

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Радиоактивныя явленія.

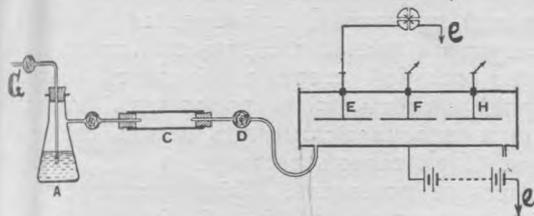
Статья Ф. Содди.

(Продолженіе *).

Скорость исчезновенія активности эманации торія. Если при помощи струи воздуха удалить эманацию отъ окиси торія и перевести ее въ металлическій, герметически закрытый сосудъ, снабженный проходящей внутри изолированной мѣдной проволокой, то измѣненіе радиоактивности эманации можетъ быть прослѣжено по измѣненію ионизаціоннаго тока между центральной проволокой и стѣнками цилиндра. Такимъ именно способомъ Рутерфордъ показалъ, что активность отдѣленной отъ торія эманации уменьшается въ геометрической прогрессіи и достигаетъ половины начальной величины черезъ одну минуту (приблизительно). Такой законъ измѣненія можетъ быть выраженъ формулой $\frac{I_t}{I_0} = e^{-\lambda t}$, въ которой радиоактивная постоянная имѣетъ величину $\frac{1}{86}$ или $1,16 \cdot 10^{-2}$. Черезъ десять минутъ послѣ отдѣленія эманации отъ торія ея активность падаетъ до одной тысячной начальной, что представляетъ изъ себя величину уже на границѣ возможности наблюденія.

Удобный приборъ для изученія эманации торія изображенъ на фиг. 1. Определенное количество изслѣдуемаго препарата торія кладется

ватой не задерживается и проходитъ дальше въ цилиндръ, гдѣ и ионизируетъ воздухъ. Еслибы въ С лежалъ препаратъ урана, то въ цилиндрѣ вовсе бы не наблюдался ионизаціонный токъ, такъ какъ всѣ ионы были бы задержаны ватой въ D. Когда же въ С находятся 10 гр. окиси торія и черезъ приборъ протекаетъ не слишкомъ сильная струя воздуха, то между стѣнками цилиндра и электродами проходитъ токъ въ 10^{-10} или 10^{-11} амперъ. Центральный электродъ раздѣленъ на три части E, F, H. Это даетъ возможность измѣрить скорость уменьшенія активности эманации. Дѣйствительно, если опредѣлить скорость теченія воздуха и присоединять къ электрометру послѣдовательно три электрода, отмѣчая получаемыя при этомъ отклоненія, то можно опредѣлить уменьшеніе активности эманации на пути между двумя послѣдовательными электродами. Поддерживая скорость протеканія воздуха постоянной, можно сравнить быстроту измѣненія активности эманаций, полученныхъ отъ разныхъ препаратовъ торія или торія-X'a. Такие опыты были произведены и оказалось, что скорость уменьшенія активности, а слѣдовательно величина радиоактивной постоянной, остается одинаковой во всѣхъ случаяхъ, несмотря на то что, какъ мы это скоро увидимъ, «эманирующая способность», т. е. количество эманации, выделяемой въ теченіе 1 сек. определеннымъ вѣсомъ препарата торія, колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ для различныхъ препаратовъ и въ зависимости отъ химическихъ и физическихъ условий. Эманация торія была первымъ изъ изслѣдованныхъ временно активныхъ веществъ и свойства ея были точно изучены гораздо раньше, чѣмъ было открыто существованіе торій-X'a. Въ этомъ первомъ изслѣдованіи (Рутерфордъ и Содди, Phil. Mag. 1902, VI, 4 p. 569) была проведена мысль, что эманация представляетъ изъ себя особый типъ радиоактивной матеріи въ газообразномъ состояніи, присутствующей въ безконечно маломъ количествѣ. Было произведено множество опытовъ надъ дѣйствіемъ температуры и химическихъ реагентовъ на эманацию. Общій результатъ этихъ опытовъ былъ тотъ, что ни одинъ изъ испытуемыхъ реагентовъ не оказываетъ чувствительнаго вліянія на свойства эманации. Она не измѣняется при пропусканіи



Фиг. 1.

въ трубкѣ С, черезъ которую пропускается изъ газометра G непрерывная струя воздуха. Вата, находящаяся въ шарикѣ D, задерживаетъ тѣ ионы, которые образуются въ воздухѣ подъ вліяніемъ непосредственныхъ излученій торія; эманация же

*) См. Э-во, т. г. № 7.

сквозь платиновую трубку, раскаленную до бѣла. Ее можно пропускать въ видѣ пузырей черезъ любую кислоту или щелочь. Она не поглощается раскаленнымъ докрасна хромовокислымъ свинцомъ, порошкомъ магнезии, цинковой пылью и т. д. Въ этомъ отношеніи эманация по своей инертности напоминаетъ газы группы аргона: кромѣ эманации, еще только эти газы не подвергаются дѣйствіямъ перечисленныхъ реagensовъ. Опыты, показавшіе недѣйствительность этихъ reagensовъ, были произведены въ описанномъ (фиг. 1) приборѣ, причемъ трубки съ reagensами помѣщались между шарикомъ D и цилиндромъ. Черезъ приборъ пропускалась непрерывная струя воздуха и измѣрялся іонизаціонный токъ въ присутствіи reagensовъ и безъ нихъ. Въ обоихъ случаяхъ получились для тока одинаковыя величины, а это указывало на то, что не только эманация не поглощалась, но и скорость уменьшенія ея активности оставалась постоянной.

Авторомъ этой статьи были произведены опыты для выясненія вопроса, необходимо ли присутствіе воздуха для выдѣленія эманации изъ торія. Съ этой цѣлью былъ построенъ приборъ для добыванія водорода и кислорода изъ подкисленной воды при помощи электролиза и подучавшейся газъ былъ пропущенъ надъ препаратомъ торія. Всѣ соединенія трубокъ были запаяны стекломъ, такъ что воздухъ никоимъ образомъ не могъ проникнуть въ приборъ. Болѣе тысячи литровъ водорода были пропущены надъ торіемъ безъ всякаго доступа воздуха въ видѣ струи, не прерывавшейся въ теченіе 3 мѣсяцевъ. По истеченіи этого времени оказалось, что количество выдѣляемой торіемъ эманации нисколько не уменьшилось противъ начального. Изъ этого опыта съ несомнѣнностью слѣдуетъ, что эманация представляетъ изъ себя особый видъ матеріи, выдѣляемой торіемъ, а не является какой-либо инертною составною частью атмосфернаго воздуха, ставшею временно активной подъ влияніемъ близкаго сосѣдства съ торіемъ. Это положеніе получило новое подтвержденіе изъ изученія свойствъ эманации торія и радія при весьма низкихъ температурахъ, достижимыхъ при помощи жидкаго воздуха (Рутерфордъ и Содди, *Phil. Mag.* 1903, VI, 5 p. 561). Именно, было найдено, что эманации какъ торія, такъ и радія, сгущаются въ жидкость при прохожденіи по трубкѣ, погруженной въ жидкій воздухъ. Струя газа, принимаемая для проведенія эманации черезъ трубку, выходитъ совершенно лишенной ея. Если дать трубкѣ со сгущенной эманацией нагрѣться, то послѣдняя, не измѣнившись въ своихъ свойствахъ, опять обращается въ газъ.

Вышеописанные опыты надъ торій-Х'омъ показываютъ, что эманация не непосредственно выдѣляется изъ торія. Будучи лишена торій-Х'а, торій въ началѣ не даетъ эманации и только впоследствии начинаетъ ее выдѣлять. Съ другой стороны торій-Х сейчасъ же послѣ своего от-

дѣленія отъ торія обладаетъ полной «эманацией способностью» и теряетъ ее по мѣрѣ того какъ торій ее приобрѣтаетъ.

Не вдаваясь въ данный моментъ въ подробности, мы можемъ дать простое объясненіе этому явленію на основаніи того, что выше было сказано относительно торій-Х'а. Ясно, что, какъ и торій-Х приходится считать продуктомъ измѣненія торія, такъ и эманация является продуктомъ самопроизвольнаго превращенія торій-Х'а. Для отдѣленія торій-Х'а отъ торія требуется дѣйствіе химическихъ реактивовъ, такъ оба вещества не летучи. Для отдѣленія же эманации никакихъ постороннихъ причинъ не требуется, такъ какъ она газообразна и отдѣляется сама отъ порождающаго ее вещества.

Сообщенная радиоактивность. Наиболѣе замѣчательнымъ свойствомъ эманации является ея способность сообщать активность особаго рода тѣмъ твердымъ тѣламъ, съ которыми она входитъ въ соприкосновеніе (Рутерфордъ, *Phil. Mag.* 1900, V, 49 p. 161).

Если препаратъ торія продержать нѣсколько часовъ въ закрытомъ сосудѣ, такъ что эманация остается внутри его и не можетъ выйти наружу, то послѣ удаленія торія внутреннія стѣнки сосуда оказываются сильно активными. Излученія этой сообщенной активности отличаются отъ лучей торія тѣмъ, что они гораздо слабѣе поглощаются. Ослабленіе сообщенной активности слѣдуетъ общему закону геометрической прогрессіи и достигаетъ половины начальной величины черезъ 11 часовъ. Отсюда слѣдуетъ, что радиоактивная постоянная для этого случая $k = 1,7 \cdot 10^{-5}$. Всѣ вещества приобрѣтаютъ такимъ способомъ активность, совершенно независимо отъ ихъ свойствъ, и притомъ для всѣхъ сообщенная активность характеризуется одними и тѣми же признаками. Болѣе того, если поскоблить поверхность сдѣлавшагося активнымъ тѣла наждачной бумагой, то активность съ него снимается и переносится на наждачную бумагу. Даръ Рутерфордъ нашелъ, что нѣкоторыя кислоты способны растворять причиняющую активность матерію и снимать ее такимъ образомъ съ платиновой проволоки, сдѣлавшейся активной въ присутствіи эманации. Этимъ свойствомъ въ особенно сильной степени обладаютъ соляная и сѣрная кислоты, въ то время какъ азотная кислота и щелочи оказываютъ весьма слабое дѣйствіе. При такомъ раствореніи радиоактивность отнюдь не исчезаетъ. Дѣйствительно, если испарить кислоту на платиновой пластинкѣ, то активность, снятая кислотой съ проволоки, появляется на пластинкѣ. Выпаривая опредѣленную порцію кислоты черезъ одинаковые промежутки времени, Рутерфордъ показалъ, что растворенная въ кислотѣ активная матерія теряетъ свою активность съ такою же скоростью, какъ и первоначальная матерія на активированной платиновой проволоки. Интересное свойство отличаетъ вещество, создающее сообщенную актив-

ность, отъ первоначальной эманации: это его положительный зарядъ. Частицы этого вещества заряжены положительнымъ электричествомъ и, будучи помѣщены въ электрическомъ полѣ, движутся по этому направленію къ отрицательному полюсу. Благодаря этому, сообщенную активность можно сконцентрировать на тонкой, отрицательно заряженной мѣдной проволоцѣ, такъ что послѣдняя при одинаковомъ вѣсѣ можетъ оказаться во много разъ активнѣе препарата торія. Замѣтимъ, что дѣйствіе электромагнитнаго поля несколько не измѣняетъ общаго количества сообщенной активности и только вліяетъ на ея распределение. Дальнѣйшія подробности можно найти въ статьѣ Рутерфорда (*Phil. Mag.* 1903, VI, 5 p. 95).

Всѣ изложенныя явленія получаютъ простое объясненіе на основаніи принятой нами теоріи. Отложеніе на сосѣднихъ съ торіемъ тѣлахъ осой радиоактивной матеріи указываетъ, очевидно, на третье превращеніе, которое претерпѣваетъ уже эманация, переходя въ нелетучее вещество, осаждающееся на ближайшихъ твердыхъ тѣлахъ. Въ моментъ появленія это вещество заряжено положительно, а потому и собирается предпочтительно на отрицательно заряженныхъ тѣлахъ. Даже когда нѣтъ электрическаго поля, положительный зарядъ этого вещества облегчаетъ осажденіе его на окружающихъ тѣлахъ, обуславливая возникновеніе притяженія между ними.

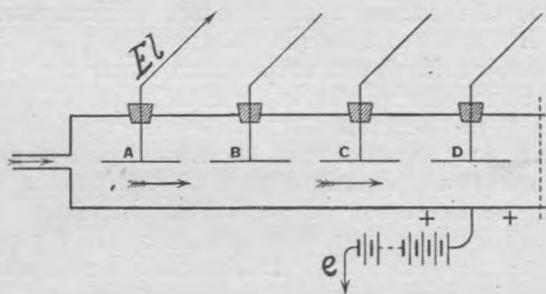
Итакъ, анализъ радиоактивности элемента торія показываетъ, что она состоитъ по крайней мѣрѣ изъ четырехъ составныхъ частей, обязанныхъ своимъ существованіемъ четыремъ видамъ матеріи: основному торію и тремъ получающимся изъ него посредствомъ послѣдовательныхъ превращеній веществамъ:

Торій \longrightarrow торій-Х \longrightarrow эманация \longrightarrow вещество, создающее сообщенную активность. Слѣдуетъ замѣтить, что всѣ эти измѣненія кажутся совершенно невѣроятными съ точки зрѣнія теоріи молекулярныхъ измѣненій, химическихъ дѣйствій, такъ какъ слишкомъ были бы странны эти полныя несоотвѣтствія различныхъ послѣдовательныхъ продуктовъ въ физическомъ и химическомъ отношеніяхъ, слишкомъ необычны эти переходы изъ твердаго состоянія въ газообразное и обратно въ твердое. Съ точки же зрѣнія субатомныхъ измѣненій все это кажется весьма простымъ и естественнымъ. Если радиоактивное превращеніе заключается въ послѣдовательномъ распаденіи тяжелаго атома на болѣе легкіе, то весьма естественно ожидать очень широкаго разнообразія въ свойствахъ этихъ производныхъ атомовъ. Тотъ фактъ, что въ нѣкоторыхъ группахъ періодической системы летучество увеличивается съ увеличеніемъ атомнаго вѣса (напр. въ группѣ; литій, церій, магній, ртуть), а въ другихъ (O, Te, F, J) наоборотъ уменьшается, что существуютъ легкіе элементы весьма мало летучіе (напр. C, Si), — все это показываетъ, что невозможно, что бы то ни было

предсказать относительно обломковъ тяжелаго атома, кромѣ развѣ того случая, что всѣ они попадутъ въ одну и ту же группу періодической системы.

Связь между радиоактивностью и атомными измѣненіями, вызывающими ее, развита болѣе подробно въ статьѣ: «Радиоактивное превращеніе» (Рутерфордъ и Содди, *Phil. Mag.* 1903, VI, 5 p. 576). Во всемъ предыдущемъ радиоактивность разсматривалась только какъ средство, позволяющее подвергать экспериментальному изслѣдованію безконечно-малыя количества матеріи. Теперь необходимо дать достаточное физическое объясненіе существованія радиоактивности. Въ этомъ отношеніи болшую помощь оказываютъ свойства разсмотрѣнныхъ выше α и β -лучей. Было уже достаточно подробно разъяснено, что α -лучи представляютъ изъ себя потоки положительно заряженныхъ частицъ атомныхъ размѣровъ (Рутерфордъ), а β -лучи — несущіеся съ очень значительной скоростью отрицательно заряженные электроны, размѣры которыхъ гораздо меньше атомныхъ (Д. Д. Томсонъ, Беккерель). При тѣхъ измѣненіяхъ, которыя наступаютъ въ радиоактивности при ея уменьшеніи и возрастаніи (см. выше), характеръ излученій остается неизмѣненнымъ. Вслѣдствіе этого приходится смотрѣть на измѣненія активности, какъ на измѣненія въ количествѣ частицъ, выбрасываемыхъ изъ радиоактивнаго вещества въ единицу времени. Эта точка зрѣнія весьма существенна, такъ какъ она исключаетъ возможность того, чтобы уменьшеніе активности, напр. торій-Х'а, была аналогична уменьшенію излученій охлаждающагося нагрѣтаго тѣла. Свойства выбрасываемыхъ частицъ не измѣняются и ослабленіе активности зависитъ исключительно отъ уменьшенія числа ихъ въ единицу времени. Такимъ образомъ радиоактивность можетъ быть опредѣлена, какъ одновременное существованіе двухъ процессовъ: 1) выбрасываніе заряженныхъ частицъ съ громадною скоростью; 2) образованіе въ ничтожномъ количествѣ новыхъ видовъ матеріи, которые могутъ быть изслѣдованы только, если они радиоактивны. Каково же соотношеніе между этими двумя процессами? Торій-Х даетъ возможность разобраться въ этомъ, потому что 1) выбрасываніе заряженныхъ частицъ можетъ быть опредѣлено при помощи измѣренія радиоактивности; 2) возникновеніе новыхъ видовъ матеріи при помощи опредѣленія «эманационной способности». Было найдено (Рутерфордъ и Содди, *Phil. Mag.* 1903, VI, 4 p. 570), что уменьшеніе эманационной способности для торій-Х'а, находящагося въ растворѣ, происходитъ съ той же скоростью, съ какою происходитъ уменьшеніе активности (количества излученій) для такой же порціи раствора торій-Х'а, выпаренной досуха на платиновой пластинкѣ. Это заставляеть принять, что оба вышеуказанныхъ процесса связаны между собою причинною связью. Другой примѣръ, приводящій къ тому же самому заключенію, ука-

занъ въ статьѣ Рутерфорда о сообщенной активности (Phil. Mag. 1900. V, 49 p. 170). Здѣсь мы имѣемъ: 1) излученіе заряженныхъ частицъ, α -лучей эманацией и 2) появленіе новаго вещества, причинающаго сообщенную активность. Опытъ Рутерфорда былъ поставленъ слѣдующимъ образомъ. Непрерывная струя воздуха уносила въ теченіе нѣсколькихъ часовъ эманацию торія въ изображенный на фиг. 2 сосудъ. Въ началѣ измѣрялся токъ отъ іонизации α -лучами эманации между четырьмя электродами А, В, С и D, соединяемыми поочередно съ элект-



Фиг. 2.

тродомъ E и металлическими стѣнками цилиндра, заряженными положительно до 300 в. батареей аккумуляторовъ, отрицательный полюсъ которой былъ отведенъ къ землѣ e.

При такомъ устройствѣ вся сообщенная активность осѣдаетъ на внутреннихъ электродахъ, которые по отношенію къ стѣнкамъ сосуда являются отрицательно заряженными. Уменьшеніе активности эманации во время ея прохожденія вдоль цилиндра обуславливало существованіе болѣе сильнаго іонизаціоннаго тока у электрода А, чѣмъ у В и слѣдующихъ. Отношеніе токовъ у послѣдовательныхъ электродовъ было определено и затѣмъ струя воздуха съ эманацией была пропущена черезъ цилиндръ въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. По истеченіи этого времени электроды были вынуты изъ цилиндра и радиоактивность ихъ была определена по производимой ими іонизации. Оказалось, что отношеніе сообщенныхъ активностей электроновъ какъ разъ равно полученному отношенію величинъ іонизаціонныхъ токовъ. Это означаетъ, что по мѣрѣ уменьшенія активности эманации уменьшается и ея способность сообщать активность окружающимъ тѣламъ. Количество частицъ, выбрасываемыхъ въ видѣ лучей эманацией во время ея превращенія въ вещество сообщенной активности, пропорціонально количеству образующагося новаго вещества.

Отсюда слѣдуетъ, что лучи и новое вещество происходятъ изъ первоначальнаго элемента при одномъ и томъ же превращеніи. Переводя это положеніе на языкъ атомистовъ и рассматривая отдѣльный измѣняющійся атомъ, мы можемъ сказать, что радиоактивные излученія выбрасываются изъ атома торія въ тотъ моментъ, когда

онъ переходитъ въ торій-X, и изъ торій-X въ тотъ моментъ, когда онъ превращается въ уранію. Атомная теорія говоритъ, что атомы одного и того же элемента всѣ одинаковы, разныхъ же элементовъ различны. Отсюда можно заключить, что извѣстнаго рода атомъ можетъ выбросить только определенное число частицъ. Будетъ ли одинъ лучъ или нѣсколько— существенно, но число ихъ всегда должно быть одинаково для одинаковыхъ атомовъ и одинаковыхъ превращеній. Такимъ образомъ активность определенного радиоактивнаго вещества въ смыслѣ количества частицъ, выбрасываемыхъ въ единицу времени, даетъ мѣру числа атомовъ, претерпѣвающихъ измѣненіе.

Изъ всего изложеннаго можно вывести несколько интересныхъ и важныхъ слѣдствій, изъ которыхъ были непосредственно подтверждены на опытѣ. Прежде всего, такъ какъ появленіе торій-X'a изъ торія идетъ съ постоянной скоростью въ извѣстной массѣ препарата торія, независимо отъ физическихъ и химическихъ условий, то, очевидно, въ единицу времени определенная часть атомовъ торія превращается въ атомы торія-X'a, и это превращеніе сопровождается излученіемъ въ пространство определенного числа α -частичекъ. Отсюда слѣдуетъ, что, какимъ бы химическимъ превращеніемъ ни подвергнуть торій, должно оказано совершенно невозможнымъ лишить его всей слѣдовъ радиоактивности, — другими словами должна существовать определенная неотдѣлимая активность. Все это и подтвердилось вполне въ экспериментальномъ изслѣдованіи и притомъ не только для торія, но и для урана и радія. Слѣдуетъ отмѣтить, что во всѣхъ случаяхъ неотдѣлимая активность состояла цѣликомъ изъ α -лучей.

Вторымъ слѣдствіемъ положенія о выбрасываніи частицъ при превращеніяхъ атома является то, что количество радиоактивнаго вещества должно непрерывно уменьшаться. Для слабоактивныхъ элементовъ, какъ уранъ и торій, измѣненія въ вѣсѣ могутъ быть и неощутимыми. Весьма вѣроятно, что эти вещества сохраняютъ свой вѣсѣ практически постояннымъ въ теченіи весьма большого промежутка времени. Но если это вѣрно, то отсюда слѣдуетъ, что и количество происшедшихъ изъ нихъ торій-X'a и уранъ-X'a должно быть чрезвычайно ничтожно. Для того, чтобы эти ничтожныя количества вещества давали достаточное для наблюденія количество лучей, они должны быстро претерпѣвать превращеніе, а потому и быстро убывать въ вѣсѣ. Итакъ ихъ активность уменьшается въ скорость уменьшенія ея зависитъ отъ медленности или быстроты превращенія. Было уже показано, что активность уранъ-X'a, торій-X'a, эманация торія и вещества, обуславливающаго сообщенную активность, уменьшается по закону геометрической прогрессіи. Этотъ законъ можетъ быть представленъ формулой: $\frac{I_t}{I_0} = e^{-\lambda t}$, гдѣ λ —

характеристическая постоянная каждаго вещества. Выраженіе $\frac{N_t}{N_0}$ представляетъ отношеніе числа лучей, выбрасываемыхъ за единицу времени въ моментъ t къ числу выброшенныхъ въ началѣ и можетъ быть представлено въ видѣ $\frac{N_t}{N_0}$; такъ что $\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$.

Для того, чтобы найти скорость превращенія, примемъ N_0 = общему числу первоначально существующихъ атомовъ и N_t = числу оставшихся неизмѣнными къ моменту времени t . Тогда $N_t = \int_0^t n_t dt = \frac{n_0}{\lambda} e^{-\lambda t}$, $N_0 = N_t$ при $t = 0$, $N_0 = \frac{n_0}{\lambda}$; $\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$. Дифференцируя послѣднее выраженіе, получимъ: $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$.

Результатъ получился чрезвычайно простой. Скорость измѣненія атомовъ, подверженныхъ радиоактивному превращенію, всегда пропорціональна количеству оставшихся неизмѣнными атомовъ. Если въ данный моментъ существуетъ N атомовъ какаго-либо радиоактивнаго вещества, то въ теченіе одной секунды измѣнятся λN атомовъ, гдѣ λ —радиоактивная постоянная. Изъ приведенныхъ выше величинъ для λ слѣдуетъ, что каждую секунду претерпѣваютъ превращеніе $\frac{1}{87}$ количества эманации торія, $\frac{1}{500000}$ торій-Х'а и $\frac{1}{3000000}$ уранъ-Х'а.

Только что изложенный законъ радиоактивнаго превращенія весьма близко напоминаетъ законъ одного изъ типовъ химическихъ реакцій, именно такъ называемыхъ моно-молекулярныхъ. Эти реакціи, состоящія изъ разложенія одной молекулы на болѣе простыя части, совершаются по закону уменьшенія количества измѣняющагося вещества въ геометрической прогрессіи. Оба случая представляютъ простыя слѣдствія закона вѣроятностей, по которому число измѣненій при постоянныхъ прочихъ условіяхъ возрастаетъ пропорціонально возрастанію числа могущихъ измѣниться объектовъ. Совершенно иное наступаетъ въ случаѣ не разложенія, а соединенія, такъ какъ тутъ соединяющіяся частицы должны еще раньше попасть въ общую сферу вліянія. Поэтому скорость реакціи зависитъ отъ концентраціи, которая по мѣрѣ хода процесса уменьшается, и, слѣдовательно, скорость реакціи пропорціональна нѣкоторой степени числа могущихъ измѣниться системъ. Итакъ, радиоактивное превращеніе не можетъ быть соединеніемъ, или, какъ говорятъ химики, полимеризаціей атомовъ активныхъ элементовъ, а должно быть непремѣнно разложеніемъ, распаденіемъ (деинтеграціей). Терминъ: измѣняющійся атомъ можетъ быть теперь замѣненъ вполне логично и съ большою выгодой для ясности и картинности терминомъ: *распадающійся атомъ*. Мы можемъ предполагать, что подъ вліяніемъ

неизвѣстныхъ еще намъ причинъ атомъ радиоактивнаго вещества внезапно разрывается. Болѣе легкіе обломки выбрасываются въ пространство съ непостижимой скоростью и составляютъ α -лучи, а болѣе тяжелыя части образуютъ новый атомъ. Послѣдній по большей части весьма неустойчивъ, остается цѣлымъ въ теченіе всего нѣсколькихъ дней, часовъ и даже минутъ, и затѣмъ снова распадается. Это повторяется до тѣхъ поръ, пока не получается устойчивый атомъ. Отсюда получается новый взглядъ на стойкость химическихъ элементовъ: они—избранныя формы изъ множества другихъ, способныхъ только на временное существованіе. Матерія достигла современнаго состоянія кажущейся неизмѣнимости послѣ долгаго процесса естественнаго подбора. Стойкія системы выжили, менѣе стойкія—исчезли и только радиоактивность дала намъ впервые въ руки средства изучать эти эфемерные элементы.

Сохраненіе радиоактивности. Простой законъ радиоактивнаго превращенія, — что изъ N атомовъ радиоактивнаго вещества въ теченіе секунды претерпѣваютъ измѣненіе λN , гдѣ λ —характерная постоянная, независящая отъ физическихъ и химическихъ условій, — ведетъ къ нѣкоторымъ важнымъ и широкимъ обобщеніямъ. Радиоактивность происходитъ 1) отъ медленнаго распаденія «постояннаго» элемента, т. е. измѣняющагося весьма медленно, такъ что количество его не убываетъ замѣтно изъ года въ годъ; и 2) отъ болѣе быстрого распаденія переходныхъ формъ матеріи, существованіе которыхъ непрерывно поддерживается возникновеніемъ ихъ при процессѣ (1). Радиоактивность, происходящая отъ перваго процесса, должна быть постоянна для не очень большого промежутка времени. Относительно 2-го процесса небольшое разсужденіе тотчасъ покажетъ, что количество каждаго переходнаго вещества также должно быть постоянно и находиться въ опредѣленномъ отношеніи къ первоначальному элементу, такъ какъ количество измѣняющагося вещества точно уравновѣшиваетъ вновь образуемое. Такимъ образомъ, каждая переходная форма представляетъ свою опредѣленную долю къ общей радиоактивности, а слѣдовательно общая величина радиоактивности остается постоянной. Описанные выше химическіе процессы могутъ только отдѣлать одну изъ переходныхъ формъ отъ основнаго элемента, но сумма активностей отдѣленнаго вещества и оставагося элемента все-таки и послѣ отдѣленія остается неизмѣнной. Это—принципъ сохраненія радиоактивности, вѣрность котораго подтверждается всѣми произведенными до сихъ поръ опытами. Еслибы законъ этотъ не былъ вѣренъ, то величина λ могла бы измѣняться подъ вліяніемъ различныхъ условій, а между тѣмъ, всѣ до сихъ поръ поставленные опыты съ несомнѣнностью доказываютъ постоянство λ . Конечно, по истеченіи весьма большихъ промежутковъ времени, сравнимыхъ по всей вѣроятности съ воз-

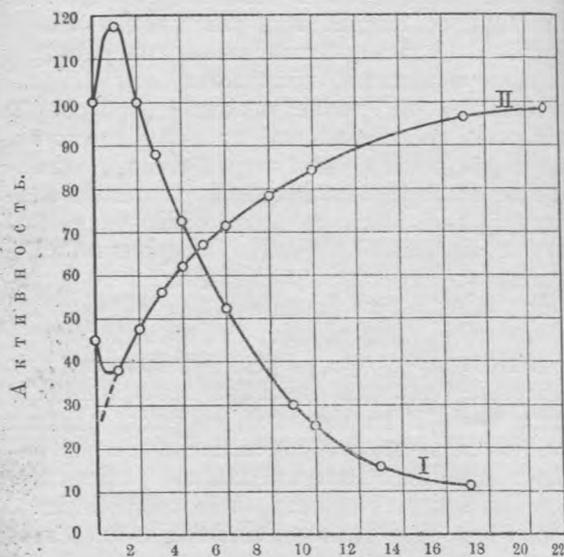
растомъ земли, радиоактивность основныхъ элементовъ урана и торія должна уменьшиться, если только не существуетъ въ мѣрѣ обратнаго процесса, переводящаго легкіе элементы въ тяжелые и этимъ компенсирующаго потери въ радиоактивныхъ веществахъ. Но законъ сохранения радиоактивности строго применимъ только въ случаѣ разсмотрѣнія опредѣленнаго количества радиоактивнаго вещества, а это послѣднее неминуемо уменьшается современнымъ. Однако, изменение въ вѣсѣ такъ медленно идетъ, что имъ можно для не очень большого промежутка времени совершенно пренебречь.

Продукты радиоактивнаго превращения. Такъ какъ всякая радиоактивная матерія распадается, изменяется, то естественно возникаетъ вопросъ: что же получается, наконецъ, изъ распадающихся радиоактивныхъ веществъ, когда они достигаютъ устойчиваго, т. е. нерадиоактивнаго состоянія? Очевидно, прямой опытъ не можетъ на этотъ счетъ дать никакихъ указаний, если только не оперировать съ очень большими количествами радиоактивнаго вещества и притомъ въ теченіе весьма продолжительнаго періода времени. Такой опытъ, къ счастью, за насъ произведенъ самой природой въ тѣхъ минералахъ, въ которыхъ мы находимъ радиоактивные элементы. Мы должны допустить (такъ какъ нѣтъ никакихъ доказательствъ противоположнаго), что процессы, наблюдаемые нами теперь въ отдѣльныхъ порціяхъ активныхъ элементовъ, происходили съ ними въ геологическіе эпохи въ земной корѣ. Поэтому послѣдніе продукты распада должны были тутъ же накопляться и, наконецъ, достигъ такой массы, чтобы стать доступными изслѣдованію обычными нашими химическими методами. Эти вещества должны встрѣчаться въ минералахъ, какъ постоянные спутники радио-элементовъ. При изслѣдованіи минераловъ, содержащихъ уранъ и торій, а иногда и радій, въ нихъ оказывается всегда большее или меньшее число разнообразныхъ элементовъ. Но весьма характернымъ является постоянное присутствіе одного элемента—гелія. Когда сэръ Вильямъ Рамсэй впервые открылъ этотъ элементъ въ земныхъ породахъ, онъ обратилъ вниманіе на то, что онъ встрѣчается исключительно въ минералахъ, содержащихъ уранъ и торій, т. е., какъ мы теперь знаемъ,—радиоактивныхъ. Вслѣдствіе этого гелій приобретаетъ большой интересъ. Этотъ элементъ принадлежитъ къ группѣ инертныхъ газовъ, неспособныхъ соединяться ни съ однимъ изъ известныхъ элементовъ; будучи отдѣленъ посредствомъ нагреванія или растворенія отъ содержащихъ его минераловъ, онъ уже не можетъ быть опять съ ними соединенъ. Весьма вѣроятно, однако, что, если онъ непрерывно въ теченіе вѣковъ образовывался вслѣдствіе распада радиоактивныхъ веществъ въ массѣ минерала, то онъ могъ чисто механически быть связаннымъ и не выдѣляться. Рутерфордъ и Содди (Phil. Mag. 1903, VI, 5)

р. 453) показали, что такое именно явленіе происходитъ съ эманацией, которая при известныхъ обстоятельствахъ окклюдируется образующимъ ее веществомъ и не выдѣляется изъ него; и еще впервые указали на то, что гелій можетъ быть послѣднимъ продуктомъ дезинтеграціи какого-либо изъ радиоактивныхъ элементовъ. Благодаря большимъ успѣхамъ, сдѣланнымъ въ послѣднее время въ обращеніи съ рѣдкими газами земной атмосферы сэромъ В. Рамсэемъ и его сотрудниками, успѣхамъ, позволяющимъ извѣдывать исчезающе малые количества газовъ, указанное положеніе о происхожденіи гелія удалось подтвердить на опытѣ съ радіемъ (см. дальше).

Это открытіе дополняетъ теорію радиоактивнаго превращенія. Для простоты и ясности мы до сихъ поръ все время разсматривали торій для котораго впервые была выработана во всѣхъ подробностяхъ дезинтеграціонная теорія. Но можно, конечно, прилагать къ любому радиоактивному элементу и къ любому явленію въ немъ и разсмотрѣніе всѣхъ остальныхъ случаевъ весьма упрощается приложеніемъ этой теоріи.

Однако, и относительно торія остается еще выяснитъ нѣсколько пунктовъ. Простые законы радиоактивнаго превращенія, разсмотрѣнные выше, не всегда могутъ быть непосредственно применены къ происходящимъ въ торіи явленіямъ, такъ какъ въ немъ одновременно происходятъ нѣсколько процессовъ превращенія изъ одного вещества въ другое, дѣйствія отдѣльныхъ участвующихъ радиоактивныхъ веществъ налагаются, маскируютъ другъ-друга и сильно изменяютъ простой ходъ явленій. Такъ, на примѣръ, (фиг. 3)



Время, в днях.

Фиг. 3.

полученныя на опытѣ для уменьшенія активности торія-Х'а и для возобновленія активности торія-Х'а кривыя показываютъ въ теченіе двухъ пер-

вахъ дней рѣзкое отклоненіе отъ закона геометрической прогрессіи. Это отклоненіе легко можетъ быть объяснено, если принять во вниманіе существованіе въ препаратѣ одновременно и другихъ результатовъ дезинтеграціи—эманации и причиняющаго сообщенную активность вещества. До отдѣленія торій-Х'а активности препарата торія складывается изъ слѣдующихъ составныхъ частей: (1) активности торія, (2), торій Х'а, (3) эманации, (4) вещества сообщенной активности. Химическій процессъ отдѣляетъ (2), оставляя (1), (3) и (4). Эманация (3) весьма быстро теряетъ свою активность, а потому можетъ быть исключена изъ разсмотрѣнія. Но (4), вещество сообщенной активности, ослабляется въ своей дѣятельности вдвое лишь по прошествіи 11 часовъ. Вслѣдствіе этого, усиленіе активностей отъ новообразования (2), торій-Х'а, будетъ ослаблено одновременно уменьшеніемъ активности (4). Итакъ, активность торія не сразу начинаетъ усиливаться, а сначала падаетъ вслѣдствіе ослабленія активности вещества (4). Правильность этого заключенія была проверена тѣмъ, что торій-Х' отдѣлялся отъ торія много разъ подрядъ черезъ короткіе промежутки времени. При этомъ первоначально бывшее въ препаратѣ вещество сообщенной активности потеряло всю свою активность и кривая безъ всякихъ отклоненій пошла прямо отъ точки, соответствующей 25% активности, вверхъ. Точно такое же разсужденіе приложимо и къ уменьшенію активности торій-Х'а. Сначала сообщенная активность, образуемая изъ торій-Х'а, ненормально увеличивается его радиацию, но черезъ два приблизительно дня наступаетъ равновѣсіе между количествами исчезающей и вновь образуемой сообщенной активности, и тогда измѣненіе активности торій-Х'а начинаетъ уже идти правильно: она уменьшается согласно закону геометрической прогрессіи. Еще одинъ вопросъ слѣдуетъ разсмотрѣть, прежде, чѣмъ совершенно покинуть торій: это большія вариации въ эманирующей способности различныхъ препаратовъ торія и одного и того же препарата при различныхъ условіяхъ. Въ законъ, что λN атомовъ изъ N существующихъ въ данный моментъ должны претерпѣть измѣненіе, требуетъ, чтобы во всѣхъ случаяхъ одно и то же вещество давало одинаковыя количества эманации. Между тѣмъ, въ то время, какъ радиоактивность препаратовъ торія пропорциональна только количеству взятаго вещества и совершенно не зависитъ отъ физическихъ или химическихъ условій, количество выдѣляемой ими эманации часто совсѣмъ не соответствуетъ вѣсу торія въ изслѣдуемомъ препаратѣ. Нѣкоторыя соединенія торія, какъ, на примѣръ, окись торія и, особенно, водная окись и углекислая соль даютъ очень много эманации, а другія, какъ азотнокислый и щавелевокислый торій и т. п. даютъ ея очень мало. Однако, было найдено, что всѣ эти вещества, будучи растворены въ водѣ, даютъ одинаковое и притомъ максималь-

ное количество эманации. Рутерфордъ отмѣтилъ также, что послѣ сильнаго и продолжительнаго нагрѣванія окиси торія ея эманирующая способность сводится къ минимуму и предложилъ называть обработанный такимъ образомъ препаратъ «лишеннымъ эманации» (de-emanated). Однако, если подвергнуть лишенную эманацию окись ряду химическихъ превращеній и потомъ снова обратить ее въ окись и растворить, то окажется, что она обладаетъ прежней максимальной эманирующей способностью. Такимъ образомъ выясняется, что «лишеніе эманации» есть только слѣдствіе особаго физическаго состоянія. Эманирующая способность торіевыхъ препаратовъ вообще сильно зависитъ отъ температуры: она минимальна при 100° Ц. и, увеличиваясь съ возрастаніемъ температуры, достигаетъ максимума при температурѣ краснаго каленія, при которой начинается процессъ «лишенія эманации». Соответственно эманирующей способности мѣняется и способность торіева препарата сообщать активность окружающимъ тѣламъ.

Всѣ эти измѣненія въ эманирующей способности торія крайне легко объясняются съ той точки зрѣнія, что образованіе эманации во всѣхъ случаяхъ совершается соответственно закону пропорциональности вѣсу торія (или, вѣрнѣе, торій-Х'а), но что скорость выдѣленія ея изъ препарата сильно зависитъ отъ свойствъ его и отъ физическихъ и химическихъ условій, въ которыхъ онъ находится. Такъ, на примѣръ, явленіе «лишенія эманации» состоитъ въ измѣненіи физическихъ свойствъ окиси торія подъ влияніемъ высокой температуры, измѣненіи, задерживающимъ выдѣленіе эманации въ окружающее пространство. Вслѣдствіе быстрого исчезновенія активности эманации, относительно небольшое измѣненіе въ скорости ея выдѣленія повлечетъ за собою значительное измѣненіе величины эманирующей способности. Вслѣдствіе этого радиоактивность эманации будетъ сливаться съ активностью самого торія и сообщенная активность будетъ отлагаться не на окружающихъ тѣлахъ, а на самомъ торіи. Такимъ образомъ, активность препарата съ большой эманирующей способностью, какъ напр., водной окиси торія, можетъ быть значительно увеличена сильнымъ нагрѣваніемъ, и увеличеніе активности должно было бы достигъ максимума черезъ два дня, когда создаваемая задержанной внутри препарата эманацией сообщенная активность достигла бы равновѣсія. Опытъ вполне подтвердилъ это предположеніе: активность водной окиси торія послѣ нагрѣванія въ теченіе двухъ дней возрастаетъ до приблизительно 120% начальной величины. Можно сдѣлать и обратный опытъ: получить препаратъ торія съ малой эманирующей способностью и сдѣлать его сильно эманирующимъ. Это было исполнено слѣдующимъ образомъ. Водная окись съ большой эманирующей способностью была выдержана въ теченіе нѣсколькихъ дней въ жидкомъ воздухѣ, такъ что

эманация ступилась, не могла выдѣляться и ея радиоактивность и сообщенная активность сложились съ нормальной активностью препарата. Когда теперь препаратъ былъ вынутъ изъ жидкаго воздуха, то активность его медленно уменьшалась въ первые дни всего на 20%, вслѣдствіе того, что эманация могла теперь свободно выдѣляться и сообщать активность окружающимъ тѣламъ.

Осложняющія условия дальнѣйшихъ радиоактивныхъ превращеній не поддаются такому простому объясненію, по крайней мѣрѣ съ количественной стороны. Качественно же эти осложняющія обстоятельства представляются въ слѣдующемъ видѣ. Если тѣло А переходитъ въ состояніе В, а В въ С и притомъ скорѣе, чѣмъ А въ В, то кривая уменьшенія активности А покажетъ въ началѣ временное увеличеніе, а затѣмъ только правильное паденіе до нуля. Если же, наоборотъ, В переходитъ въ С медленно, чѣмъ А въ В, то кривая уменьшенія активности пойдетъ правильно къ низу до нѣкоторой определенной точки, а начиная отъ этой точки кривая пойдетъ уже болѣе полого до нуля. Первая часть кривой будетъ достаточно близко соответствовать переходу изъ А въ В, а вторая— изъ В въ С. На дѣлѣ эти простые сравнительно случаи еще осложняются тѣмъ, что одинъ изъ продуктовъ (эманация) газообразенъ, но, во всякомъ случаѣ, при нѣкоторомъ вниманіи можно во всѣхъ случаяхъ качественно разобраться.

Радій. Несмотря на свою громадную радиоактивность, на множество сопряженныхъ съ нею особенностей, радій въ общихъ чертахъ чрезвычайно похожъ на торій. Однако, его активность приблизительно въ миллионъ разъ больше активности торія. Радій даетъ ясно замѣтную флуоресценцію, когда его лучи падаютъ на нѣкоторыя вещества, какъ напр., на платиноцианиды, цинковую обманку, силикатъ цинка, алмазъ, стекло и т. д.,—а это даетъ въ руки оптическій способъ оцѣнки его активности. Любопытно, между прочимъ, что платиноцианистый магній, который превосходно флуоресцируетъ подѣйствіемъ лучей X, совершенно не свѣтится отъ лучей радія. Изъ остальныхъ—платиноцианиды барія и кальція флуоресцируютъ зеленымъ свѣтомъ, натрія—желтымъ и литія—краснымъ, такъ же какъ и для X-лучей. Если эти соли имѣются въ видѣ большихъ кристалловъ, то даже съ нѣсколькими миллиграммами чистыхъ радіевыхъ солей можно получить красивые эффекты.

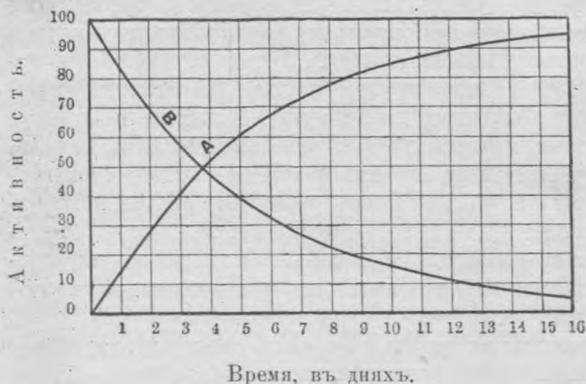
Г. и г-жа Кюри (Comptes Rendus, 1899, 129 p. 823) открыли, что радій способенъ сообщать активность окружающимъ тѣламъ; позже это явленіе было изучено подробно Кюри и Дебьерномъ (Comptes Rendus, 1901, 132 p. 768; 1902, 133 pp. 276 и 931). Долгое время названные исследователи полагали, что эта радиоактивность была «индуцирована» на матерію лучами радія. Въ настоящее время нитъ, не сомнѣвается, что при-

чиной этой «индуцированной» или сообщенной активности является эманация, совершенно такъ же, какъ и въ случаѣ торія. Дорнъ (Abh. der Naturforsch. Ges. für Halle, 1900) первый указалъ на существованіе эманации радія, подобной открытой Рутерфордомъ эманации торія, и показалъ, что эта эманация сохраняетъ свою активность гораздо дольше, чѣмъ эманация торія. Ея проявленія можно еще свободно наблюдать даже по истеченіи нѣсколькихъ недѣль послѣ того, какъ она отдѣлена отъ радія. Наоборотъ, сообщенная радіемъ активность исчезаетъ гораздо быстрѣе, чѣмъ въ случаѣ торія, а именно въ 30 минутъ активность падаетъ до половины начальной величины. Почти всѣ сухія соли радія даютъ очень мало эманации и только когда ихъ растворяютъ или нагреваютъ онѣ выдѣляютъ сразу въ нѣсколько тысячъ разъ больше эманации, чѣмъ въ холодномъ и сухомъ состояніи. Если удалить эту эманацию струей воздуха или воздушнымъ насосомъ отъ радія и помѣстить въ сосудѣ, то оказывается, что газъ свѣтится въ теченіе долгаго времени. По истеченіи нѣсколькихъ недѣль свѣченіе ослабѣваетъ и, наконецъ, совсѣмъ исчезаетъ. Когда описаннымъ способомъ удалена вся эманация, то соль радія нѣкоторое время не выдѣляетъ новой эманации. Но, по мѣрѣ того, какъ активность удаленной эманации падаетъ, радій испускаетъ новую эманацию, такъ что общая величина ея активности остается все время постоянной. Объясненіе здѣсь такое же, какъ и для торія и торій-X'a; ходъ уменьшенія активности эманации таковъ же, какъ и для торій-X'a, но только оно протекаетъ въ 6000 разъ медленнѣе, чѣмъ для эманации торія. Однако, будучи по своимъ общимъ свойствамъ похожа на эманацию торія, эманация радія отличается отъ нея тѣмъ, что гораздо медленнѣе отдѣляется отъ твердыхъ соединений. Изъ растворовъ и та и другая, насколько мы знаемъ, выдѣляются мгновенно. Эманация непрерывно и съ постоянной скоростью образуется изъ радія совершенно такъ же, какъ торій-X изъ торія.

Вслѣдствіе гораздо болѣе медленнаго ослабленія активности эманация радія, если ей не удастся выдѣлиться, собирается внутри препарата въ гораздо болѣе значительномъ количествѣ, чѣмъ эманация торія въ торіи. Было показано, что если при равновѣсіи (т. е. когда потери отъ ослабленія активности уравновѣшиваются образованіемъ новаго матеріала) назвать черезъ N_0 количество задержанной въ препаратѣ радія или торія эманации, а черезъ q_0 количество ея, образующееся въ 1 секунду, то $\frac{N_0}{q_0} = \frac{1}{\lambda}$, гдѣ λ —радиоактивная постоянная (Рутерфордъ и Содди, Phil. Mag. VI, 5, p. 450). Величина $\frac{1}{\lambda}$ равна для торія 87, а для радія 463000. Это соотношеніе было для радія провѣрено путемъ опыта. Итакъ, въ неслучайномъ эманации препаратъ радія

при условии радиоактивного равновесия собирается в 6000 раз больше эманации, чем при тех же условиях в препарате тория. Отсюда и происходит внезапное выделение громадного количества эманации при растворении соли радия, чего не наблюдается в столь сильной степени у тория. Собранный внутри соли эманация и производимая ею сообщенная активность дают начало наибольшей части активности радия. Если удалить их, продолжая соль в растворе на открытом воздухе в течение нескольких часов и затем выпарить раствор досуха, активность полученной соли весьма слаба, но постепенно увеличивается по мере того, как снова набираются эманация и сообщенная активность. Неотделимая активность радия, которая остается после растворения и т. п., равна 25% первоначальной и, как в случае тория, состоит исключительно из α -лучей. Это ослабление активности препаратов радия после растворения и соответственное увеличение активности высушенных солей было известно уже за несколько лет до того, как эти явления были связаны с выделением и скоплением эманации (Гизель, Wied. Ann. 1899, VI, p. 91; Г. и Г-жа Кюри, Comptes Rendus, 1902, 134 p. 85). На фиг. 3*) изображены кривые, полученные для уменьшения активности радиевой эманации и для возобновления активности соли радия. Эти кривые во всех отношениях аналогичны кривым, относящимся к торию и к торий-Ху (см. фиг. 2**). На фиг. 4 вся активность, приобретенная радиевой солью от минимума до максимума принята за 100. Кривая В была получена следующим образом. Эманация, смещенная с воздуха; ежедневно отсюда выпускалась определенная порция воздуха и впускалась в металлический сосуд, снабженный внутри электродом. Затем определялся ионизационный ток, возникавший в сосуде под действием эманации. Ток изменяется немедленно после внесения эманации, так как активность в начале быстро растет вследствие образования из эманации вещества сообщенной активности. Из фиг. 4 легко усмотреть, что активность эманации падает до половины начальной величины в течение 3,7 дней, откуда величина λ получается $\lambda = 2,2 \cdot 10^{-6}$. Г. Кюри (Comptes Rendus, 1902, 135 p. 857) нашел, что мало поглощаемые лучи, исходящие из соли радия в запаянной трубке, ослабляются вдвое по истечении четырех дней. Это также является независимым определением скорости ослабления активности эманации, так как, хотя исследованные Кюри β -лучи исходящие не из эманации, а из вещества сообщенной активности, все-таки можно доказать при помощи дезинтеграционной теории, что по истечении нескольких часов после начала, скорость

их ослабления должна совпадать со скоростью уменьшения активности эманации в трубке. Подвергая во время опыта трубку действию различных температур от 450° до 180° Ц. на-



Фиг. 4.

шли, что скорость изменения активности, а следовательно и величина λ , совершенно не испытывает влияния температуры.

Осложняющее действие позднейших результатов распада, как, например, сообщенной активности, на ход начальных превращений, которое мы уже отметили для тория, в случае радия гораздо более ярко выражено. Кривая А на фиг. 4 была получена при помощи раствора радия, долго выдержанного на открытом воздухе и потом только выпаренного до суха. Если же сухую соль, содержащую много окклюзированной эманации, растворить и сейчас же снова выпарить, то вся эманация выделяется, но сообщенная активность остается вместе с радием. В этом случае активность уменьшается уже не до 25%, а до 60% начальной величины, но в первые три-четыре дня после выпаривания происходит весьма быстрое падение активности до 25%. Это происходит от того, что приставшая к радю сообщенная активность быстро ослабляется. После этого резкого уменьшения активность начинает увеличиваться и дальше ход увеличения вполне согласен с кривой А. Соответственное этому явление происходит с эманацией, активность которой сильно увеличивается в течение первых часов после введения ее в испытательный сосуд, вследствие образования сообщенной активности. Если внутренний электрод сделать отрицательным по отношению к стенкам сосуда, то вся сообщенная активность концентрируется на нем, как в случае тория. После введения эманации в сосуд ее активность возрастает очень быстро в течение первых минут, затем медленно в течение трех-четырех часов, пока она не достигнет некоторого максимального значения, приблизительно вдвое большего, чем начальное. Если в любой момент убрать из сосуда центральный электрод, то его активность как раз оказывается равной излишку, наблюдаемому в активности эманации. Иначе еще можно сразу

*) См. 9-во, т. г. № 7, стр. 101.

**) То же, стр. 100.

выдуть всю эманацию изъ сосуда и тогда оставшийся ионизационный токъ, проихожащій отъ сообщенной активности, какъ разъ оказывается равнымъ наблюдаемому излишку.

Кривая уменьшения сообщенной активности радія весьма неправильна (Рутерфордъ и миссъ Бруксъ. Phil. Mag. 1902, VI, 4 p. 18). Она состоитъ: 1) изъ крутой части, соответствующей весьма быстрому уменьшенію активности въ нѣсколько минутъ приблизительно до 20% начальной величины; 2) изъ пологой части, соответствующей нѣсколькимъ минутамъ медленнаго измѣненія; 3) изъ логарифмической части, соответствующей паденію активности по закону геометрической прогрессіи въ 30 минутъ до половинной величины. При нѣкоторыхъ условіяхъ неправильная кривая можетъ получиться и для сообщенной активности торія (Рутерфордъ, Phys. Zeit. 1902). Если подвергнуть проволоку только на короткое время дѣйствию эманации торія, то оказывается, что сообщенная активность сначала растетъ, а не уменьшается, и можетъ достигнуть въ теченіе нѣсколькихъ часовъ величины въ три или четыре раза большей начальной, а затѣмъ только начинаетъ нормально ослабѣвать. Точно такъ же и въ случаѣ радія быстрое ослабленіе сообщенной активности выступаетъ тѣмъ ярче, чѣмъ короче было время дѣйствія эманации. Эти явленія могли бы получить весьма простое объясненіе, еслибы процессъ дезинтеграціи, создающій сообщенную активность, былъ двойной, т. е. состоялъ бы изъ двухъ превращеній. Первый процессъ въ радіи протекаетъ весьма быстро и результатъ этого процесса, новое, намъ неизвѣстное еще активное вещество, даетъ начало быстрому увеличенію активности эманации при перенесеніи ея въ другой сосудъ и столь же быстрому уменьшенію сообщенной активности послѣ удаленія эманации. С. М.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Третій Всероссийскій Электротехническій Съездъ въ С.-Петербургѣ.

(Продолженіе)*).

Обзоръ докладовъ.

А. М. Рундо. О матеріалахъ къ проекту электрической тяги судовъ на Приладожскихъ каналахъ, разработанныхъ по порученію Правленія С.-Петербургскаго округа Путей Сообщенія (IV отд. 4 янв. 1904 г.).

Электрическая тяга, получившая заграничій свое примѣненіе на каналахъ, благодаря инициативѣ частныхъ обществъ, обратила вниманіе нашего Министерства Путей Сообщенія, въ виду возможности подобнаго примѣненія и на нашихъ каналахъ. Вопросъ этотъ возбуждался и на Съездахъ русскихъ дѣятелей по воднымъ путямъ. Руководствуясь постановленіемъ Съезда

1901 г., Правленіе Слѣб. округа Путей Сообщенія занялось детальной разработкой вопроса о примѣненіи электрической тяги на Приладожскихъ каналахъ, въ связи съ вопросомъ о использовании для этой цѣли энергіи Волховскихъ пороговъ. Такъ какъ этотъ слѣдній вопросъ, какъ и болѣе общій — о примѣненіи энергіи текучей воды, а также и техническая сторона дѣла — выборъ плотины, грунта, расходъ воды и т. п., — не могли быть выяснены въ сколько нибудь незначительный промежутокъ времени и безъ израсходования значительныхъ суммъ, Правленіе поручило составителямъ проекта**), работать также вариантъ электрической тяги на каналахъ при условіи полученія энергіи отъ станцій съ паровыми или тепловыми двигателями, дабы выяснитъ вопросъ — представляется ли вообще электрическая тяга на Приладожскихъ каналахъ экономичнѣе существующей.

Какъ извѣстно, упомянутые каналы служатъ для сообщенія Волги съ Невой и представляютъ познать путь транзитнаго движенія. Каналы, идущіе въ обходъ бурнаго Ладожскаго озера, имѣютъ 2 почти параллельныя вѣтви — старые каналы, длиною 162 в. и новые — 156,1 в. Новые каналы открыты, старые имѣютъ плетни; глубина старыхъ 1 — 1,35 саж.; новыхъ — 1,30 — 1,75 саж.; по новымъ каналамъ идутъ главнымъ образомъ грузенныя суда къ С.-Петербургу, въ старымъ — порожня и плоты; наиболѣе сильное движеніе по первымъ — въ июль, по вторымъ — въ сентябрѣ, при чемъ общій максимумъ приходится въ июль. Полный грузооборотъ Приладожскихъ каналовъ, по даннымъ 1900 г., составляетъ около 4 мил. тоннъ или 500 мил. тонно-кв. Переходя затѣмъ къ самому вышеупомянутому проекту, инж. Рундо указываетъ, что въ основаніе его леги слѣдующія положенія.

1. Механической тягой предполагается оборудовать всѣ линіи Приладожскихъ каналовъ, причемъ соответственно существующему характеру движенія линіи новыхъ каналовъ — для судовъ, идущихъ къ С.-Петербургу, линіи старыхъ каналовъ — для судовъ обратнаго направленія и для плотовъ, идущихъ къ С.-Петербургу.

2. Сообразно изложенному, предполагается провести три линіи рабочихъ проводовъ, изъ которыхъ одну по одному берегу новыхъ каналовъ, а двѣ другія — по обоимъ берегамъ старыхъ каналовъ.

3. Распределеніе и передачу энергіи предполагается вести отъ двухъ центральныхъ станцій, расположенныхъ въ центрѣ питаемыхъ ими районовъ — въ дер. Лавы и Сясскихъ Рядкахъ.

4. За типъ передачи предполагается принять примѣненный на кан. Шарлероа и эл. ж. д. Туль-Бурддорфъ посредствомъ трехфазнаго тока, причемъ рабочее напряженіе 1000 в., а въ линіи высокаго напряженія — 2000 в., каковыя нормы признаны въ настоящее время вполне рациональными.

5. За основные, подлежащіе сравненію типы тяговыхъ снарядовъ предполагается принять лучшіе практическое примѣненіе на искусственныхъ водныхъ путяхъ Франціи и Бельгіи — туеръ (система Галліо и Бове), буксиры и электровозы (система Л. Жерара).

На основаніи данныхъ Западной Европы, а также и Россіи, скорость движенія судовъ принята въ практикѣ равной 1 м. въ сек. или 3,6 кв. въ часъ для новыхъ каналовъ, и 4 кв. въ часъ для старыхъ; необходимая мощность при этихъ скоростяхъ — 20 (туеръ) и 13½ (буксиръ и электровозъ) л. с. Время необходимое для прохожденія всей линіи каналовъ при непрерывномъ движеніи получается равнымъ приблизительно 50 ч. **); число необходимыхъ тяговыхъ снарядовъ (+12% запасъ) — 90 туеровъ и 150 букс. и

*) Инженеры путей сообщенія Г. О. Графтіо, Н. Л. Карауловъ и А. М. Рундо.

**) Въ настоящее время при тягѣ лошадьми 8—10 дней; число работающих въ время навигаціи лошадей — 10000.

электровозовъ. Принимая, на основаніи западноевропейскихъ данныхъ, коэффиц. полезн. дѣйствія равными—для туера 0,7—0,8; буксира 0,3—0,4; электровоза 0,4—0,5, получаемъ необходимую для доставленія энергіи соответственно 26 квт. для буксира и 22 квт. для туера и электровоза. Расчетъ рабочаго провода на электрическія требованія далъ диаметръ $\sigma=3$ мм., по механическимъ же онъ увеличенъ до 8 мм. Для расчета трансформаторныхъ станцій принята возможность перегрузки на 50%, при чемъ мощность ихъ принята двойной противъ нормальной; число ихъ получило 31 (туера), 53 (буксиры) и 48 (электровозы). Потери энергіи въ рабочихъ проводахъ и линейныхъ трансформаторахъ — 6%; сѣченіе линии высокаго напряженія соответственно—4,5; 2,5 и 5 мм. Мощность каждой силовой станціи получилась—800, 1000, 1600 квт., силовые единицы по 400 квт. (при туер. и электровоз.) и 300 квт. (при буксирахъ); паровыя машины 3 по 600 л. с. (туера), 5 по 300 (буксиры), 5 по 600 (электровозы); котлы 10 атм. при 6 кгр. на инд. л. с.-часть. Время работы станцій—200 дней, коэффицентъ загрузки—0,75. Стоимость оборудованія обѣихъ силовыхъ станцій на 1 квт. мощности у зажимовъ генераторовъ—около 270 руб.; при оборудованіи турбоальтернаторами Парсонса—около 25% экономіи.

Заканчивая свой докладъ инж. А. М. Рундо ставить на разсмотрѣніе Съѣзда слѣдующія положенія.

1) Электрическая тяга судовъ и плотовъ на Приладожскихъ каналахъ въ предположеніи полученія энергіи изъ calorическихъ центральныхъ станцій, расположенныхъ на линіи каналовъ, представляется значительно болѣе экономичною, чѣмъ существующая конная тяга.

2) Разница въ стоимости устройства туерной и буксирной тяги не превышаетъ 10%, стоимость же устройства тяги электровозами (chevaux électriques) болѣе чѣмъ вдвое превосходитъ стоимость устройства первыхъ. Расходы по эксплуатаціи при тягѣ буксирами и электровозами, оставаясь почти одинаковыми, значительно превышаютъ таковыя при туерной тягѣ.

3) Пунктъ 2-й, въ связи съ данными опыта электрической тяги на западно-европейскихъ каналахъ (Брюссель-Шарлероа) и съ характерными особенностями Приладожскихъ каналовъ (состояніе поверхности бичевниковъ), сводятъ выборъ типа тягового снаряда къ выбору между туеромъ и буксиромъ.

При обмѣнѣ мнѣній было указано, между прочимъ, что рѣшеніе вопроса о возможности пользованія Волховскими порогами стоитъ, главнымъ образомъ, въ зависимости отъ ассигнованія денежныхъ средствъ для изслѣдованія этого вопроса; въ дополненіе къ даннымъ докладчика было указано, что при подсчетѣ передачи энергіи отъ Иматы въ С.-Петербургъ одинъ киловаттъ обошелся въ 0,67 к. при 100% загрузки и въ 1,84 к. при 50%; кромѣ того, было указано на желательность примѣненія электровозовъ, имѣющихъ преимущества предъ другими способами, указано на выгоду полученія 21000 в. непосредственно отъ альтернаторовъ, на желательность пользованія Волховскими порогами. Отвѣчая оппонентамъ, инж. Рундо указалъ на тотъ фактъ, что связываніе вопроса объ электрической тягѣ на каналахъ съ использованиемъ Волховскихъ пороговъ, можетъ лишь затянуть разрѣшеніе перваго вопроса; при примѣненіи хотя бы паровыхъ машинъ доставка пуда въ С.-Петербургъ будетъ обходиться въ 2,25 к. противъ 9—12 к. теплорешныхъ; вопросъ о полученіи высокаго напряженія былъ рѣшенъ исходя изъ экономическихъ соображеній. При обмѣнѣ мнѣній, было также указано на возможность передачи зимой электрической энергіи въ С.-Петербургъ, послѣ чего собраніе приняло заключеніе, помѣщенное въ № 2, стр. 23 журнала „Электричество“ за т. г.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

О причинѣ электропроводимости фосфоризованнаго воздуха. Эльстеръ и Гейтель еще въ 1890 году замѣтили, что бѣлый фосфоръ сообщаетъ воздуху электропроводимость. Такъ какъ онъ при этомъ самъ окисляется и такъ какъ, съ другой стороны, этой способностью не обладаютъ ни другія видоизмѣненія фосфора, ни фосфоръ въ своихъ соединеніяхъ, то въ такомъ дѣйстви бѣлаго фосфора нельзя видѣть проявленіе его радиоактивности. Въ прошломъ году французскій физикъ Блохъ показалъ, что фосфоръ при своемъ окисленіи въ воздухѣ образуетъ іоны, обладающіе очень малой подвижностью, сообщающіе воздуху электропроводимость и вызывающіе конденсацію водяныхъ паровъ. Для дальнѣйшаго изслѣдованія этого явленія Ф. Гармсъ занялся вопросомъ, какое максимальное количество электричества можетъ быть перенесено при окисленіи опредѣленнаго количества фосфора или, выражаясь терминами теоріи іоновъ, въ какомъ отношеніи стоитъ число образуемыхъ іоновъ къ числу окисляющихся частицъ фосфора. Такъ какъ въ подобныхъ опытахъ количества окисляющагося фосфора измѣняются только миллиграммами, то Гармсъ опредѣлялъ не измѣненія въ вѣсѣ фосфора, а болѣе доступныя для измѣреній измѣненія въ объемѣ или давленіи кислорода. Для опредѣленія числа образуемыхъ іоновъ должны быть измѣнены токи насышенія, т. е. максимальныя токи, получаемыя при опредѣленныхъ условіяхъ и не усиливающимся болѣе при дальнѣйшемъ повышеніи напряженія; достиженіе этого предѣла указываетъ на то, что всѣ имѣющіеся іоны принимаютъ участіе въ переносѣ тока. Однако уже предыдущіе опыты автора, а также Г. Шмидта, показали, что въ фосфоризованномъ воздухѣ насыщенные токи не получаютъ даже при очень высокихъ потенциалахъ. Считая причиной этого обстоятельства малую подвижность іоновъ, отягченныхъ ступившимися вокругъ нихъ туманомъ, Гармсъ попробовалъ произвести опыты въ разрѣженномъ пространствѣ; дѣйствительно, оказалось, что въ вакуумѣ 70 мм., предѣльные, насыщенные токи получаютъ сравнительно легко, при потенциалѣ 500 вольтъ и даже ниже. Опыты производились слѣдующимъ образомъ. Въ средину стекляннаго цилиндра емкости 240 куб. см. вводилась палочка фосфора, укрѣпленная къ проволокамъ, пропущенной чрезъ герметически плотно пробку, въ верхнее отверстіе цилиндра; эта проволока соединялась съ квадратнымъ электродомъ. Внутренняя стѣнка цилиндра была выложена металлической сѣткой, заряженной до требуемаго напряженія батареей аккумуляторовъ, отводившейся съ другого конца къ землѣ. Другое отверстіе цилиндра служило для выкачиванія изъ него воздуха; объемъ исчезающаго при окисленіи фосфора кислорода измѣрялся по показаніямъ соединеннаго съ цилиндромъ манометра (съ сѣрной кислотой). Результаты получились слѣдующіе. Давленіе кислорода уменьшилось на 4,02 мм., что при емкости цилиндра=240 к. с. составляетъ около 1,28 куб. см. или, считая $5,4 \cdot 10^{19}$ частямъ кислорода въ 1 куб. см., — $6,9 \cdot 10^{19}$ частицъ, вступившихъ въ соединеніе съ фосфоромъ. Во время этого процесса окисленія принесено 4100 электро-статическихъ единицъ, что отвѣчаетъ $8,7 \cdot 10^{12}$ іонамъ.

Такимъ образомъ, $\frac{6,9 \cdot 10^{19}}{8,7 \cdot 10^{12}}$ т. е. около 8 миллионъ частицъ кислорода должны вступить въ реакцію съ фосфоромъ, для того, чтобы образовался только одинъ іонъ! Уже изъ одного этого слѣдуетъ, по мнѣнію автора, заключить, что образованіе іоновъ не прямо вызывается окисленіемъ фосфора; кромѣ того, при послѣднемъ предположеніи нужно было бы ожидать, что число образующихся іоновъ по крайней мѣрѣ приблизительно пропорціонально $\frac{dp}{dt}$ (p —парціальное

давление кислорода), что на самом деле не наблюдается. Поэтому Гармс полагает, что причиной ионизации воздуха в данном случае является образование озона, сопровождающее окисление фосфора, причем, конечно, не частицы самого озона сообщают воздуху электропроводность (так как озон проводит лишь немного лучше чем кислород), но те одноатомные ионы кислорода, которые появляются при образовании и распаденіи частиц озона. В пользу этого предположения говорит то, что появление озона во всех хорошо изученных случаях связано с электрическими явлениями; так при освещении кислорода сильными ультрафиолетовыми лучами образуется довольно много озона и газ приобретает высокую степень проводимости; озон образуется также при электролизе, в особенности с токами большой плотности и т. д.

Physikalische Zeitschrift. 1904. № 9.

Объ изменении сопротивления некоторых веществ под влиянием света. Новейшие исследования Румера в этом направлении показали, что кроме селена еще некоторые другие вещества, как, например сажа, теллур, тонкие листочки металлов обладают способностью терять свое сопротивление под влиянием света.

Несмотря на свою большую чувствительность селен представляет значительные неудобства для радиотелефонических приборов, так как он имеет слишком большое сопротивление и иногда теряет свои свойства под влиянием экстраточек размыкания. Сажа не имеет этих недостатков, но за то она менее чувствительна. Здесь, между прочим, обнаружился по наблюдениям Томлинсона интересный факт, что селен, покрытый сажой, обладает большею чувствительностью, чем селен и сажа в отдельности.

Химический анализ этих веществ, подвергшихся действию света, показывает, что не происходит никакого молекулярного изменения; с другой стороны и физические свойства не изменяются. Остается предположить, что свет действует на эти вещества подобно герцевским волнам, попадающим на автодекогерирующийся когерер. Световые лучи как бы производят род подвижного равновесия между молекулами, которое исчезает постепенно после прекращения освещения.

(«Eclairage Electrique»).

Действие света на электроскоп в вакуумѣ. В № 4 „Physikalische Zeitschrift“ за текущий год Гугенгеймер и Корн описывают явление, сходное, но не тождественное, с описанным Галльваком явлением зарядки металлов положительным электричеством под действием ультрафиолетовых лучей. В вертикально поставленной стеклянной трубке подвешены на стеклянном крючке два электроскопных листка. При выкачивании воздуха из трубки, когда разрежение в ней достигает 1 мм., свет дуговой или калильной лампы, газовой горелки и даже спички вызывает ясное расхождение листков, тем более сильное, чем сильнее и ближе источник света и чем большая поверхность листков подвергается освещению. С дальнейшим разрежением расхождение листков увеличивается и достигает максимума при давлении 0,02 мм. При пропускании света через цветные стекла расхождение уменьшается, притом в тем большей степени, чем ближе получаемый свет к красному концу спектра; однако, особенно при употреблении сильного источника света, расхождение листков остается заметным даже при пропускании света через пластинку рубинового стекла 1 см. толщины; фильтрация света через водяной экран (т. е. выделение из него тепловых лучей) оказывает лишь

слабое действие. С лампочкой накаливания в 10 свечей, на расстоянии около 3 см., получается расхождение листков, отвечающее заряду электроскопа до 500 вольт. Листки под действием света, как и в опытах Галльвака, заряжаются положительно, как видно из действия на них потертой стеклянной палочки; однако не эти заряды являются причиной расхождения листков, так как освещение всегда увеличивает расхождение, были ли листки заряжены перед тем положительно или отрицательно (до 200 вольт). Авторы полагают, что листки испускают при освещении, как отрицательные, так и положительные α -лучи; суммирование действия тех и других вызывает расхождение листков; в опытах же Галльвака наблюдается равенство их действия, так как β -лучи легче удаляются, чем α .

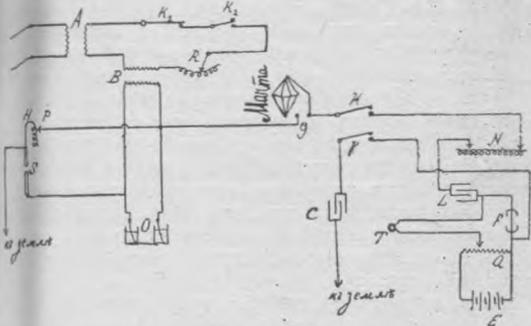
Электропроводность водных растворов при высоких температурах. Влияние температуры на электропроводность водных растворов было до сих пор изучено лишь в довольно узких пределах, до температуры 100°, причем обнаружилось, что нагревание на каждый градус увеличивает электропроводность всех электролитов приблизительно одинаково, на 2—3%.

Вопросу о том, как изменяется электропроводность при нагревании выше 100°, посвящена работа А. Noyes и W. Coolidge, помеченная в юбилейном оствальдовском томѣ „Zeitschrift f. physik. chemie“. Исследования производились в особом аппарате, позволяющем работать под высокими давлениями, требуемыми для температур, лежащих выше точек каления растворов; изменены были электропроводности растворов поваренной соли и хлористаго калия с содержанием 0,005; 0,002; 0,01 и 0,1 грамм-частицы в литре (т. е. концентраций: 0,02923; 0,195; 0,585 и 5,85% NaCl и 0,03725; 0,149; 0,745 и 7,45% KCl), при температурах 18°, 140°, 218°, 281° и 306°. Зависимость молекулярной электропроводности от степени разбавления для всех концентраций и температур очень близко подчиняется формулѣ Колрауша-Вант-Гофа: $\lambda_0 - \lambda_c = \text{Const.} \times C^{1/3}$, где λ_0 означает предельную молекулярную проводимость (т. е. при бесконечном разбавлении), а λ_c — молекулярную проводимость раствора концентрации C. Зависимость проводимости от температуры для слабых растворов и температур до 200° выражается прямыми, причем температурный коэффициент равен для поваренной соли 3,05, для хлористаго калия — 2,77; при дальнейшем нагревании температурные коэффициенты несколько уменьшаются. С повышением концентрации растворов температурный коэффициент уменьшается и притом тем быстрее, чем выше температура, а в 0,1-нормальных растворах наблюдаются максимумы электропроводности при температурах около 280°; так температурный коэффициент 0,1-нормального раствора NaCl между 18° и 140° равен +2,55; между 140° и 218° +2,23; между 218° и 281° +1,26 и, наконец, между 281° и 306° — 0,5, т. е. нагревание раствора от 281° до 306° не только не увеличивает, но даже, наоборот, уменьшает его электропроводность. Отношение предельной молекулярной проводимости хлористаго калия к такой же проводимости хлористаго натрия равно при 18° 1,19; при 140° — 1,11; при 218° — 1,08; при 281° — 1,06; при 306° — 1,04, т. е. предельная молекулярная проводимость, а следовательно скорости движения ионов обеих солей с повышением температуры все больше приближаются друг к другу. Наконец, интересно то явление, что степень диссоциации растворов (т. е. отношение числа ионов к числу недиссоциированных частиц) с повышением температуры очень сильно падает, в особенности для более крепких растворов; так при 18° диссоциация достигает в 0,1-нормальном растворе NaCl 84%,

при 140°—79%, при 218°—74%, при 281°—67%, при 360° только 60%; так как электропроводность растворов обуславливается, как известно, с одной стороны скоростью движения ионов, с другой — их числом, т. е. степенью диссоциации, то подобное влияние повышения температуры на диссоциацию объясняет существование максимумов проводимости при некоторых высоких температурах.

ОБЗОРЪ.

Беспроволочный телеграфъ системы Де Форестъ. Въ декабрѣ минувшаго года въ Англии были произведены испытанія новаго способа беспроволочнаго телеграфирования американскаго изобрѣтателя Ли-Де Форестъ (Lee De-Forest). Такъ какъ этотъ способъ представляетъ нѣкоторыя интересныя особенности, то мы его здѣсь вкратцѣ опишемъ. Фиг. 5 представляетъ схему расположенія отдѣльных частей. Нефтяной двигатель въ 3 лощ. силы приводитъ въ дѣйствіе генераторъ переменнаго тока напряженія 500 вольтъ, при 50 періодахъ въ секунду. Этотъ токъ не прямо трансформируется въ токъ высокаго напряженія, а посылается въ трансформаторъ А съ коэффициентомъ превращенія 1:1, и затѣмъ уже



Фиг. 5.

токъ этого трансформатора превращается во второмъ трансформаторѣ В въ токъ напряженія 20000 вольтъ; дѣлается это съ цѣлью сохраненія нагрузки болѣе постоянной, а также для предохраненія генератора тока отъ случайныхъ высокихъ напряженій, могущихъ возникнуть вслѣдствіе статическихъ разрядовъ и т. п. Трансформаторъ В снабженъ маслянымъ охлажденіемъ или, что лучше, построенъ въ видѣ катушки съ открытой магнитной цѣпью. K_2 — обыкновенный манипуляторъ Морзе, погруженный для устраниенія искръ въ масло. R — регуляторъ реакціи цѣпи, регулируемый отъ руки и служащій главнымъ образомъ для устраниенія возможности образованія свѣтовой дуги въ искровомъ промежуткѣ. Вторичная цѣпь трансформатора В заключаетъ въ себѣ слѣдующія части. O — батарея лейденскихъ банокъ, числомъ 12; рядъ специальныхъ изслѣдованій привелъ Де-Форестъ къ заключенію, что эти банки, для полученія максимальнаго дѣйствія, должны быть размѣщены въ 4 ряда по 3 въ каждомъ, ряды же соединены въ двѣ параллельныя группы, причемъ соединенія между банками должны быть по возможности коротки; общая емкость батареи составляетъ 0,006 микрофарадъ. S — искровой промежутокъ между электродами въ видѣ стержней 12 мм. въ поперечникѣ, изъ никелированной лагуни; длина искрового промежутка можетъ регулироваться переменіемъ верхняго электрода и составляется обыкновенно около 16 мм.; получаемыя искры отличаются чистотой и совершенно свободны отъ дуговыхъ явленій. Спираль H

служить для приблизительнаго настраиванія колебаній; она состоитъ изъ 4 витковъ 6 миллиметровой никелированной мѣдной трубки и имѣетъ около 46 стм. къ поперечникѣ. При помощи подвижнаго контакта Р самоиндукція цѣпи регулируется по желанію, причемъ, благодаря очень высокому числу колебаній, незначительнаго перемѣщенія контакта достаточно, чтобы вызвать большое измѣненіе въ посылаемыхъ волнахъ. Въ G находятся два очень короткихъ искровыхъ промежутка (0,8 мм. длины); средній электродъ промежутковъ соединенъ съ контактомъ Р и лейденскими банками, оба крайніе съ мачтой. Эта мачта (вышиной около 40 метровъ) состоитъ изъ пяти воздушныхъ проводовъ, верхніе концы которыхъ всѣ соединены между собой металлически; въ своей срединѣ провода отстоятъ одинъ отъ другаго на 3 метра; внизу четыре изъ нихъ опять соединены между собой и съ лѣвымъ электродомъ двойнаго искроваго промежутка G; пятый же проводъ соединенъ отдѣльно отъ остальныхъ съ правымъ электродомъ этого промежутка, отъ котораго отходить также проводъ къ приемному аппарату. Благодаря малымъ размѣрамъ двойнаго искроваго промежутка при работѣ посылающаго аппарата, т. е. отправки волнъ, онъ легко перекрывается токами; при приемѣ же волнъ онъ является изоляторомъ. Такимъ образомъ, при отправкѣ сигналовъ всѣ пять проводовъ мачты являются соединенными между собой параллельно, при приемѣ же четыре лѣвые провода соединены между собой параллельно и всѣ вмѣстѣ послѣдовательно съ пятымъ правымъ, другими словами первые четыре провода играютъ при приемѣ вмѣстѣ съ землей роль конденсатора и падающія волны принимаются въ замкнутой въ себѣ цѣпи, такъ какъ другой конецъ (конденсаторъ С) также отведенъ къ землѣ.

Приемный аппаратъ, изображенный на правой половинѣ фиг. 5 и соединенный съ той же самой мачтой, состоитъ изъ регулируемой самоиндукціи N, регулируемой емкости L, постоянной емкости С, когерера F, телефона T, мѣстной батареи E и потенциометра Q, при помощи котораго телефонъ устанавливается на свой наиболѣе сильный тонъ; K — выключатель. Когереръ Де-Фореста имѣетъ особую конструкцію и построенъ на электролитическомъ принципѣ, устройство его держится пока въ секретѣ.

Упомянутые опыты производились между станціями Fort Wright и Fort Schnyler на разстояніи 160 километровъ. Въ минуту свободно удавалось переслать 20—30 словъ. Въ телефонъ можно было безъ большаго труда отличить колебанія различныхъ періодовъ. Атмосферныя колебанія также были слышны, но могли быть отличены отъ сигналовъ станціи управления.

Объ электрическомъ испытаніи качества стекла. Какъ извѣстно, стекло, хотя и въ слабой степени, но все же подвергается дѣйствию воды, причемъ оно тускнѣетъ и отдаетъ водѣ нѣкоторое количество щелочи, а затѣмъ также кремнезема. Такъ какъ во многихъ случаяхъ большее или меньшее сопротивление стекла разбѣдающему дѣйствию воды имѣетъ большое практическое значеніе, а опредѣленіе качества стекла въ этомъ отношеніи чисто химическимъ путемъ довольно хлопотливо, то Ф. Габеръ и Г. Швенке выработали электролитическій способъ опредѣленія химическаго постоянства стекла, основываясь на томъ, что вода, растворяя въ себѣ составныя части стекла, пріобрѣтаетъ большую электропроводность. Рядъ опытовъ показалъ, что такимъ способомъ можно легко, въ короткое время и съ достаточной точностью, опредѣлить химическое качество стекла. Такъ какъ чаще всего приходится имѣть дѣло съ бутылками, колбами и т. п. сосудами, то авторы производятъ опредѣленія слѣдующимъ образомъ. Два электрода изъ гладкой платины, по 70 кв. мм. односторонней поверхности каждый, вдѣланы въ

одну общую стеклянную трубку, так что расстояние между ними равно около 6 мм.; таким образом этот двойной электрод может быть свободно введен в горлышко обыкновенной бутылки; для изоляции друг от друга проволок, приводящих ток к электродам, стеклянная трубка, в которой они проходят, залита канифолью; кроме того, одна из проволок защищена тонкой стеклянной трубочкой. Гладкие платиновые электроды представляют то преимущество пред платинированными, что они гораздо быстрее промываются. Но так как за то они дают плохой минимум в телефон при определении электрического сопротивления по способу Кольрауша с переменным током, то Габер и Швенке измеряют сопротивления с постоянными токами, по известной формуле: $W = \frac{E_2 - E_1}{J_2 - J_1}$ (W — сопротивление, E_2 и E_1 — напряжения, J_2 и J_1 соответствующие силы тока); так как здесь во всяком случае получаются лишь очень слабые токи, то поляризация может быть оставлена без внимания.

Для ускорения действия воды на стекло, излудимый сосуд с водой держится в водяном термостате при температуре 80° . Для устранения ошибок, какие могли бы возникнуть под влиянием на электропроводность поглощаемой из атмосферы углекислоты, чрез сосуд все время продувается струя освобожденного от углекислоты воздуха; точно также и для наполнения сосуда берется перегнанная, освобожденная от CO_2 вода. Определения производятся каждой частью, с напряжениями в 10, 20 и 30 вольт. Чем быстрее возрастает электропроводность воды, тем хуже стекло в смысле химической прочности и, сравнивая полученные таким образом кривые с кривыми стекла, принятого за образец, можно прийти к достаточно верным и точным заключениям.

Электромагнит для извлечения посторонних тел из глаза. Как известно, для извлечения из глаза попавших туда случайно частиц железа, стали и т. п. с успехом пользуются притягательным действием на них электромагнитов. В. Фолькманн описывает интересные опыты, показывающие зависимость действия глазных электромагнитов от формы полюсного наконечника с одной стороны, от формы извлекаемого тела с другой. В следующей таблице числа столбца А означают относительные веса, еще притягиваемые электромагнитом на соответствующих расстояниях, причем в столбце В стоят расстояния (в сантиметрах) для плоского полюсного наконечника, в столбце С — для круглого, в столбце D — для заостренного:

А.	В.	С.	Д.
1	7,2	6,9	6,2
2	5,9	5,6	5,0
5	4,3	4,1	3,6
10	3,4	3,2	2,7
50	1,6	1,7	1,4
100	1,0	1,2	1,1
200	0,4	0,7	0,8
400	—	0,4	0,6
800	—	—	0,5

Из этой таблицы видно, что с плоским полюсным наконечником электромагнит действует на расстояниях, превышающих 1 см., значительно сильнее, чем с заостренным, но на расстояниях меньше 1 см. это отношение меняется в обратное. Таким образом для извлечения посторонних тел из передней камеры глаза лучше пользоваться заостренным наконечником, для удаления же из склелчатой оболочки — плоским. Крупный наконечник по своему действию стоит между тем и дру-

гим. Что касается влияния формы извлекаемого постороннего тела, то чем оно более вытянуто, тем меньшей силы оказывается достаточным для его извлечения, как то видно из следующей таблицы, показывающей расстояния, на которых данный электромагнит еще притягивал соответствующую одинакового веса, но различных размеров:

Отношение длины тела к его поперечнику.	Максимальное расстояние.
царь	8,7 см.
2	10,5 "
5	13,0 "
10	16,8 "
50	20,3 "

БИБЛИОГРАФИЯ.

Василь Первенко. Физическія основы мірозданія. Мысли о теплотѣ и электричествѣ, какъ о единой силѣ въ природѣ. Выпускъ II. Киевъ, 1904. 236 стр.

Prodrome de la Théorie mécanique de l'électricité, par P. De-Heen. Bruxelles, 1903. 148 pp.

Зачатки механической теории электричества. Де-Генъ. Брюссель.

Во второмъ выпускѣ мыслей г. Первенко вѣтъ еще описанія тѣхъ открытій, о которыхъ было упомянуто въ первомъ (см. „Электричество“ 1902 года, стр. 152), и все еще не говорится объ электричествѣ. Содержание обоихъ выпусковъ, по существу, одно и то же: разбираются самые общие вопросы, считаемые наукою недостижимымъ вѣнцомъ знанія; авторъ внявъ призыву матери природы, заглянулъ въ ея ласковыя очи и попросилъ разказать о тайнахъ ея бытія. Въ противоположность обыкновеннымъ людямъ, авторъ обладаетъ способностью постигнуть явное и очевидное (стр. 25).

Этотъ методъ раскрытія истины и эта способность, необходимая для пользованія имъ, были уже выражаемы не одинъ разъ и на русскомъ, и на иностранныхъ языкахъ и въ несравненно лучшей формѣ, чемъ въ „Мысляхъ“ г. Первенко. Я упомянулъ о нихъ въ выраженіи г. Первенко лишь затѣмъ, чтобы доказать свое право не обращать вниманія ни на какія вопіющія противорѣчія различныхъ мѣстъ „Основы мірозданія“ между собою и съ известными фактами, ни на какія смѣшенія понятій, а также не касаться великолѣпныхъ ниспроверженій выводовъ самаго точнаго знанія. Все это имѣетъ значеніе лишь при другомъ методѣ и для обыкновенныхъ людей, или по крайней мѣрѣ при лучшемъ выраженіи метода г. Первенко и большихъ способностяхъ провидца.

Возможно говорить лишь о главной идеѣ г. Первенко независимо отъ того, какъ она обоснована. Мнѣ кажется, что эта идея яснѣе выступаетъ въ настоящемъ вѣромъ выпускѣ; она заключается въ томъ, что „зародыши міровыхъ телъ возникаютъ въ пространствахъ отъ взаимной встрѣчи двухъ не пересѣкающихся пряморадіальныхъ (sic!) другъ другу лучей, — солнечнаго съ возбужденнымъ какимъ либо лучиннымъ источникомъ“ (стр. 36). Элементы (химическіе) возникаютъ, какъ лучистые узлы или густки (стр. 37). Я не рискую освѣтить эту идею съ точки зрѣнія „Физическихъ основъ мірозданія“, по которой свѣтъ есть текущая матерія (стр. 31 и мн. др.); но, по моему, эта мысль выражаетъ в о з м о ж н о с т ь п о л у ч е н і я м а т е р і и и з ъ э н е р г и и (см. стр. 46). Должно сказать, что этотъ афоризмъ все болѣе проникаетъ въ настоящее время въ науку; на немъ основываются некоторые изслѣдователи радиоактивныхъ веществъ, его высказываютъ и биологи, напр., Тимирязевъ (въ Лондонскомъ чтеніи 1903 г.), къ логично-

сти его приходять и отвлеченные умы (см. напр. Ловатинъ „Вопросы философіи“. 1903. Книга 69 стр. 414).

Книга Де Гена представляет собою тоже „второй выпуск“. Въ своемъ первомъ сочиненіи (1894 года) Де Генъ излагаетъ механическую гипотезу, тепла; во-второмъ—электричества. Авторъ, подобно нашему мыслителю, чувствуетъ себя въ сторонѣ отъ науки, и недоволенъ профессиональными учеными, которые его игнорируютъ и „даже больше“ (р. 3); но онъ не рассказываетъ о ихъ продажности и о какихъ-то ихъ палкахъ (Перв. стр. 205). Для Де Гена также тѣсны рамки узко спеціального изслѣдованія, онъ ищетъ объясненія и загадочныхъ процессовъ на звѣздѣ Новой въ созвѣздіи Персея (р. 145, Перв. стр. 144), но онъ не увлекается до высокомернаго нерасмотрѣнаго астрономіи, геологіи, метеорологіи. Точкой отправления для Де Гена являются современные научныя положенія и гипотеза о гиростатическомъ строеніи матеріи. На своей гипотетической (какъ определено говорить и самъ авторъ) канвѣ онъ вышиваетъ тонкій рисунокъ, систематически обрисовывая явленіе за явленіемъ; онъ не заставляетъ обыкновеннаго читателя слѣдить за дебошами разума и интересоваться автобиографическими подробностями. Теорія Де Гена много уясняетъ въ замѣчательномъ соотношеніи между теплопроводностью и электропроводностью, вводитъ въ общую картину и законъ Дюлонга и Шти (р. 106); этотъ законъ увлекъ и г. Первенко (стр. 5), но для разрѣшенія вопросовъ, которые приѣмъ возникли у русскаго автора, пришлось искать „причину утяжеленія атомнаго вѣса хлора“ въ „общемъ основаніи закона Архимеда, по которому хлоръ, будучи вытѣсняемъ силовою средою приобретаетъ столько добавочнаго вѣса“ и т. д. (стр. 8).

Де Генъ слишкомъ мрачно смотритъ на отношеніе науки къ его работамъ; онъ самъ упоминаетъ о вниманіи все увеличивающемся къ его взглядамъ на тепло; его книга объ электричествѣ, вѣроятно, встрѣтитъ еще лучший приѣмъ. Она, какъ говорить самъ авторъ, входитъ въ составъ той „качественной“ науки, въ которой явленія трактуются не по результатамъ точныхъ измѣреній, но болѣе приблизительно, которая не закончена еще въ области физическихъ явленій, и которая ложится въ основу точной „количественной“ науки (р. 10).

Нельзя не согласиться съ этими словами Де Гена; особенно въ настоящее время для физики нужны новые, по возможности обширные методы качественного объясненія явленій въ родѣ тѣхъ, какіе даются въ книгѣ Де Гена.

Мнѣ не думается, чтобы и дальнѣйшіе выпуски „Мыслей“ г. Первенки дали бы что нибудь подобное. Слишкомъ за многое берется авторъ, слишкомъ мало дѣлать придаетъ онъ всему вѣсковому научному зданію. Намъ нужна не ясность представленія и очевидность, а нѣчто противоположное. Туманъ наша родная стихія... Намъ требуется вѣчное затмѣніе мысли... Въ такихъ словахъ г. Первенко выражаетъ свое недоверіе къ спорнымъ формуламъ науки и многому такому „отъ чего голова кругомъ идетъ“ (стр. 25). Ему хочется вѣрять „дикарямъ и древнимъ астрологамъ“ (стр. 236).

В. Л.

Проф. Сильванусъ Томпсонъ. Проектированіе динамо-электрическихъ машинъ. Съ 92 фиг. въ текстѣ и 8-ю таблицами чертежей. 224 стр. Переводъ инж.-мех. Д. Голова. Изданіе К. Риккеръ. С.-Петербургъ, 1904. Ц. 3 рб.

Знаменитый англійскій авторъ, сочиненіе котораго „Dynamo Electric Machinery“ явилось однимъ изъ первыхъ капитальныхъ трудовъ по теоріи и исторіи динамомашиинъ, конечно, не нуждается въ особыхъ рекомендаціяхъ. Простое, но всегда научное изложене, обстоятельность, использование громадной литературы по данному вопросу, внимательная критика

практичности—въ чисто „инженерномъ“ отношеніи—различныхъ конструкций—вотъ обычныя достоинства сочиненія Сильв. Томпсона. Этимъ же достоинствами отличается и настоящая его книга, русскій переводъ которой недавно появился. По проектированію динамомашиинъ существуетъ уже довольно обстоятельная (иностранная) литература, имѣются и различные атласы и пр., но, къ сожалѣнію, часть этихъ книгъ мало проникала въ широкіе круги электротехниковъ благодаря своей „громоздкости“, другая, представляемая въ большинствѣ случаевъ книжками рецептурнаго характера, и не заслуживала особаго распространенія вслѣдствіе изобилія шаблонныхъ „практическихъ“ данныхъ (недаромъ книги такого рода получили въ Германіи названіе „поваренныхъ книгъ“—„Kochbücher“) и отсутствія всякой „теоріи“. Вотъ почему нельзя и пріивѣтствовать появленія каждой новой серьезной книги по проектированію электрическихъ (да и всякихъ другихъ) машинъ.—С. Томпсонъ почти не занимается въ этомъ своемъ сочиненіи теоріей динамомашиинъ, ссылаясь на свой главный вышеназванный трудъ (имѣется и русскій переводъ).

Здѣсь же онъ хочетъ научить проектировать тѣхъ, кому теорія болѣе или менѣе хорошо извѣстна, оговариваясь, впрочемъ, что въ концѣ концовъ конструированіе удачныхъ динамомашиинъ все же остается искусствомъ. Въ началѣ авторъ говоритъ о магнитныхъ свойствахъ желѣза, о разбѣянн магнитныхъ линій, гистерезисѣ, объ обмоткахъ электромагнитовъ; затѣмъ переходитъ къ коэффициенту заполнения, обмоткамъ якоря и различнымъ схемамъ этихъ послѣднихъ, говорить объ употребительныхъ изолирующихъ материалахъ и проч. Все это изложено достаточно полно и ясно; различныя таблицы и кривыя помѣщены весьма кстати.

Хорошо исполнены многочисленныя схемы обмотокъ; весь параграфъ, трактующій объ этомъ представляющемъ значительныя трудности предметѣ, заслуживаетъ особаго вниманія. Такъ же понятно и хорошо изложены и слѣдующія главы, посвященныя расчету потерь (механическихъ и электрическихъ), порядку проектированія и двумъ примѣрамъ расчета динамомашиинъ. Кончается книга описаніемъ различныхъ типовъ машинъ какъ англійскаго, такъ и континентальнаго происхожденія; очень мало мѣста уделено американскимъ машинамъ.

Въ качествѣ приложений помѣщены таблицы разныхъ данныхъ для мѣдной проволоки, формуляры, употребляемые при испытаніи машинъ, и нѣсколько таблицъ чертежей машинъ и отдѣльныхъ частей.

Эти чертежи, какъ и почти всѣ фигуры въ текстѣ исполнены отлично.

Вообще, съ внѣшней стороны русское изданіе производитъ очень благоприятное впечатлѣніе, чего совершенно нельзя сказать о переводѣ: этотъ послѣдній изобилуетъ стилистическими „красотами“, которыми могутъ разсодовать и малотребовательнаго читателя. Какъ, напримѣръ, понять слѣдующія строки, которыя находятся на стр. 114: „Для изслѣдованія регулирующихъ свойствъ машины надо наблюдать на опытѣ (или вычислить по кривой насыщенія), на сколько вольтовъ повышается потенциалъ, если при намагничиваніи полнымъ числомъ амперъ-витковъ, необходимымъ для развитія безнагрузочнаго напряженія на зажимахъ при полной нагрузкѣ, поддерживать намагничиваніе, но снимать съ якоря нагрузку“ etc! На стр. 3 переводчикъ говоритъ: „Полное число амперъ-витковъ циркулированія тока около сердечника мы будемъ называть иногда для краткости „намагничиваніемъ“; на стр. 7 онъ говоритъ, что гистерезисъ есть „родъ магнитнаго утомленія“. На 14 стр. онъ называетъ коэффициентъ утечки „коэффициентомъ допущенія на утечку“, считая первое выраженіе „менѣе правильнымъ“. На стр. 137 переводчикъ, говоря, что коэффициентъ коммутаци долженъ быть не меньше 5—6, добавляетъ, что „на величины мень-

ше этих слѣдуетъ смотрѣть съ подозрѣніемъ*. Можнo бы найти цѣлую массу подобныхъ нерусскихъ оборотовъ, но выписывать ихъ цѣликомъ значило бы злоупотреблять мѣстомъ. Не мало попадаетъ и неудачныхъ техническихъ терминовъ; не имѣя подъ руками англійскаго подлинника, мы не можемъ судить, обусловлены ли эти послѣдніе языкомъ автора, или же должны быть всецѣло приписаны недосмотрамъ переводчика. Такъ, напр., на стр. 5 (и многихъ другихъ) мы читаемъ о якоряхъ, „подвергающихся весьма большимъ плотностямъ потока“; на стр. 141 машина съ параллельнымъ возбужденіемъ называется „машиной съ отвѣтвленіемъ“, а на стр. 169 про Эрликовскую динамо съ параллельнымъ возбужденіемъ говорится, что ея „электромагниты обмотаны съ отвѣтвленіемъ“.

Въ описаніи генератора на стр. 167 тѣ части рамы электромагнитовъ, которыми рама привинчивается къ основаніямъ, почему-то называются „ножками“, а самыя основанія—„подножками“. Въ заключеніе остается лишь пожелать, чтобы всѣ эти недостатки перевода—въ интересахъ распространенія хорошей книги С. Томпсона—были устранены въ послѣдующихъ изданіяхъ.

Д. М.

E. Arnold. La machine dynamo à courant continu. Theorie, construction, calcul, essais et fonctionnement. Traduction française par **E. Boistel** et **E. Brunswick**. T. Premier. Theorie de la Machine à courant continu. Paris. 1904. Ch. Bé-ranger.

Э. Арнольдъ. Динамомашина постоянного тока. Теорія, устройство, испытаніе и дѣйствіе. Переводъ съ нѣмецкаго Е. Боателъ и Е. Брун-свикъ. Т. I. Теорія машины постоянного тока. Парижъ. 1904 г. 624 стр. въ 8 б. д. л.

Мы уже имѣли случай познакомить нашихъ читателей съ интереснымъ трудомъ проф. Арнольда, замѣтка о первомъ томѣ котораго—теорія динамомашинъ постоянного тока,—была помѣщена въ журналѣ „Электричество“*). Въ настоящее время появился французскій переводъ этого тома, сдѣланный инж. Боателъ и Брунсвикъ. Сохраняя всѣ достоинства нѣмецкаго оригинала, переводъ сдѣланъ понятнымъ яснымъ языкомъ.

Внѣшній видъ изданія не заставляетъ желать лучшаго.

Leçons d'électrotechnique générale. par **P. Janet**. Deuxième édition. Tome I. Généralités—Courant continu. Paris. Gauthier-Villars, 1904. 369 pp.

Курсъ общей электротехники. П. Жанэ. Т. I. Парижъ 369 стр. въ 8 б. д. л. Цѣна 11 франк. (=4,50 рб.).

Въ 1903 году въ нашемъ журналѣ было отмѣченіе появленія этого курса въ первомъ изданіи. Второе изданіе предполагается авторомъ обширнѣе перваго и потому появится въ двухъ томахъ.

Отпечатанный уже первый томъ заключается въ себя кромѣ механическихъ свѣдѣній (стр. 1—19), общія положенія объ электричествѣ и магнетизмѣ (стр. 20—162), ученіе о динамомашинѣ и двигателяхъ постоянного тока и передачѣ энергіи (163—348). Второй томъ будетъ посвященъ переменному току. Характеръ курса во второмъ изданіи не измѣнился; онъ по прежнему представляетъ собою нѣчто среднее между теоретическимъ курсомъ Маскара и Жубера и практической частью курса Э. Жерара. Въ дополненіяхъ, сдѣланныхъ ко второму изданію, авторъ обращаетъ особое вниманіе на теорію зубчатыхъ якорей. Указатели литературы статей во француз-

скихъ журналахъ, заключающіе каждую главу, продолжены до 1903 г.

Мастерское изложеніе предмета, строгій выборъ теоретическихъ вопросовъ, имѣющихъ непосредственное отношеніе къ электротехникѣ, позволяютъ рекомендовать курсъ Жанэ, какъ одно изъ лучшихъ руководствъ по теоріи для техника. Изданіе отличаетъ
В. Л.

L'année électrique, électrothérapie et graphique. Revue annuelle des progrès électriques 1903, par le **D-r Foveau de Courmeilles**. Quatrième année. Paris. Ch. Béranger éditeur. 1904. 331+5 in 16°. Prix: 3 fr. 50.

Электрический годъ. (1903). Д-ра Фово де Курмеля. 1904. Парижъ.

Этотъ ежегодникъ выходитъ уже четвертый разъ. Характеръ настоящаго выпуска, какъ популярнаго сборника всевозможныхъ электрическихъ новостей съ большимъ отдѣломъ электромедицины и гигиены въ общемъ тотъ же, который мы отмѣчали въ предшествовавшихъ выпускахъ. Бѣглое описаніе различныхъ открытій, изобрѣтеній, наблюденій, подчасъ всѣмъ непонятное, и вообще могущее удовлетворить только самаго неглубокаго читателя. Но съ каждымъ выпускомъ замѣчается все большая систематичность и все меньшее количество совершенно сорнаго матерьяла.

По прежнему книжка содержитъ точныя описанія работъ ея автора, перу котораго (какъ видно по объявленіямъ) принадлежатъ, кромѣ многихъ трактатовъ по электричеству, сочиненія о страхахъ, о разнорастеніяхъ, о международномъ языкѣ: эсперанто. На стр. 102, напр. разсказывается, по поводу несчастнаго парижскаго метрополитанѣнъ, что еще въ 1901 г. Ф.-д.-К. предупреждалъ объ опасности отъ нагрѣнія проводовъ, отъ короткихъ соединеній и утечекъ тока: „инженеры насъ не послушали...“
В. Л.

НОВЫЯ КНИГИ.

М. М. Вълавенецъ. Глиновѣдѣніе. Кирпичное производство. Планъ кирпичнаго завода. Въ текстѣ 22 рис. Ц. 10 коп. 24 стр. въ 8 д. л. Спб. 1904 г.

Обработка глины. Вымораживаніе и отмучиваніе глины. Въ текстѣ 22 рис. Ц. 10 коп. 16 стр. въ 8 д. л. Спб. 1904.

Monographien über angewandte Elektrochemie. XI Band.

Die Galvanoplastie. Von Dr. W. Phanhauer. Mit 35 in deu text gedruckten Abbildungen. Halle, a. S. 1904. Verlag von Wilhelm Knapp. 137 стр. въ 8 д. л. Ц. 4 м.

Справочная книга для электротехниковъ. Составилъ В. А. Ржевскій. Цѣна въ переплетѣ 75 коп. Москва. 1903. 168 стр. въ 16 д. л.

Руководство къ изученію фотографированія растений безъ аппарата, объектива, пластинокъ и темной комнаты. Составилъ по собственному способу А. К. Гинрихсонъ. Спб. 1903. 16 стр. въ 16 д. л.

Die für Technik und Praxis wichtigsten Physicallischen Grössen in systematischer Darstellung von **Olof Linders**. Mit 43 textfiguren. Leipzig. Verlag v. Jak & Schunke. 1904. XII+396 стр. въ 8 д. л. Ц. 13 марокъ.

*) См. Э—во, 1902 г. № 20, стр. 288.