕ ФИЗИКИ. Пер. съ англ. п. ред. прив.-доц. *Б. П. Вейнберга* и *А. Р. Орбинскаго*. Съ прилож. рѣчи перваго министра Англіи *A. J. Balfour*: НѢСКОЛЬКО МЫСЛЕЙ О НОВОЙ ТЕОРІИ ВЕЩЕСТВА. VIII+319 стр. Съ портр., 6 отд. табл. и 33 рис. Ц. 2 р. *)

16. **П. Лакуръ** и **Я. Аппель**. ИСТОРИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Пер. съ нѣм. подъ ред. „Вѣстн. Оп. Физ. и Элем. Матем.“. Въ двухъ томахъ. 880 стр. Съ 799 рис. и 6 отд. табл. Ц. 7 р. 50 к. *)

*) Учен. Ком. М. Н. П. признана заслуживающей вниманія при пополн. учен. библ. средн. учебн. заведеній.

17. **А. В. Клоссовскій**, проф. ФИЗИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ. Изд. 2-е, испр. и доп. 45 стр. Ц. 40 к.

18. **С. А. Аррениусъ**, ОБРАЗОВАНИЕ МИРОВЪ. Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. Имп. Юрьев. Унив. *К. Д. Покровскаго*. VIII+200 стр. Съ 60 рис. Ц. 1 р. 75 к.*).

19. **Н. Г. Ушинскій**, проф. ЛЕКЦИИ ПО БАКТЕРИОЛОГИИ. VIII+136 стр. Съ 34 рис. на 15 отд. табл. Ц. 1 р. 50 к.

20. **В. Ф. Каганъ**, прив.-доц. ЗАДАЧА ОБОСНОВАНИЯ ГЕОМЕТРИИ. 35 стр. Съ 11 рис. Ц. 35 к.

21. **В. Циммерманъ**, проф. ОБЪЕМЪ ШАРА ШАРОВОГО СЕГМЕНТА и ШАРОВОГО СЛОЯ. 34 стр. Ц. 25 к.*.

22. **О. Леманъ**, проф. ЖИДКІЕ КРИСТАЛЛЫ и ТЕОРИИ ЖИЗНИ. Пер. съ нѣм. 48 стр. Съ 30 рис. Ц. 40 к.

23. **Г. Гейбергъ**, проф. НОВОЕ СОЧИНЕНИЕ АРХИМЕДА. Пер. съ нѣм. 44 стр. Ц. 40 к.*).

24. **А. Риги**, проф. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МАТЕРІИ. Пер. съ ит. 28 стр. Ц. 30 к.*).

25. **Г. Ковалевскій**, проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ ИСЧИСЛЕНИЕ БЕЗКОНЕЧНО МАЛЫХЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. пр.-доц *С. Шатуновскаго*. 8+140 стр. Съ 18 черт. Ц. 1 руб.*).

26. **Б. Вейнбергъ**, прив.-доц. СНѢГЪ, ИНЕИ, ГРАДЪ, ЛЕДЪ, и ЛЕДНИКИ IV+127 стр. 8°. Съ 138 рис. и 2 фототип. табл. Ц. 1 руб.*).

27. **Томпсонъ Сильванусъ**. ДОБЫВАНІЕ СВѢТА. Общедоступная лекція. VIII+88 стр. Съ 28 рис. Ц. 50 к.*).

28. **А. Слаби**, проф. РЕЗОНАНСЪ и ЗАТУХАНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ВОЛНЪ. 42 стр. Съ 36 рис. Ц. 40 к.

*) Учен. Ком. М. Н. П. признала заслуживающей вниманія при пополн. учен. библи. средн. учебн. заведеній.

29. **К. Снайдеръ**, КАРТИНА МИРА ВЪ СВѢТѢ СОВРЕМЕННАГО ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ. Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. *В. В. Завьялова*. VIII+193 стр. 8°. Съ 16 отд. портрет. Ц. 1 р. 50 к.

30. **В. Рамзай**, проф. БЛАГОРОДНЫЕ и РАДИОАКТИВНЫЕ ГАЗЫ. Пер. подъ ред. *Вьстн. Опытн. Физ. и Эл. Мат.* 37 стр. 16°. Съ 16 рис. Ц. 25 к.

31. **К. Бруни**, проф. ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ. Пер. съ итал. подъ ред. *Вьстн. Опытн. Физ. и Эл. Матем.* 37 стр. 16°. Ц. 25 к.

32. **Р. С. БОЛЛЪ**, проф. ВѢКА и ПРИЛИВЫ, Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго* 104 стр. 8°. Съ 4 рис. и 1 табл. Ц. 75 к.

33. **А. Слаби**, проф. БЕЗПРОВОЛОЧНЫЙ ТЕЛЕФОНЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. *Вьстн. Оп. Физ. и Эл. Матем.* 28 стр. 8°. Съ 23 рис. Ц. 30 к.

34. **Л. Кутюра**, АЛГЕБРА ЛОГИКИ. Пер. съ фр. съ прибавленіями проф. *И. Слешинскаго*. 128 стр. 8°. Ц. 90 к.

Веберъ и Вельштейнъ, проф. ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ГЕОМЕТРІИ. Т. II, кн. I. Основанія геометріи. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*. VIII+366 стр. 8°. Съ 144 черт. и 6 рис. Ц. 3 р.

36. **Ф. Линдеманъ**. ФОРМА и СПЕКТРЪ АТОМОВЪ. Рѣчь ректора Мюнхенск. унив. Перев. съ нѣм. 25 стр. 16°. Изд. 2-е. Ц. 15 коп.

37. **Г. Лоренцъ**, проф. КУРСЪ ФИЗИКИ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина* Т. I. VIII+348 стр. Съ 236 рис. Ц. 2 р. 75 к. (Т. II печатается).

Имѣются на складѣ:

Д. Ефремовъ. НОВАЯ ГЕОМЕТРІЯ ТРЕУГОЛЬНИКА. 334+XIII стр. Ц. 2 руб.

Ф. Мультионъ, проф. ЭВОЛЮЦІЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ. 90 стр. съ 12 рис. Ц. 50 коп.



31083

П Е Ч А Т А Ю Т С Я:

Ф. Кеджорк, проф. ИСТОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ. Переводъ съ англійск. подъ ред. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко*.

А. Клоссовскій, проф. ОСНОВЫ МЕТЕОРОЛОГИИ (учебникъ). Около 35 печати, лист. больш. формата.

Суздара Роу. ГЕОМЕТРИЧЕСКІЯ УПРАЖНЕНІЯ СЪ КУСКОМЪ БУМАГИ. Пер. съ англійскаго.

Дж. Дж. Томсонъ, проф. КОРАУСКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ ВЕЩЕСТВА. Пер. съ англ. подъ ред. *В. О. Ф. и Эл. Мат.*

Г. Пуанкаре, проф. НАУКА и МЕТОДЪ. Перев. съ франц. подъ ред. прив.-доц. *В. Ф. Кагана*.

Г. Ковалевскій, проф. КУРСЪ ДИФФЕРЕНЦІАЛЬНАГО и ИНТЕГРАЛЬНАГО ИСЧИСЛЕНІЙ. Съ нѣм. подъ ред. *С. Шатуновскаго*.

В. Рамзай. ВВЕДЕНІЕ ВЪ ФИЗИЧЕСКУЮ ХИМИЮ. Перев. съ англ. подъ ред. проф. *П. Г. Меликова*.

Оствальдъ В., проф. НАТУРФИЛОСОФІЯ. Съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *Л. Мандельштама*.

Веберъ и Вельштейнъ, проф. ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ. Томъ II. кн. 2 и 3. ТРИГОНОМЕТРИЯ, АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ и СТЕРЕОМЕТРИЯ.

Г. Лоренцъ, проф. КУРСЪ ФИЗИКИ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина*. Т. II.

Подробный каталогъ изданій высыпается по требованію бесплатно.

Выписывающіе изъ главнаго склада изданій „МАТЕЗИСЪ“ (Одесса, Новосельск., 66) на сумму 5 р. и болѣе за пересылку не платятъ.

Отдѣленіе склада для Москвы: Книжный магазинъ „Образованіе“, Москва, Кузнецкій мостъ, 11. Отдѣленіе склада для С.-Петербурга: Книжный магазинъ **Г. С. Цукермана**, С.-Петербургъ, Александр. пл., 5.



Тип. Акц. Ю.-Р. Общ.
Печ. Дѣла. Одесса,
Пушкинская, № 18.

Цена 25 коп.