

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Современныя воззрѣнія на проводимость газовъ.

Въ настоящее время мы находимся въ третьей эпохѣ электрическихъ теорій или гипотезъ. Первая самая старая теорія электрическихъ жидкостей принимаетъ электричество за нѣкоторую первичную материю, различаетъ положительную и отрицательную электрическую жидкости и приписываетъ послѣднимъ способность раздѣляться на отдѣльныя частички, которыя представляютъ изъ себя точки приложенія силъ, дѣйствующихъ по тогдашнимъ воззрѣнiямъ отъ частички къ частичкѣ черезъ пустое пространство. Вторая эпоха, достигшая кульминационной точки развитiя при Максвеллѣ и Герцѣ, вмѣстѣ непосредственнаго „actio in distans“ между отдѣльными частичками вводитъ эфиръ какъ передаточную, такъ сказать, среду. Объясненiе всѣхъ электромагнитныхъ явленiй сводится къ колебанiямъ, пертурбацiямъ и возмущенiямъ эфира. На сцену являюся электромагнитныя колебанiя въ чистомъ эфирѣ.

Третья эпоха электрическихъ теорiй, эпоха, которой всего только десятокъ лѣтъ отъ роду, воспользовалась плодами трудовъ обѣихъ предыдущихъ эпохъ. Какъ теорія электрическихъ жидкостей, такъ и эфирная, если можно такъ выразиться, теорiя—односторонняя. Первая не принимаетъ во вниманiе эфира, вторая, наоборотъ, забываетъ объ электрическихъ частичкахъ. Современная же теорiя принимаетъ, какъ и въ данное, единичную электрическую частицу, находящуюся въ эфирѣ, и приписываетъ ей электромагнитную силу и поле.

Уже болѣе ста лѣтъ тому назадъ въ основу естествознанiя былъ положенъ законъ сохранения массы. Основываясь на понятiи о массѣ, опредѣленномъ, какъ коэффициентъ при ускоренiи въ уравненiяхъ движенiя, сила завладѣла абсолютнымъ господствомъ въ физикѣ и оттѣснила на заднiй планъ понятiе объ энергiи, которой она обязана своимъ существованiемъ. Сила, собственно говоря, не есть понятiе первоначальное, но представляетъ собой величину, опредѣляемую количествомъ энергiи и ея распредѣленiемъ въ пространствѣ.

Рядомъ съ первоначальнымъ понятiемъ о массѣ нужно поставить понятiе объ энергiи. Законъ сохранения энергiи можно считать однимъ изъ достовѣрнѣйшихъ законовъ естествознанiя. Къ этимъ двумъ начальнымъ понятiямъ современная физика присоединяетъ и электричество.

Въ мирѣ существуетъ опредѣленное количество положительнаго и отрицательнаго электричества. Электричество не можетъ быть человеческими силами ни создано, ни уничтожено; оно можетъ быть какъ и масса распредѣлено въ пространствѣ, но количество его остается при этомъ неизмѣннымъ. Положительное и отрицательное электричество нейтрализуютъ другъ друга въ своихъ воздѣйствiяхъ на внѣшнiй миръ. Поэтому, можно какъ бы уничтожить

нѣкоторое количество положительнаго электричества, соединяя его съ равнымъ количествомъ отрицательнаго электричества. Изъ этого нейтральнаго соединенiя можно снова получить положительное электричество, но тогда же является равное количество и отрицательнаго электричества.

Подобно тому какъ массу и энергiю мы можемъ такъ же распредѣлять и электричество для полученiя различныхъ явленiй. Плотность и способъ распредѣленiя зависятъ отъ насъ, но количество электричества остается неизмѣннымъ.

Опытъ учить насъ, что мы можемъ отъ нѣкотораго опредѣленнаго количества электричества отнять часть, отъ этой части опять отнять часть и такъ далѣе, но не до безконечности. Такъ же какъ и въ массѣ мы имѣемъ здѣсь нѣкоторое недѣлимое болѣе количество электричества, которое представляетъ для насъ, такъ сказать, электрической атомъ. Отсюда яено, что всякое количество электричества можно разсматривать какъ сумму этихъ электрическихъ атомовъ, этихъ чрезвычайно малыхъ количествъ электричества, которымъ мы должны приписать знаки.

Но опять-таки изъ опыта мы знаемъ, что электричество появляется только тамъ, гдѣ есть масса. Поэтому, естественнымъ является предположенiе, что электричество и масса не отдѣлимы другъ отъ друга, и, слѣдовательно, элементарный атомъ или элементарная кванта электричества должны сопровождаться элементарной квантой массы. Это соединенiе носитъ названiе электрона.

Электроны бываютъ положительныя и отрицательныя. Они обладаютъ равными, но противоположными по знаку зарядами. Отрицательный электронъ обладаетъ массой почти въ 1000 разъ меньшею массы атома водорода. Положительный же электронъ до сихъ поръ, несмотря на всѣ попытки, не удалось еще отдѣлить. Изъ положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ мы представляемъ себѣ составленными химическiе элементы. Эти послѣднiе представляютъ изъ себя систему подвижного равновѣсiя одинаковаго числа, какъ положительныхъ, такъ и отрицательныхъ электроновъ; алгебраическая сумма ихъ зарядовъ равна нулю, или, иначе говоря, зарядъ химическаго атома въ обыкновенныхъ условiяхъ равенъ нулю. Если отдѣлитъ отъ атома одинъ отрицательный электронъ, то съ атомомъ остается, соотвѣтствующий отнятому, положительный электронъ вмѣстѣ съ остальными нейтрализующими другъ друга положительными и отрицательными электронами. Эта оставшаяся часть носитъ названiе „iонъ“ отъ греческаго слова „iоn“, такъ какъ она способна двигаться подъ влиянiемъ электрическихъ силъ.

Если въ газѣ находятся заряженныя частицы, iоны, то газъ называется ионизированнымъ. Число положительныхъ iоновъ называется положительной ионизацiей, число отрицательныхъ — отрицательной.

Если отъ молекулы отдѣлены два iона, то они обладаютъ по отношенiю другъ къ другу потенциальной энергiей, которая въ этомъ случаѣ гораздо больше, чѣмъ тогда, когда эти iоны были соединены.

Разность между потенциальной энергией ионов в первоначальном их положении до отделения и энергией их после отделения называется потенциальной энергией иона или просто энергией иона

$$e_i = e_k - e_n \dots \dots \dots (1)$$

Для того, чтобы ионизировать частицу газа, чтобы сообщить отдельным ионам эту энергию e_i , нужно произвести некоторую работу, которая и носит название работы ионизации. Она должна быть больше или, по крайней мере, равна энергии иона. Вследствие сообщенной ионами потенциальной энергии положительный и отрицательный ион притягивается друг к другу с силой, которая быстро убывает по мере удаления ионов друг от друга. Когда два иона вследствие взаимного притяжения соединяются, то их потенциальная энергия сначала переходит в кинетическую энергию движения, а потом может перейти и в другой вид энергии.

Вообще говоря, энергию ионов нельзя рассматривать только, как функцию зарядов ионов, их расстояния и диэлектрической постоянной среды. Эта энергия в значительной степени зависит от природы ионов, среды окружающей ионизируемое пространство, и от абсолютной температуры нейтральных частиц.

Соединение ионов вновь в нейтральную частицу можно назвать молизацией. Вообще говоря, одновременно с ионизацией газа происходит молизация ионов вновь в нейтральные газовые частицы. При постоянном стационарном действии ионизатора устанавливается подвижное равновесие между ионизацией и молизацией. В этом случае происходят рядом два взаимно обратных процесса превращения энергии. Энергия ионизатора переходит в потенциальную энергию ионов; в то же время потенциальная энергия ионов переходит в кинетическую и другие виды энергии.

Когда ион, обладающий зарядом e , под влиянием электрических сил передвигается из точки с высшим потенциалом в точку с низким потенциалом, т. е. пробегает известную разность потенциалов ΔV , то над ним насчет энергии электрического поля производится работа равная $e\Delta V$. Если кроме электрической силы на ион не действуют никакие другие силы, то почти вся работа поля $e\Delta V$ превращается в кинетическую энергию движения иона $\frac{1}{2} mV^2$, ничтожная же часть ее идет на создание магнитного поля. Так как вообще обо всех явлениях в этих вопросах можно говорить только с приближением, то мы можем свободно предположить, что вся работа электрического поля превращается в кинетическую энергию иона, т. е.

$$e_k = e\Delta V \dots \dots \dots (2)$$

Но, когда ион движется между нейтральными частицами газа, то он время от времени сталкивается с ними и отдает им при этом свою кинетическую энергию. Путь, который ион пробегает от одного столкновения до другого будем называть свободным путем иона. Перед самым столкновением кинетическая энергия иона максимум, после столкновения она минимум и дальше опять растет и т. д. Максимальная кинетическая энергия иона равна, как уже было сказано, $e\Delta V$. Из этого выражения видно, что заставляя ион пробегать большей разности потенциалов, мы можем сообщить им весьма большую кинетическую энергию.

Теплотой газа мы называем сумму кинетических энергий его частиц; средняя же кинетическая энергия частицы газа пропорциональна его абсолютной температуре T . В этом смысле мы можем вместо кинетической энергии движущегося иона говорить о температуре иона. В нейтральном газе почти все частицы обладают одной и той же кинетической энергией или абсолютной температурой;

один градус соответствует $2,3 \cdot 10^{-6}$ эрга. В ионизированном газе энергия частиц больше энергии частиц нейтрального газа, так как ионы обладают средней кинетической энергией нейтральных частиц, но к этому добавляется еще кинетическая энергия, приобретаемая ими во время движения в электрическом поле; и тогда кинетическая энергия частиц нейтрального газа может стать чрезвычайно малой по сравнению с энергией или температурой частиц ионизированного газа, что показывает следующая таблица:

| ΔV | e_k | T | |
|------------|----------------------|------------------|--|
| — | $2,3 \cdot 10^{-16}$ | 1 | — |
| — | $6,7 \cdot 10^{-14}$ | $2,9 \cdot 10^2$ | Комнатная температура |
| — | $9,2 \cdot 10^{-13}$ | $4,0 \cdot 10^3$ | Температура вольтовой дуги |
| 1 | $1,4 \cdot 10^{-12}$ | $6,1 \cdot 10^3$ | — |
| 300 | $4,2 \cdot 10^{-10}$ | $1,8 \cdot 10^6$ | Около катода в катодах при высоких давлениях газа. |
| 30000 | $4,2 \cdot 10^{-8}$ | $1,8 \cdot 10^8$ | В рентгеновских трубках |

Как видно из этой таблицы, ионы могут иметь чрезвычайно высокую температуру. Уменьшением давления газа и увеличением свободного пути ионов можно повышать температуру ионов. Под влиянием столь высоких температур атомы не в состоянии сохранить свою цельность и раздробляются на составные части, и, если мы в рентгеновских лучах имеем дело с особым рода явлениями, то это должно приписать колоссальным скоростям ионов и чрезвычайно высоким их температурам, достигающим 200 миллионов градусов.

Как уже было выше сказано, движущийся ион при столкновении с нейтральной частицей отдает ей свою энергию. Если сумма кинетической энергии иона и нейтральной частицы газа после столкновения останется той же, что и до столкновения, то удар был эластичным. Но может случиться, что при столкновении с нейтральной частицей заключающаяся в последней положительный и отрицательный ион разойдутся на столько, что притяжение между ними станет ничтожно малым, и они станут тогда свободными ионами. В этом случае нейтральная частица газа ионизирована через столкновение. При этом часть кинетической энергии столкнувшегося иона перейдет в потенциальную энергию вновь образованных ионов. Поэтому удар иона о нейтральную частицу, сопровождающийся ионизацией ее, не будет эластичным, или, иначе говоря, при ионизации через столкновение поглощается кинетическая энергия иона.

Поток ионов в газе может быть двойка рода. В первом случае, как в обыкновенных электродах или металлических проводниках скорости положительных или отрицательных ионов V_p или V_n — пропорциональны электрической силе, действующей на данном промежутке; во втором случае скорости перемещения ионов не есть функция электрической силы, а зависит только от пробегавшей ионами разности потенциалов ΔE .

В первом случае $V_p = v_p \cdot X$ или $V_n = v_n \cdot X$, где v_p и v_n обозначают скорости перемещения ионов под влиянием электрической силы равной единице, так называемую, удельную скорость, а X — электрическую силу. В этом случае приложим закон Ома. Для поперечного сечения равного единице имеем для пространства от X_1 до X_2

$$I_y = -E (n_p v_p \times n_n v_n) \left(\frac{dv}{dx} - e_i \right) \dots (3)$$

или интегрируя

$$I_y = \frac{(V_1 - V_2) - E_i}{R} \dots \dots \dots (4)$$

Величина $\frac{dv}{dx}$ есть электрическая сила, действующая на данном поперечном сечении; V_1 и V_2 — потенциалы на концах исследуемого пространства; ϵ обозначает внутреннюю электрическую силу; E — внутренняя электродвижущая сила. Величина $\epsilon = (n_p r_p + n_n r_n)$, где n_p и n_n числа положительных и отрицательных ионов, называется удельной проводимостью. $R = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{\lambda}$ называется сопротивлением.

Величины $v_p, v_n, n_p, n_n, \epsilon$ и λ характерны для данного газа в отдельности и их можно назвать постоянными ионами.

По теперешним воззрениям электрический ток, вообще, представляет собой упорядоченное движение положительных ионов в одну сторону, а отрицательных — в другую. Электричество атомистическое, если можно так выразиться, распределено между ионами; в каждом ионе электричество связано с массой; поток ионов обозначает поэтому не только перемещение электричества, но перемещение и массы. Для простоты исследования примем, что в разнотипных проводниках существует только один род положительных ионов и только один род отрицательных. Положим, что J_p обозначает силу тока, производимого перемещением положительных ионов, J_n — то же самое по отношению к отрицательным ионам, ϵ — заряд иона, N_p и N_n — число положительных и отрицательных ионов, которые в единицу времени проходят через единицу поперечного сечения.

Тогда мы имеем:
$$\left. \begin{aligned} J_p &= N_p E \\ J_n &= N_n E \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

Положим, что два поперечных сечения x_1 и x_2 состоят на расстоянии $(x_1 - x_2)$ друг от друга. Если теперь через x_1 проходят в пространство $(x_1 - x_2)$ N_p положительных ионов, а через x_2 выходят из этого пространства N_p'' ионов и $N_p' > N_p''$, то в этом пространстве останутся

$$N_p' - N_p'' = \frac{J_p' - J_p''}{\epsilon} \dots \dots \dots (6)$$

положительных ионов. Если поток положительных ионов имеет направление от x_1 к x_2 , и, наоборот, будут унесены из пространства $(x_1 - x_2)$, если поток имеет обратное направление. Подобным же образом останутся

$$N_n' - N_n'' = \frac{J_n' - J_n''}{\epsilon} \dots \dots \dots (7)$$

отрицательных ионов, если $N_n'' > N_n'$ и поток имеет направление от x_2 к x_1 и т. д.

По отношению к этому перемещению ионов может быть два случая. Во-первых, ток внутри проводника, во-вторых ток на границах двух различных проводников. В первом случае через одно и то же поперечное сечение проходит одинаковое число положительных и отрицательных ионов в противоположные стороны. Во втором случае через пограничную поверхность, вообще говоря, пройдет неодинаковое число положительных ионов из одного проводника и отрицательных из другого. Вообще говоря, из металлического проводника ионы не могут перейти в окружающий электролит или газ. Тогда происходит следующее. Из жидкого или газообразного проводника ионы приходят к поверхности металлического проводника. Но из этой поверхности ионы вовсе не выходят, и получается следующая картина: у самого анода J_p сила тока, образуемого перемещением положительных ионов, равна нулю, по мере удаления от анода она все увеличивается и у катода достигает максимума и там равна полной силе тока J_g ; наоборот у катода J_n

сила тока, образуемого перемещением отрицательных ионов, равна нулю; по мере приближения к аноду она растет и у самого анода равна J_g . Вообще говоря $J_g = J_p + J_n$, у анода мы имеем $J_g = J_n$, а у катода $J_g = J_p$. К аноду поэтому приходят $N_n = \frac{J_g}{\epsilon}$ отрицательных, а к катоду $N_p = \frac{J_g}{\epsilon}$ положительных ионов. Разобранный процесс почти всегда происходит в газах на границах его с жидкими или металлическими проводниками.

В установленном токе через каждое поперечное сечение должно протекать одинаковое количество электричества, так как нигде не может происходить накопление электричества. Общая сила тока должна быть везде одинакова. Таким образом

$$\frac{dJ_g}{dx} = \frac{dJ_p}{dx} + \frac{dJ_n}{dx} = 0 \dots \dots \dots (8)$$

Только внутри абсолютно однородного проводника силы токов, производимых перемещением положительных и отрицательных ионов, могут быть равны, т. е. $\frac{dJ_p}{dx} = \frac{dJ_n}{dx} = 0$. В неоднородном же проводнике силы токов изменяются, но здесь должно быть обязательно выполнено условие

$$\left. \begin{aligned} \frac{dJ_p}{dx} + \frac{dJ_n}{dx} &= 0 \text{ или} \\ \frac{dJ_p}{dx} &= -\frac{dJ_n}{dx} \dots \dots \dots (9) \end{aligned} \right\}$$

Следовательно, если на протяжении элемента dx J_p получает приращение dJ_p , то J_n должно уменьшиться на столько же, и наоборот. Поэтому, если сила тока J_p увеличивается или уменьшается в направлении анод — катод на dJ_p , а сила тока J_n уменьшается или увеличивается на ту же величину, то из элемента проводника dx уйдет или отложится в нем $\frac{dJ_p}{\epsilon}$ положительных и столько же отрицательных ионов. Следовательно, распределение ионов в данном пространстве находится в связи с силой тока, образуемого перемещением ионов того или другого знака. Этот процесс носит название „изменение концентрации ионов“.

В большинстве случаев при потоке электричества через газ из электродов ионы не выходят в газ. Во всех этих случаях у самого анода в газ $J_p = 0, J_n = 0, J_g = 0$, а у самого катода $n_n = 0, J_n = 0, J_p = J_g$. Из этого видно, что при электрическом токе через газы происходит изменение концентрации ионов. Мы рассмотрим теперь изменение концентрации ионов около электродов. Около анода вследствие электрического тока n_p почти равно нулю, а n_n наоборот отлично от нуля. Разность $(n_p - n_n) \epsilon$ представляет заряд, заключающийся в единице объема газа. У самого анода поэтому имеется внутренней электрической заряд с плотностью — $n_n \epsilon$. Точно так же у самого катода имеется внутренней электрической заряд с плотностью $n_p \epsilon$.

От анода по направлению к катоду n_p быстро возрастает и в некотором расстоянии от первого становится равным n . Отрицательный заряд распространяется, следовательно, только от анода до известного поперечного сечения A_a . Расстояние это пусть будет l_a . Точно так же у катода только до известного поперечного сечения A_k на расстояние l_k распространяется положительный заряд. Между A_a и A_k нет никакого внутреннего заряда, так здесь $n_p = n_n$. Пусть сила тока, образуемого перемещением положительных и отрицательных ионов будет J_{pm} и J_{pn} . Тогда

$$\frac{J_{pm}}{J_{pn}} = \frac{v_p}{v_n}$$

если здесь приложим закон Ома.

Разсчитаемъ теперь число ионовъ, перенесенныхъ установившимся токомъ въ единицу времени изъ слоя, прилежащаго къ аноду или къ катоду. Мы имѣемъ

$$\left. \begin{aligned} \text{для анода } N_p &= \frac{I}{\varepsilon} \int_0^{l_a} \frac{dJ_p}{dx} dx = \frac{J_{pm}}{\varepsilon} \\ \text{для катода } N_n &= \frac{I}{\varepsilon} \int_0^{l_k} \frac{dJ_n}{dx} dx = \frac{J_{nm}}{\varepsilon} \end{aligned} \right\} \dots (10)$$

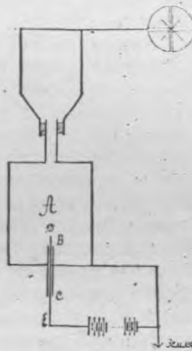
Изъ слоя газа прилежащаго къ аноду будутъ унесены въ единицу времени $\frac{J_{pm}}{\varepsilon}$ пара ионовъ, а изъ слоя прилежащаго къ катоду $\frac{J_{nm}}{\varepsilon}$ пара ионовъ; слѣдовательно, ионизация въ этихъ слояхъ газа будетъ ниже, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ; при установившемся токѣ при всѣхъ прочихъ равныхъ условіяхъ ионизация, а слѣдовательно и проводимость $\lambda = \varepsilon (n_p v_p + n_n v_n)$ въ слояхъ газа, прилежащихъ къ электродамъ, будетъ ниже чѣмъ въ другихъ. Но пониженіе концентраціи ионовъ неодинаково у катода и у анода. У катода оно больше. Числа ионовъ, унесенныхъ изъ слоевъ газа, прилежащихъ къ аноду и катоду, относятся какъ J_{pm} къ J_{pn} , но такъ

$$\frac{J_{pm}}{J_{pn}} = \frac{v_p}{v_n}, \text{ то и } \frac{N_p}{N_n} = \frac{v_p}{v_n}$$

но $v_n > v_p$, слѣдовательно $N_n > N_p$. Поэтому слой газа, находящійся около катода, обладаетъ большимъ сопротивленіемъ, чѣмъ у анода. Этотъ фактъ подтверждается многими опытами; въ особенности ясно замѣтно это явленіе въ темномъ катодномъ пространствѣ въ катодныхъ трубкахъ.

Внутренніе заряды въ слояхъ газа около электродовъ могутъ быть опредѣлены по способу Рутерфорда (фиг. 1).

A—металлическій цилиндръ, въ него ведетъ стеклянная трубка BC, въ которой находится проволока DE, выступающая изъ конца трубки. Изъ цилиндра



Фиг. 1.

идетъ трубка, на которую насаженъ изолированно отъ нея металлическій сосудъ съ нѣсколькими отверстіями. Этотъ сосудъ соединенъ съ электрометромъ. Посредствомъ рентгеновской трубки ионизируютъ газъ въ сосудѣ A и соединяютъ проволоку DE съ полюсомъ батареи, другой полюсъ которой и металлическій сосудъ A отведены къ землѣ. Если вдувать газъ вдоль проволоки въ сосудъ, соединенный съ электрометромъ, то электрометръ покажетъ зарядъ, знакъ котораго противоположенъ знаку проволоки. Когда рентгеновская трубка не дѣйствуетъ, и газъ не ионизированъ, то электрометръ не показываетъ отклоненія.

Скорость ионовъ въ установившемся электрическомъ токѣ, черезъ газъ, вообще говоря, непостоянна,

въслѣдствіе столкновения ионовъ съ нейтральными молекулами; передъ столкновениемъ скорость ионовъ максимальная, послѣ столкновения обыкновенно меньшая. Также и не всѣ ионы проходятъ черезъ одно и то же поперечное сѣченіе съ одинаковой скоростью. Однако, для цѣлей математическаго представления процессовъ, происходящихъ въ газѣ, можно во многихъ случаяхъ принять, что средняя скорость всѣхъ ионовъ въ данномъ поперечномъ сѣченіи одинакова, но при условіи однородности газовой среды и установившагося тока. Такимъ образомъ можно разсматривать движеніе ионовъ какъ движеніе равномерное безъ ускоренія, движеніе, которое является слѣдствіемъ двухъ силъ: электрической — въ одномъ направленіи и сопротивленія среды въ обратномъ. Это сопротивленіе среды можно положить пропорціональнымъ первой степени скорости V_p и V_n . Если μ — масса іона, t — время, то принимая $\frac{dV}{dt}$ за постоянную величину, получаемъ

$$\left. \begin{aligned} \mu_n \frac{dV_n}{dt} &= \varepsilon X - \frac{\varepsilon}{v_p} V_p \\ \mu_n \frac{dV_n}{dt} &= \varepsilon X - \frac{\varepsilon}{v_n} V_n \end{aligned} \right\} \dots (11)$$

Такъ какъ движеніе происходитъ безъ ускоренія,

$$\frac{dV_p}{dt} = \frac{dV_n}{dt} = 0$$

и потому

$$\left. \begin{aligned} V_p &= v_p X \\ V_n &= v_n X \end{aligned} \right\} \dots (12)$$

Средняя скорость ионовъ слѣдовательно пропорціональна электрической силѣ.

Это положеніе о пропорціональности скорости электрической силѣ, дѣйствующей въ данномъ мѣстѣ, есть основаніе закона Ома. Изъ этого выраженія можно вывести законъ Ома во всѣхъ видахъ. Наоборотъ изъ приложимости закона Ома можно судить, что въ данномъ случаѣ скорость ионовъ пропорциональна электрической силѣ.

Если мы обозначимъ силу тока, производимую перемѣщеніемъ положительныхъ ионовъ черезъ J_p , черезъ J_n — то же самое относительно отрицательныхъ ионовъ, черезъ ε — зарядъ іона, черезъ n_p и n_n — числа положительныхъ и отрицательныхъ ионовъ, и для поперечнаго сѣченія, равнаго единицѣ на основаніи выведеннаго имѣемъ

$$\left. \begin{aligned} J_p &= n_p \varepsilon v_p X \\ J_n &= n_n \varepsilon v_n X \end{aligned} \right\} \dots (13)$$

$$J_g = (n_p v_p + n_n v_n) \varepsilon X \dots (14)$$

Сила X можетъ быть разложена на двѣ части: во-первыхъ, паденіе потенціала вдоль данного направленія: $-\frac{dv}{dx}$, во-вторыхъ, внутренняя электрическая сила e_{ip} или e_{in} . Тогда имѣемъ:

$$\left. \begin{aligned} J_p &= -n_p \varepsilon v_p \left(\frac{dv}{dx} - e_{ip} \right) \\ J_n &= -n_n \varepsilon v_n \left(\frac{dv}{dx} - e_{in} \right) \end{aligned} \right\} \dots (15)$$

$$J_g = -\varepsilon (n_p v_p + n_n v_n) \frac{dv}{dx} + \varepsilon (n_p v_p e_{ip} + n_n v_n e_{in}) \dots (16)$$

Въ то время какъ $\frac{dv}{dx}$ для положительныхъ и отрицательныхъ ионовъ одинаково, $e_{ip} = e_{in}$, вообще говоря, неравны. Но ради простоты вывода примемъ, что $e_{ip} = e_{in}$, или введемъ одну общую внутреннюю электрическую силу

$$e_i = \frac{I}{n_p v_p + n_n v_n} (n_p v_p e_{ip} + n_n v_n e_{in}) \dots (17)$$

Если мы вспомним прежнія обозначенія, то $\epsilon(n_p v_p + n_n v_n) = \lambda$ будетъ удѣльная проводимость, и тогда законъ Ома мы получимъ въ слѣдующемъ видѣ:

$$Jg = -\epsilon(n_p v_p + n_n v_n) \left(\frac{dv}{dx} - e_i \right) = -\lambda \left(\frac{dv}{dx} - e_i \right) \quad (18).$$

Интегрируя это выраженіе въ предѣлахъ отъ x_1 до x_2 , получаемъ законъ Ома для части проводника отъ x_1 до x_2

$$Jg \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{\lambda} = (v_1 - v_2) + \int_{x_1}^{x_2} e_i dx \quad (19).$$

Опредѣленный интегралъ $\int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{\lambda}$ мы будемъ называть сопротивленіемъ R части проводника (x_1, x_2), а интегралъ $\int_{x_1}^{x_2} e_i dx$ мы будемъ называть внутренней электродвижущей силой E_i на той же части проводника. Тогда получаемъ законъ Ома въ слѣдующемъ видѣ

$$Jg \cdot R = (V_1 - V_2) + E_i \quad (20).$$

Если нѣтъ внутренней электродвижущей силы, то тогда

$$Jg R = V_1 - V_2 \quad (21).$$

Если интегрировать по всей цѣпи, то получаемъ

$$Jg \Sigma R = \Sigma E_i \quad (22).$$

Въ изложенномъ выводѣ e_i есть внутренняя сила, приложенная къ единицѣ заряда; $e_i dx$ представляетъ собой работу произведенную надъ единицей заряда на пути dx . Соотвѣтственно этому, внутренняя электродвижущая сила E_i представляетъ заключающуюся на участкѣ (x_1, x_2) разность энергій, по отношенію къ единицѣ заряда. Если участокъ проводника (x_1, x_2) имѣетъ длину $t = x_2 - x_1$, постоянное поперечное сѣченіе q , постоянную на всемъ протяженіи проводимости λ , то тогда омическое сопротивление имѣетъ слѣдующій видъ

$$R = \frac{t}{\lambda q} \int_{x_1}^{x_2} dx = \frac{t}{\lambda q} \quad (23).$$

Если принять, что сопротивление участка проводника R постоянно, и, вообще, не существуетъ никакихъ внутреннихъ электрическихъ силъ, то мы получаемъ

$$Jg = \frac{V_1 - V_2}{R} \quad (24)$$

т. е. разность потенциаловъ между рассматриваемыми точками проводника пропорціональна силѣ тока. По этой формулѣ былъ испытанъ законъ Ома для металлическихъ и электролитическихъ проводниковъ, и была доказана его справедливость для этихъ случаевъ. По той же формулѣ его приложили къ газамъ, но пропорціональности не оказалось, и поэтому сказали, что законъ Ома къ газовымъ проводникамъ не применимъ. Однако, это утверждение было немного поверхностнымъ. Въ газамъ уже не существуютъ и не имѣютъ даже смысла тѣ предположенія, при которыхъ законъ Ома былъ справедливъ въ металлическихъ и электролитическихъ проводникахъ. Во-первыхъ, состояніе газа, а слѣдовательно и его сопротивление зависятъ отъ силы тока; во-вторыхъ, и это самое главное, въ газѣ, какъ было уже показано, при прохожденіи черезъ него тока, образуются внутренние заряды. Поэтому, если хотятъ узнать, справедливъ ли законъ Ома для токовъ черезъ газъ, то нужно производить испытанія по болѣе общей формулѣ:

$$Jg = \frac{(V_1 - V_2) + E_i}{R} \quad (25),$$

при чемъ нужно принимать во вниманіе, что какъ R , такъ и E_i суть функции силы тока.

Основнымъ принципомъ закона Ома является, какъ было уже сказано, то положеніе, что скорости ионовъ въ данномъ мѣстѣ пропорціональны силамъ здѣсь дѣйствующимъ. Однако же, существуютъ случаи, въ которыхъ это условіе не имѣетъ мѣста, и для нихъ законъ Ома не приложимъ. Возьмемъ, на примѣръ, слѣдующій случай. Пусть сила, подъ влияніемъ которой движутся іоны, быстро уменьшается на весьма небольшомъ протяженіи; кромѣ того, пусть свободный путь ионовъ (безъ столкновеній), движущихся въ направленіи уменьшенія силы, будетъ больше чѣмъ то пространство, на протяженіи котораго сила падаетъ до наименьшаго значенія. Что произойдетъ въ этомъ случаѣ?

Въ мѣстѣ, гдѣ дѣйствуетъ большая сила, іоны приобретаютъ большую скорость и съ этой скоростью они вслѣдствіе большого свободного пути влетаютъ въ то пространство, гдѣ дѣйствуетъ слабая сила. Здѣсь, слѣдовательно, несмотря на небольшую дѣйствующую силу, іоны имѣютъ большую скорость. Въ этомъ случаѣ не можетъ быть и рѣчи о пропорціональности скорости ионовъ силѣ, дѣйствующей въ данномъ мѣстѣ, и, слѣдовательно, законъ Ома въ этомъ случаѣ неприменимъ. Этотъ токъ носить названіе конвекціоннаго тока. Пучекъ катодныхъ или закатодныхъ лучей представляетъ въ мѣстахъ слабой дѣйствующей силы примѣръ конвекціонныхъ токовъ.

Если пространство, на протяженіи котораго сила уменьшается на значительную величину очень велико по сравненію со свободнымъ путемъ ионовъ, то тогда конвекціонный токъ почти не можетъ возникнуть. Математически это условіе выразится такъ

$$\frac{\Delta x \lambda}{x \lambda} < -k, \text{ гдѣ } k < 1$$

$\Delta x \lambda$ обозначаетъ паденіе силы на протяженіи свободного пути ионовъ, $x \lambda$ —силу на концѣ этого пути.

Это условіе невыполнено, когда мы имѣемъ катодные лучи, такъ какъ на разстояніи меньшемъ свободного пути ионовъ отъ катода сила падаетъ отъ очень большой величины почти до нуля.

Подъ силой, дѣйствующей на іонъ, понимаютъ такъ же, какъ и у нейтральнаго тѣла, величину, которая съ теченіемъ времени производитъ измѣненіе скорости или ускореніе. Основнымъ принципомъ механики является положеніе, что ускореніе, помноженное на нѣкоторый коэффициентъ, которымъ служить величина, величина, выражающая массу движущагося тѣла, пропорціонально дѣйствующей силѣ. Соотвѣтственно этому можно къ движенію іона примѣнять положенія механики, и, такимъ образомъ, часть отдѣла электрическихъ явленій сдѣлать отдѣломъ механики. Наоборотъ, можно разбирать электрическія явленія какъ первичныя и изъ нихъ вывести понятія и принципы механики. Мы здѣсь будемъ придерживаться, однако, обыкновенныхъ механическихъ понятій о силѣ, массѣ и кинетической энергій.

На іоны, вообще говоря, могутъ дѣйствовать и тѣ силы, которыя дѣйствуютъ на нейтральныя частицы газа. Напримѣръ сила тяжести. Тогда вся система заряженныхъ и нейтральныхъ частицъ можетъ смѣститься, но относительное положеніе частицъ останется то же. На такого рода силахъ мы не будемъ останавливаться. Мы остановимся только на тѣхъ силахъ, которыя производятъ смѣщеніе заряженныхъ и нейтральныхъ частицъ другъ относительно друга, будетъ ли это слѣдствіемъ движенія ионовъ среди нейтральныхъ частицъ или, наоборотъ, послѣднія смѣстятся относительно ионовъ.

Сила, дѣйствующая на іонъ, заставляетъ предполагать существованіе энергій. Если энергія распределена равномерно вокругъ іона, то тогда онъ не испытываетъ никакого дѣйствія. Если же въ какомъ нибудь направленіи величина энергій измѣняется или,

точнѣе говоря, величина энергии уменьшается въ данномъ направленіи, то іонъ испытываетъ дѣйствіе, которое пропорціонально этому паденію энергии. Такимъ образомъ сила, дѣйствующая на іонъ въ какомъ-нибудь направленіи, однозначуша съ паденіемъ энергии вдоль этого направленія.

Существуетъ много формъ энергии. Мы не составили себѣ еще яснаго представленія о сущности различныхъ видовъ энергии. Мы не знаемъ еще точно, извѣстны ли намъ всѣ виды энергии, и какія между ними существуютъ зависимости; быть можетъ всѣ эти виды суть частныя видоизмѣненія одной болѣе общей формы энергии.

Мы будемъ говорить лишь о слѣдующихъ видахъ энергии. Во-первыхъ, кинетическая энергія движенія іона; она полагается равной произведенію изъ половины массы іона на квадратъ скорости его перемѣщенія. Во-вторыхъ, магнитная энергія. Она зависитъ отъ скорости іона, величины его заряда и распределенія послѣдняго на массѣ іона. При скоростяхъ меньшихъ скорости свѣта можно ее положить пропорціональной квадрату скорости. Въ-третьихъ, электрическая энергія, если іонъ обладаетъ электрическимъ полемъ. И наконецъ, потенциальная энергія поля или, такъ называемая, контактная энергія. Подъ послѣдней мы будемъ понимать энергію, которая является тогда, когда іонъ безъ ускоренія переходитъ изъ одной конфигураціи молекулъ въ другую. Напримѣръ, когда іонъ изъ сферы дѣйствія частицъ металла переходитъ въ сферу дѣйствія газовыхъ частицъ.

Разсмотримъ слѣдующій случай. Пусть на іонъ дѣйствуетъ только одна сила; напримѣръ электрическая. Эта сила стремится перемѣстить іонъ въ пространство и сообщить ему нѣкоторую скорость. Пусть въ нѣкоторой точкѣ, въ которой на іонъ начинаетъ дѣйствовать эта сила, этотъ іонъ обладаетъ нѣкоторой начальной скоростью. Тогда могутъ быть два случая: I начальная скорость можетъ совпадать по направленію со скоростью, сообщаемой іону дѣйствующей на него силой. Тогда общая скорость движенія іона подъ влияніемъ силы увеличится. Въ то время какъ іонъ пробѣгаетъ нѣкоторое разстояніе его кинетическая энергія возрастаетъ пропорціонально разности энергій на пробѣгаемомъ пути.

II. Начальная скорость можетъ имѣть направленіе противоположное направленію скорости, сообщаемой іону дѣйствующей на него силой. Тогда общая скорость движенія іона уменьшится подъ влияніемъ силы; въ то время какъ іонъ движется въ направленіи обратномъ тому, по которому онъ двигался бы подъ влияніемъ данной силы, его кинетическая энергія уменьшается пропорціонально разности энергій на пробѣгаемомъ пути.

Мы полагаемъ, что на іонъ дѣйствуетъ одна сила. Что же произойдетъ, если на іонъ будутъ дѣйствовать двѣ силы, т. е. если іонъ находится въ полѣ двухъ формъ энергии. Здѣсь тоже могутъ быть два случая.

I. Обѣ силы дѣйствуютъ въ одномъ и томъ же направленіи. Этотъ случай легко приводится къ только что разсмотрѣнному случаю одной дѣйствующей силы.

II. Силы дѣйствуютъ на іонъ въ противоположныхъ направленіяхъ. Если онѣ равны, то движеніе іона останется безъ измѣненія. Если же одна сила больше другой, и начальная скорость движенія іона равна нулю, то онъ придетъ въ движеніе по направленію дѣйствія большей силы, и его кинетическая энергія будетъ увеличиваться. Если іонъ пробѣгаетъ въ полѣ первой силы разность энергій d_1 , а во второй d_2 , то приращеніе его кинетической энергіи e_k не пропорціонально d_1 , а равно

$$e_k = k_1 d_1 - k_2 d_2$$

гдѣ k_1 и k_2 — коэффициенты пропорціональности. Часть энергій перваго вида превращается въ энергію втораго вида.

Въ предыдущемъ мы предполагали, что іонъ пробѣгаетъ нѣкоторый путь свободно, не отдавая своей кинетической энергіи окружающей средѣ. Но, если отбросить это предположеніе, то тогда іонъ при встрѣчѣ съ нейтральными частицами газа будетъ отдавать имъ свою энергію. Эта отдача энергіи соответствуетъ тому, что мы понимаемъ подъ названіемъ тренія. Для аналитическаго представленія этого процесса вводятъ силу затиранія или сопротивленія среды. Эта сила есть функция скорости; она — нуль, когда скорость равна нулю. Если мы составимъ температурное уравненіе движенія іона, то оно будетъ имѣть видъ

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = eX - f \left(\frac{dx}{dt} \right) \dots \dots \dots (20)$$

Самое простое выраженіе $f \left(\frac{dx}{dt} \right)$ будетъ $k \frac{dx}{dt}$, т. е. сила сопротивленія пропорціональна первой степени скорости. Этотъ случай и былъ принятъ раньше для вывода закона Ома. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, особенно, въ разбѣженныхъ газахъ мы имѣемъ дѣло съ силой сопротивленія, зависящей другимъ образомъ отъ скорости движенія іона, и потому въ этихъ случаяхъ законъ Ома не приложимъ.

Разберемъ, въ заключеніе, случай дѣйствія на іонъ магнитной силы.

Проекціи скорости движенія іона на оси координатъ X, Y и Z будутъ

$$\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt} \text{ и } \frac{dz}{dt}.$$

Пусть проекціи магнитной силы по этимъ осямъ будутъ соответственно L, M и N.

Если скорость іона имѣетъ одно направленіе съ линіями силы, то на него магнитное поле не дѣйствуетъ. Магнитная сила, дѣйствующая на іонъ, должна быть перпендикулярна къ направленію движенія іона. Она пропорціональна произведенію изъ заряда и скорости іона на силу поля. Для отклоняющей силы X въ какомъ-нибудь направленіи имѣемъ слѣдующее:

$$X_{mp} = e \left[M \left(\frac{dz}{dt} \right)_p - N \left(\frac{dy}{dt} \right)_p \right] \\ X_{mn} = e \left[M \left(\frac{dz}{dt} \right)_n - N \left(\frac{dy}{dt} \right)_n \right] \dots \dots (21)$$

Если положительные и отрицательные іоны движутся съ одинаковой скоростью въ одномъ и томъ же направленіи, то на нихъ дѣйствуетъ одна и та же сила, но въ противоположныхъ направленіяхъ; если же они движутся въ различныхъ сторонахъ, то отклоненіе происходитъ въ одну и ту же сторону. Въ первомъ случаѣ по направленію отклоненія является разность потенциаловъ. Послѣдній фактъ подтверждаютъ многочисленные опыты.

3. Залкинъ.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Наблюденія надъ свѣченіемъ экрана изъ цинковой обманки. Въ виду того, что экранами изъ цинковой обманки очень часто пользуются для наблюденія излученій различныхъ радиоактивныхъ тѣлъ, не лишены интереса слѣдующія наблюденія Бацихаера. Авторъ замѣтилъ, что такой экранъ начинаетъ болѣе или менѣе сильно свѣтиться, когда на него падаетъ дыханіе наблюдателя. Струя воздуха такого дѣйствія не вызываетъ, но свѣченіе возникаетъ, если на экранъ направляются пары горячей воды. Близость горячихъ предметовъ, а также погруженіе въ горячей песокъ вызываютъ въ лучшемъ случаѣ лишь очень слабое свѣченіе; наоборотъ, экранъ свѣтится очень сильно при

при обрызгивании его, хотя бы холодной водой; въ этомъ случаѣ появившееся свѣщеніе исчезаетъ постепенно, послѣ дѣйствія дыханія — быстро. Когда экранъ обрызгивается эфиромъ, онъ не свѣтитъ; но свѣщеніе наступитъ послѣ испаренія эфира, что по мнѣнію автора, вызывается образующейся при испареніи эфира разрятой температурой (болѣе вѣроятно, пожалуй, что въ этомъ случаѣ также дѣйствуютъ пары воды, всегда присутствующія тамъ, гдѣ испаряется эфиръ; *ref.*). Наконецъ, экранъ начинаетъ свѣтиться на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ къ нему прикасаются пальцами, вѣроятно, подъ вліяніемъ влажности пальцевъ. Интересно также слѣдующее явленіе: при обрызгиваніи экрана водой свѣтитъ тѣ мѣста, на которыя попала вода; затѣмъ постепенно свѣщеніе ослабѣваетъ; если послѣ этого на экранъ дохнуть, то начинаютъ свѣтиться тѣ мѣста, которыя раньше не были смочены водой, тѣ же, которыя были смочены и прежде свѣтились, теперь образуютъ темныя пятна на свѣтломъ фонѣ. (*Physikalische Zeitschrift*, 1904).

Вліяніе температуры на радиоактивныя вещества. Посвященный этому вопросу изслѣдованіи С. Мейера и Э. Швейдлера производились слѣдующимъ образомъ. На стержень электроскопа Вильстер-Гейтеля (съ литерной изоляціей) былъ наложенъ небольшой столикъ, на который насыпалось изслѣдуемое вещество. Къ столику была припаяна проволока для зарядженія электроскопа. На горлышко электроскопа надѣвалась доска, на которую ставился вѣдный колпакъ. Наблюдалась быстрота спаданія вѣткостъ электроскопа при обыкновенной температурѣ и при нагрѣваніи колпака бунзеновской горѣлкой. Изслѣдованія были произведены съ металлическимъ ураномъ, азотнокислымъ ураномъ въ кристаллическомъ и въ водномъ растворѣ, смоляной слюдкой, "полоніемъ" („радіотеллуромъ" Марквальда) и радіемъ. Температура повышалась до 100—145°. Во всѣхъ случаяхъ было найдено, что разряженіе электроскопа при повышеніи температуры замедляется; при обратномъ охлажденіи достигается первоначальная скорость разряженія, но дѣйствіе нагрѣванія, вообще говоря, длится дольше, чѣмъ само нагрѣваніе. Тѣ же явленія наблюдаются, если радиоактивное вещество нагрѣвается отдѣльно и затѣмъ вносится въ аппаратъ. Если радиоактивное вещество прикрывается листкомъ алюминія, то замедленіе разряженія при нагрѣваніи оказывается значительно сильнѣй, а затѣмъ, при обратномъ охлажденіи, разряженіе, наоборотъ, совершается гораздо скорѣй; чѣмъ первоначально, и, наконецъ, послѣ нѣсколькихъ часовъ, быстрота его достигаетъ своей нормальной величины; такимъ образомъ, дѣйствіе нагрѣванія касается главнымъ образомъ β -лучей; сообразно съ этимъ полоній, испускающій только α -лучи, показываетъ описанное явленіе слабѣе, чѣмъ всѣ остальные радиоактивныя вещества.

Что касается объясненія дѣйствія нагрѣванія, то прежде всего возникаетъ вопросъ, относится ли оно къ самому радиоактивному веществу или же къ окружающей средѣ. Дѣйствіе нагрѣванія на воздухъ можетъ быть здѣсь двоякое. Съ одной стороны увеличивается быстрота движенія іоновъ; это могло бы оказывать только дѣйствіе, обратное наблюдаемому. Съ другой стороны возможно предположить, что только часть излученія радиоактивнаго вещества поглощается и используется для іонизаціи, и что эта часть уменьшается при нагрѣваніи, вызывающемъ уменьшеніе плотности воздуха; но во-первыхъ дѣйствіе нагрѣванія на быстроту разряженія сохраняется дольше, чѣмъ само нагрѣваніе; во-вторыхъ уменьшеніе давленія воздуха выкачиваніемъ его, также какъ замѣна воздуха свѣтлымъ газомъ такого дѣйствія не вызываютъ. Въ виду этого остается предположить, что нагрѣваніе оказываетъ преходящее дѣйствіе на активность самого радиоактивнаго вещества. Отрицательные результаты, полученные при подос-

ныхъ же опытахъ съ ураномъ Беккерелемъ, объясняются, по мнѣнію авторовъ, частью тѣмъ, что онъ нагрѣвался недостаточно высоко (только до 83°), частью тѣмъ, что активность не является прямой функцией температуры, а испытываетъ лишь преходящія измѣненія при нагрѣваніи.

(*Physikalische Zeitschrift*).

Разсѣяніе электричества съ лампочки Нернста. Уже давно былъ извѣстенъ фактъ разсѣянія электричества въ раскаленныхъ тѣлахъ. Этотъ вопросъ былъ изслѣдованъ подробно Ричардсономъ въ лабораторіи проф. Дж. Дж. Томсона и оказалось, что законъ разсѣянія отрицательнаго электричества при разныхъ температурахъ въ достаточной мѣрѣ соотвѣтствуетъ теоретическимъ предсказаніямъ. Фактъ разсѣянія электричества съ раскаленныхъ тѣлъ приобрѣлъ особое значеніе въ виду развитія въ послѣднее время Миткевичемъ, Дж. Дж. Томсономъ и Штаркомъ теоріи вольтовой дуги. Недавно Г. Оуэнъ попытался изслѣдовать разсѣяніе электричества съ нити въ лампѣ Нернста. Эта нить представляетъ большія преимущества при изслѣдованіи. Дѣло въ томъ, что разсѣяніе чрезвычайно быстро возрастаетъ съ температурой и каждый лишній градусъ даетъ возможность оперировать съ болѣе сильными токами. Между тѣмъ въ лампѣ Нернста именно и возможно достигнуть весьма высокихъ температуръ и такимъ образомъ очень удобно изслѣдовать явленіе разсѣянія электричества. Для изслѣдованія спираль изъ лампочки Нернста снималась со своей подставки и помѣщалась вмѣстѣ съ нагрѣвательной проволокой въ стеклянный сосудъ, изъ котораго можно было выкачивать воздухъ. Черезъ спираль пропускался переменный токъ, поддерживавшій ее въ накаливаемомъ состояніи. Рядомъ со спиралью были помѣщены двѣ платиновыя пластинки, которыя раскалялись сильнымъ токомъ и подогрѣвали спираль до той температуры, при которой она начинала пропускать черезъ себя токъ. Послѣ этого пластинки выключались изъ цѣпи и присоединялись или черезъ гальванометръ къ землѣ или къ электрометру и такимъ образомъ служили электродами при измѣреніи разсѣянія. Къ одному изъ концовъ спирали присоединялся положительный, либо отрицательный полюсъ батареи аккумуляторовъ и такимъ образомъ между спиралью и одной изъ платиновыхъ пластинокъ создавалось электрическое поле, направлявшее путь наэлектризованныхъ частицъ, отрывавшихся отъ спирали. По изслѣдованіямъ Оуэна оказалось, что съ раскаленной Нернстовой спирали замѣчается разсѣяніе какъ положительнаго, такъ и отрицательнаго электричества при всѣхъ изслѣдованныхъ упругостяхъ воздуха. Притомъ со свѣжей, еще не бывшей въ употребленіи, спирали замѣчается сначала весьма сильное разсѣяніе положительнаго электричества, которое, однако, весьма быстро ослабѣваетъ. По истеченіи нѣкотораго времени это разсѣиваніе достигаетъ нѣкоторой опредѣленной величины и дальше уменьшается уже весьма медленно. Разсѣиваніе отрицательнаго электричества со спирали происходитъ вполнѣ закономерно, уменьшаясь лишь весьма медленно съ теченіемъ времени. При уменьшеніи упругости воздуха разсѣиваніе отрицательнаго электричества повышается до нѣкотораго предѣла, получающагося при нѣсколькихъ миллиметрахъ упругости воздуха. Далѣе разсѣиваніе остается приблизительно постояннымъ до весьма значительныхъ разряженій. Впрочемъ, обыкновенно этотъ простой ходъ явленія маскируется наступающей іонизаціей воздуха отъ столкновенія, вслѣдствіе которой токъ оказывается значительно сильнѣе, чѣмъ то слѣдовало бы. При сильныхъ разряженіяхъ іонизаціи отъ столкновенія не происходитъ и потому явленіе получается чище. Разсѣиваніе отрицательнаго заряда чрезвычайно быстро увеличивается съ повышеніемъ температуры спирали. Кривыя, полученныя Оуэномъ для этого

случая, весьма близко напоминают кривыя Ричардсона для раскаленной платины. Разсѣиваніе положительнаго заряда съ повышеніемъ температуры спирали также увеличивается, но гораздо медленнѣе, чѣмъ разсѣиваніе отрицательнаго. Оуэнъ попытался также рѣшить вопросъ, какова природа отрицательно заряженныхъ частицъ, отрывающихся отъ спирали.

Для этого онъ опредѣлилъ отношеніе $\frac{e}{m}$ въ нихъ, воспользовавшись испытаннымъ методомъ магнитнаго отклоненія этихъ частицъ. На основаніи цѣлаго ряда опредѣленій онъ, какъ среднее, вывелъ величину $\frac{e}{m} = 5,65 \cdot 10^6$, что весьма близко подходит къ величинѣ e/m , найденной для электроновъ. Такимъ образомъ приходится допустить, въ переносѣ отрицательнаго электричества съ накаленной Нернстовой спирали играютъ роль электроны. Всѣ попытки отклонить при помощи магнитнаго поля частицы, несущія положительный зарядъ со спирали, оказались безплодными. (Phil. Mag. 1904).

Химическое дѣйствіе катодныхъ лучей.

Сравнительно давно уже извѣстно, что катодные лучи вызываютъ различныя измѣненія во многихъ химическихъ соединеніяхъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ эти измѣненія носятъ несомнѣнно химическій характеръ; но во многихъ другихъ остается еще сомнительнымъ, вызываютъ ли катодные лучи настоящія химическія измѣненія, или же только физическія. Такъ, на примѣръ, въ извѣстныхъ явленіяхъ окрашиванія галлоидныхъ солей подѣ дѣйствіемъ катодныхъ лучей Видеманнъ и Шмидтъ видятъ химическія измѣненія (улетучиваніе части хлора и образованіе субхлоридовъ или же твердыхъ растворовъ свободнаго натрія и т. п. въ соли); Аббегъ же, основываясь на томъ, что эти измѣненія исчезаютъ при болѣе сильномъ, развивающемся теплоту, дѣйствіи самихъ же катодныхъ лучей, приписываетъ имъ только физическій характеръ. Этотъ интересный вопросъ нѣсколько (хотя и не вполне, какъ полагаетъ авторъ) уясняется новѣйшими изслѣдованіями Э. Бозе. Исходя изъ современной электронной теоріи электрическаго тока, авторъ полагаетъ, что совершающіяся при электролизѣ у катода явленія могутъ быть объяснены истеченіемъ изъ металла катода въ электролитъ отрицательныхъ электроновъ, которые и вызываютъ восстановительныя дѣйствія. Поэтому слѣдуетъ ожидать, что подобныя же восстановительныя дѣйствія на электролитъ будутъ оказывать также притокъ отрицательныхъ электроновъ какимъ нибудь инымъ путемъ, на примѣръ, въ видѣ катодныхъ лучей, взглядъ получилъ бы себѣ подтвержденіе, если бы оказалось, что вызываемыя катодными лучами химическія дѣйствія подчиняются закону Фарадѣя. Произведенные въ этомъ направленіи опыты Бозе были поставлены слѣдующимъ образомъ. Грушеобразный стеклянный сосудъ обложенъ снаружи двумя кольцеобразными металлическими электродами соединенными съ вторичной обмоткой трансформатора Тесла особой конструкціи; первичной катушкой въ этомъ трансформаторѣ служитъ Лейденская банка, обѣ обложки которой въ одномъ мѣстѣ перерѣзаны параллельно оси банки; обложки соединяются съ тоистаточно сильной индукционной катушкой такъ, что разряды проходятъ черезъ обѣ въ противоположномъ направленіи; такимъ образомъ банка является одновременно и емкостью, и самоиндукціей, благодаря чему уменьшается разсѣяніе самоиндукціи, и въ находящейся внутри банки вторичной катушкѣ возбуждаются очень сильныя токи Тесла. Электролитомъ служитъ горячо насыщенный растворъ ѣдкаго кали; обыкновенные растворы непримѣнимы, такъ какъ опыты требуютъ довольно значительнаго вакуума. Благодаря сплюсненной формѣ сосуда; свободная поверхность электролита, под-

вергающаяся дѣйствію лучей, довольно велика (около 200 кв. см.). Выдѣляемые во время опыта пары газа откачиваются насосомъ, причемъ водяные пары поглощаются трубкой съ ѣдкимъ кали. Для облегченія прохода отрицательныхъ электроновъ сосудъ помѣщенъ на плоскую металлическую тарелку, которая батареей заряжается на положительный потенциалъ 3000 вольтъ, другой полюсъ батареи соединенъ, конечно, къ землѣ. Въ эту же цѣпь включенъ еще вольтметръ съ ѣдкимъ же кали и гальванометръ. Для полученія болѣе полнаго контакта, также для облегченія переноса тока черезъ стекло на тарелку наливается слой натріевой амальгамы. Пропускавшіяся черезъ всю систему количества электричества были, конечно, очень малы, около 1 кулона, такъ что и полученные результаты носятъ только качественный характеръ. Прежде всего оказалось, что въ сосудѣ образуется очень много гремучаго газа, притомъ тѣмъ больше, чѣмъ чаще производится откачиваніе газовъ, нарушающее равновѣсіе между парами воды, H_2 и O_2 . По мнѣнію автора развитіе гремучаго газа вызвано дѣйствіемъ высокой температуры не на самый электролитъ, а на водяные пары. После отдѣленія этого газа взрывомъ остается чистый водородъ; но оказывается, что количество его въ 20—30 разъ и даже больше превышаетъ количество водорода, выдѣленнаго за то же время въ вольтметрѣ, т. е. что о подчиненіи этого процесса закону Фарадѣя не можетъ быть и рѣчи. Тѣмъ не менѣе, Бозе не отказывается отъ своего взгляда, но полагаетъ лишь, что на ряду съ чисто электрохимическимъ дѣйствіемъ, подчиняющимся закону Фарадѣя, катодные лучи оказываютъ еще динамически-химическое, состоящее въ томъ, что движущіеся съ огромной быстротой отрицательныя электроны бомбардируютъ и раздробляютъ химическія частицы. Въ тѣхъ случаяхъ, когда одинъ изъ продуктовъ такого раздробленія легче выдѣляется изъ своей среды, чѣмъ другой (на примѣръ, въ описанныхъ опытахъ водородъ меньше растворимъ въ щелочи, чѣмъ кислородъ, и потому улетучивается въ преобладающемъ количествѣ), результаты распадаются, такъ же, что и отъ химической реакціи; въ другихъ случаяхъ продукты распада остаются оба въ растворе и тогда измѣненіе вещества носитъ болѣе физическій характеръ и, на примѣръ, нагреваніе можетъ вызвать обратное воссоединеніе продуктовъ распада, какъ въ опытахъ Аббегга. Динамически-химическое дѣйствіе катодныхъ лучей во много разъ сильнѣе, чѣмъ электрохимическое. Дѣйствительно, вычисления показываютъ, что при переносѣ катодными лучами 1 кулона живая сила отрицательныхъ электроновъ составляетъ 239 килограмметровъ, т. е. эквивалентна 0,56 калорій; если предположить, что вся эта энергія идетъ на расщепленіе воды, то это отвѣчаетъ выдѣленію около 186 куб. см. водорода, тогда какъ электрохимически 1 кулонъ выдѣляетъ только 0,116 куб. см. H_2 . Конечно, большая часть живой энергіи электроновъ переходитъ въ теплоту и потому разницы между выдѣленнымъ количествомъ водорода и вычисленнымъ по закону Фарадѣя въ дѣйствительности гораздо меньше. При помощи болѣе медленныхъ катодныхъ лучей или другихъ разрядовъ съ меньшей живой силой, быть можетъ, удастся совершенно устранить динамически-химическое дѣйствіе и произвести электролизъ согласно закону Фарадѣя безъ электродовъ. Подобнымъ же образомъ Бозе объясняетъ и химическія дѣйствія беккерелевскихъ лучей. (Авторъ оставляетъ совершенно въ сторонѣ процессы, совершающіяся у анода; съ другой стороны, изъ опытовъ автора никакъ еще нельзя заключить о чисто электрохимическомъ дѣйствіи катодныхъ лучей, такъ какъ и это дѣйствіе, и динамически-электрическое даютъ одни и тѣ же продукты расщепленія.)

(Physik. Zt. 1904).

Озонирование кислорода тихими электрическими разрядами. Цель реферруемого исследования Варбурга и Грея была—опредѣлить количество озона, образуемаго при протекании чрезъ кислородъ одного кулона, т. е. выяснить, подчиняется ли это образование закону Фарадея. Такъ какъ электрические разряды на готовый озонъ дѣйствуютъ въ обратномъ направленіи, разрушая его въ обыкновенный кислородъ, то озонирование кислорода доводилось лишь до очень низкой степени, такъ что разрушительное дѣйствіе разрядовъ оставалось очень слабымъ въ сравненіи съ озонирующимъ. Озонированію подвергался 93% кислородъ съ завода «Elkan'a»; разряды производились какъ заостренными электродами, такъ и по способу Сименса, между диэлектрическими поверхностями. При первомъ способѣ, когда одинъ электродъ имѣетъ форму острія, форма второго электрода безразлична; при одинаковой силѣ тока количество образующагося на одинъ кулонъ озона не зависитъ отъ потенціала острія; оно равно 0,0484 гр., если остріе служить отрицательнымъ электродомъ, и 0,063 гр., если остріе — положительный электродъ. Значительно больше озона—около 0,27 гр. на 1 кулонъ — образуется въ озонизаторѣ Сименса, притомъ опять независимо отъ напряженія генератора тока. Такимъ образомъ, при образовании 1 граммъ эквивалента озона тихими разрядами тратится 92—500 кулоновъ, тогда какъ для электролитическаго выдѣленія того же количества требовалось бы 96540 кулоновъ, т. е. образование озона, не подчиняясь даже приблизительно закону Фарадея, не можетъ считаться процессомъ, сходнымъ съ электролизомъ, а должно быть отнесено на счетъ фото и катодохимическихъ дѣйствій (срв. предыдущій рефератъ). (Annalen d. Physik, 1904).

Уничтоженіе электрическихъ колебаній искровыми промежутками. При изслѣдованіи успокоительнаго дѣйствія искроваго промежутка на электрической колебанія важно, между прочимъ, знать, какое омическое сопротивление представляетъ такой промежутокъ. Согласно Бьеркнесу это сопротивление порядка 11 омъ, согласно Брауну—лишь нѣсколькихъ десятыхъ омъ. Для выясненія этого вопроса Симонъ произвелъ рядъ опытовъ такимъ образомъ, что въ колебательную цѣпь, кромѣ разряднаго былъ еще включенъ успокаивающій искровый промежутокъ, который затѣмъ замѣщался безиндукционнмъ омическимъ сопротивленіемъ (палочкой графита или дуговымъ углемъ) одинаковаго успокаивающаго дѣйствія. Результаты получились слѣдующіе:

1) Разрядная искра 2,5 мм. длины, голубовато-бѣлая, съ громкимъ трескомъ; длина волны $\lambda_{max} = 508$ метровъ;

| | |
|----------------------|---------------|
| Успокаивающая искра: | |
| длина | сопротивленіе |
| 1,0 мм. | 2,2 ома |
| 1,5 " | 3,2 " |

2) Разрядная искра 3 мм. длины, голубоватая, такъ называемая неактивная; $\lambda_{max} = 790$ метровъ;

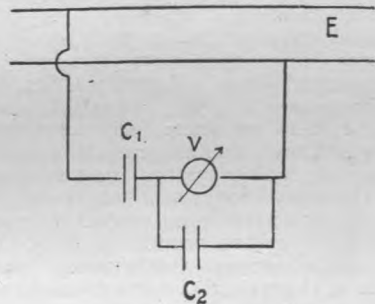
| | |
|----------------------|---------------|
| Успокаивающая искра: | |
| длина | сопротивленіе |
| 0,5 мм. | 2,7 ома |
| 1 " | 4,6 " |
| 1,5 " | 6,5 " |

3) Разрядная искра 15,5 мм. длины, практически применяемая въ беспроволочномъ телеграфированіи, $\lambda_{max} = 405$ метровъ:

| | |
|----------------------|---------------|
| Успокаивающая искра: | |
| длина | сопротивленіе |
| 4 мм. | 0,05 ома |
| 13 " | 0,16 " |

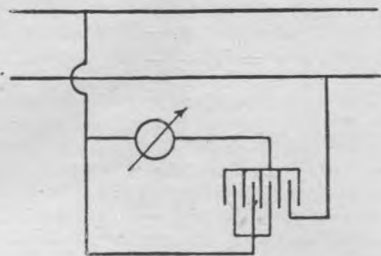
Такимъ образомъ, для условий, имѣющихъ мѣсто при беспроволочномъ телеграфированіи, указанный Брауномъ порядокъ величины вѣренъ. Кромѣ того, изъ этихъ чиселъ видно, что сопротивление искроваго промежутка тѣмъ меньше, чѣмъ больше разряжаемое количество электричества (чѣмъ бѣлье и шумнѣе искра) и что сопротивление это пропорціонально длинѣ искроваго промежутка. (Ann. d. Phys. 1904).

Объ употребленіи конденсаторовъ для измѣренія высокихъ напряженій. Въ виду дороговизны и сравнительно малой прочности вольтметровъ высокаго напряженія, Маршанъ и Вorrаль предлагаютъ слѣдующій методъ измѣренія такихъ напряженій вольтметрами, калиброванными на болѣе низкое напряженіе, при помощи конденсаторовъ. вмѣстѣ съ вольтметромъ низкаго напряженія V въ цѣпь измѣряемой линіи введено два конденсатора, одинъ (C₁) послѣдовательно, другой (C₂) параллельно вольтметру (фиг. 2). Если сопротивления обоихъ кон-



Фиг. 2.

денсаторовъ между собой почти равны, то истинное напряженіе линіи E относится къ напряженію E₁, отсчитываемому на вольтметрѣ V, какъ C₁ : (C₁ + C₂), т. е. $E = \frac{E_1 \cdot C_1}{C_1 + C_2}$. Дроненъ подвергнулъ способъ Маршана и Вorrалья испытанію, измѣряя напряженіе E при помощи вѣсовъ Кельвина, а напряженіе E'— вольтметромъ Айртона и Мазера. Слѣдующій рядъ



Фиг. 3.

полученныхъ имъ чиселъ показываетъ, что этотъ способъ дѣйствительно даетъ результаты точные до 1%, т. е. съ удобствомъ можетъ применяться въ практикѣ въ большей части случаевъ:

| E. | E'. | $\frac{E}{E'}$ |
|-------------|------------|----------------|
| 6761 вольты | 174 вольты | 39,48 |
| 7926 " | 186 " | 39,92 |
| 7980 " | 204 " | 39,12 |
| 8534 " | 213 " | 40,09 |
| 9089 " | 231 " | 39,34 |
| 9643 " | 243 " | 39,68 |
| 10190 " | 259 " | 39,75 |
| 10751 " | 268 " | 40,11 |
| 11305 " | 283 " | 39,94 |

Оба конденсатора могут быть также соединены вмести, как видно из фиг. 3.

ОБЗОРЪ.

Объ испытаніи изоляторовъ для очень высокихъ напряженій. Иона. Высокія напряжения выдвинули въ послѣднее время вопросъ объ изоляціи проводовъ и обнаружили недостаточность прежнихъ возрѣній на испытаніе изоляторовъ и ихъ достоинствъ. Этому вопросу и посвященъ докладъ г. Ионы, сдѣланный въ миланскомъ электротехническомъ обществѣ.

Для низкихъ напряженій изоляція бываетъ обыкновенно лучше, чѣмъ необходимо для избѣжанія разряда. Толщина изоляцій здѣсь обусловливается прежде всего механическими условіями. Къ тому же напряженіе, необходимое для преодоленія діэлектрическаго сопротивленія, не пропорціонально толщинѣ изолирующаго слоя.

На границѣ разрыва діэлектрики, особенно тѣ изъ нихъ, которыя приготовляются изъ органическихъ веществъ, претерпѣваютъ деформаціи, подобныя тѣмъ, которыя получаютъ при переходѣ за предѣлы упругости. Бертелло показалъ, что органическія вещества при дѣйствіи на нихъ переменнаго тока, разлагаются или полимеризуются при возрастаніи напряженія. Поэтому свойства діэлектрики при очень большихъ предѣльныхъ напряженіяхъ измѣняются, это необходимо имѣть всегда въ виду. При очень высокихъ напряженіяхъ діэлектрикъ, кромѣ того, нагревается вслѣдствіе діэлектрическаго гистерезиса, который возрастаетъ пропорціонально квадрату напряженія, или же вслѣдствіе электропроводности, которая также быстро возрастаетъ съ температурой. Такъ, напримеръ, въ кабеляхъ съ бумажной изоляціей электропроводность изолирующаго слоя при 30° въ 30 разъ больше, чѣмъ при 15° .

Если проводникъ цилиндрической формы радіуса r , а внѣшній радіусъ изолирующаго слоя R , то мы имѣемъ цилиндрической конденсаторъ съ разностью потенциаловъ V . На разстояніи φ отъ оси цилиндра напряженіе v , какъ извѣстно, выражается такой формулой:

$$v = V \frac{\varphi}{R} \frac{r}{r},$$

взявъ производную по φ получаемъ

$$\frac{dv}{d\varphi} = \frac{0,434 v}{\varphi R},$$

если перейдемъ къ десятичнымъ логарифмамъ. Изъ этой формулы видно, что около проводника изоляторъ подвергается большому натяженію, чѣмъ во внѣшнихъ слояхъ.

Исследуя дальше эту формулу, можно прийти къ заключенію, что подбирая соотвѣтственнымъ образомъ R и r , можно получить болѣе удобныя для изоляціи условія; напримеръ, увеличивая r , уменьшаемъ напряженіе около проводника.

Но обыкновенно задача представляется слѣдующимъ образомъ: необходимо изолировать проводникъ даннаго радіуса r для нѣкоторой разности потенциаловъ V . На основаніи своихъ опытовъ авторъ доклада находитъ, что наилучшимъ матеріаломъ для изоляціи проводовъ переменнаго тока надо считать миканитъ и вулканизированный каучукъ. Ихъ діэлектрическое сопротивленіе онъ оцениваетъ въ среднемъ 12000 вольтъ на миллиметръ. Если, напримеръ, надо изолировать проводникъ радіуса 0,1 мм., то толщина изолирующаго

слоя должна равняться 7 мм. Авторъ находитъ недостаточнымъ обычныя испытанія, которыя рассчитаны лишь на двойную величину напряженія. По его мнѣнію, необходимо принимать во вниманіе на ряду съ этимъ еще и измѣненіе изолятора при высокихъ напряженіяхъ. Это увеличиваетъ коэффициентъ безопасности, который обыкновенно принимается слишкомъ низкимъ. Толщина изолирующаго слоя быстро возрастаетъ, если увеличивать этотъ коэффициентъ, принимая его къ слоямъ наиболѣе близкимъ къ проводнику. Такъ принявъ его—4, получаемъ 9,55 мм.; принявъ—8, имѣемъ уже 37 мм.

Авторъ рассматриваетъ проволоку діаметра въ 0,1 мм., изолированную при помощи матеріала, выдерживающую по 12000 вольтъ на 1 мм. Общее напряженіе должно быть равно 100000 вольтамъ. Предыдущая формула даетъ

$$12000 = \frac{0,434 \times 100000}{0,25 \varphi 4R}$$

откуда

$$R = 10,75 + 10^{70} \text{ мм.}$$

Судя по этому, казалось бы, невозможно вовсе изолировать проволоку въ 0,1 мм. при такихъ высокихъ напряженіяхъ. Но, какъ извѣстно, въ воздухѣ провода могутъ служить съ гораздо меньшимъ промежутокъ изолирующаго пространства. Это объясняется тѣмъ, что вблизи проволоки воздухъ ионизируется и становится проводникомъ, такъ что діаметръ проводника какъ бы увеличился. Принявъ для него 2,1 мм., получаемъ:

$$R = 2720 \text{ мм.}$$

Если въ альтернаторѣ проводникъ окруженъ изолирующимъ слоемъ въ 7 мм. и напряженіе повышается до 40,000 вольтъ, то на границѣ между діэлектрикомъ и воздухомъ слой послѣдняго подвергается напряженію въ 4500 вольтъ на 1 мм., вслѣдствіе чего получается ионизація окружающаго воздуха и въ темнотѣ можно наблюдать свѣченіе. Если между изоляціей провода и желѣзомъ якоря находится слой воздуха въ 2 мм., то принимая во вниманіе діэлектрическую постоянную діэлектрика (например, 5 для миканита), найдетъ, что 40000 влт. распределяются между этими слоями слѣдующимъ образомъ: діэлектрикъ испытываетъ напряженіе только въ 19500 влт., а слой воздуха 20500. Понятно, что произойдетъ не только ионизація воздуха, но и разрядъ черезъ него.

Такое невыгодное распредѣленіе потенциала при употребленіи различныхъ неоднородныхъ изоляторовъ надо всегда часто употреблять изоляціи, въ которыхъ слои миканита чередуются съ слоями бумаги. И діэлектрическое сопротивленіе и діэлектрическая постоянная бумаги меньше, чѣмъ у миканита, поэтому она подвергается чрезвѣрнымъ напряженіямъ. Гораздо рациональнѣе всѣ внутренніе слои сдѣлать изъ миканита и только снаружи оставить бумагу.

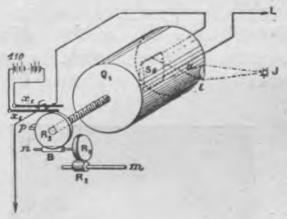
Докладчикъ демонстрировалъ, между прочимъ, какъ изъ неоднороднаго изолятора можно получить

тора, одинъ изъ слоевъ можетъ быть пробить искрой, тогда какъ остальные слои могутъ остаться цѣлыми. Онъ приходитъ къ заключенію, что при испытаніи проводовъ не слѣдуетъ чрезмѣрно повышать напряженія, такъ какъ диэлектрикъ можетъ испытать остаточныя деформации и даже быть разрушенъ внутри, несмотря на то, что съ наружи никакихъ слѣдовъ не будетъ замѣтно.

L'Eclair. Electr.

Передачикъ и пріемникъ для передачи изображенія на разстояніе. Въ дополненіе къ помѣщенной у насъ замѣткѣ о передачѣ фотографическаго изображенія на разстояніе мы можемъ привести подробное описание приборовъ служащихъ для этой цѣли, данное Корномъ въ „Physikalische Zeitschrift“ за текущій годъ.

I. Передачикъ. — Прозрачная пленка, на которой находится фотографическое изображеніе, наворачивается на стеклянный цилиндръ, вращающійся вокругъ горизонтальной оси (фиг. 4), этотъ цилиндръ



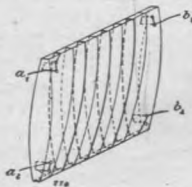
Фиг. 4.

приводится во вращеніе электродвигателемъ при помощи безконечнаго винта и зубчатыхъ колесъ R_1 , R_2 и R_3 и дѣлаетъ одинъ оборотъ въ 20 секундъ; при каждомъ оборотѣ цилиндръ перемѣщается на 1 мм. вдоль своей оси. Наивыгоднѣйшими размѣрами частей оказались слѣдующіе:

- Диаметръ стеклян. цилиндра . . . 8 см.
- Длина " " " . . . 20 "
- Длина пленки отъ 9—12 "

Ширина пленки, употреблявшейся въ опытѣхъ Корна, была не болѣе 16 см., такъ что она занимала всего $\frac{2}{3}$ окружности цилиндра; остальная часть цилиндра покрыта непроницаемой для свѣта пленкой. Свѣтъ отъ лампы Нернста въ 64 свѣчи проходитъ черезъ чечевицу и даетъ на пленкѣ изображеніе сильно свѣтящейся точки u ; пройдя черезъ пленку и стеклянный цилиндръ, свѣтъ падаетъ на селень, укрѣпленный точно на оси внутри цилиндра.

Первые селеновые элементы, употреблявшіеся Корномъ, были элементы Giltay; въ настоящее время онъ употребляетъ элементы Румера, описание которыхъ можно найти въ статьѣ Румера: „Селень и его приложенія въ электротехникѣ“ (фиг. 5).



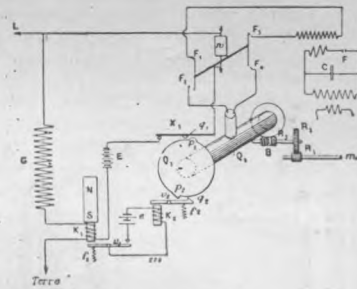
Фиг. 5.

Опыты показали, что вполне удовлетворительные результаты даютъ селеновые элементы, сопротивленіе которыхъ при разсѣянномъ дневномъ свѣтѣ приблизительно вдвое меньше, чѣмъ въ темнотѣ, при чемъ нужно имѣть въ виду, чтобы сопротивленіе ли-

ній передачи не было бы на много больше сопротивленія селена. Корнъ употреблялъ элементы, имѣвшіе въ темнотѣ сопротивление въ 12000 омовъ (Giltay) и 3000 омовъ (Румеръ). Размѣры селеновыхъ элементовъ были 3×5 см. Сопротивленіе линіи передачи было отъ 2000—4000 омовъ. При вращеніи стекляннаго цилиндра всякая точка пленки подвергается дѣйствию свѣтового луча и смотря по тону изображенія селеновый элементъ получаетъ больше или меньше свѣта и сообразно съ этимъ его сопротивление то увеличивается, то уменьшается, а слѣдовательно измѣняется токъ, проходящій черезъ этотъ элементъ. Схема соединеній такова: положительный полюсъ батареи аккумуляторовъ въ 110 в. черезъ прерыватель x_1 присоединенъ къ полюсу a_1 селеноваго элемента; второй полюсъ a_2 (b_1 и b_2 остаются свободными) присоединенъ къ линіи L , идущей къ одному полюсу пріемника. Второй полюсъ пріемника и отрицательный полюсъ батареи присоединены къ землѣ.

Прерыватели x_1 и x_2 предназначены для того, чтобы измѣнять направленіе тока въ тотъ моментъ, когда ихъ коснется палецъ p на дискѣ R_3 ; это приспособленіе устроено для того, чтобы достигнуть полного синхронизма вращенія передачика и пріемника.

II. Пріемникъ (фиг. 6). Пріемникъ состоитъ также изъ цилиндра Q_2 , вращающагося синхронично



Фиг. 6.

съ дискомъ R_3 передачика (фиг. 4); этотъ цилиндръ скользитъ съ треніемъ по оси, приводимой въ вращеніе электродвигателемъ чрезъ посредство шестеренъ R_1 , R_2 , RR_3 . Вращеніе цилиндра послѣ каждого оборота останавливается, когда выступъ на дискѣ Q_2 задѣнетъ защелку q_2 ; движеніе возобновляется только тогда, когда дается сигналъ о синхронизмѣ, о которомъ было сказано выше при описаніи передачика.

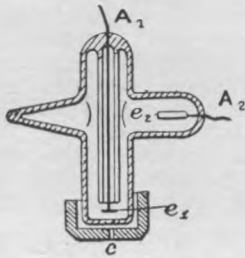
Вдоль цилиндра (диаметръ—2 см., длина—12 см.), расположена стеклянная трубка съ двумя электродами, изъ которой выкаченъ воздухъ; при каждомъ оборотѣ цилиндра эта трубка перемѣщается параллельно самой себѣ на $\frac{1}{4}$ мм. по направленію оси цилиндра. Трубка эта укрѣплена здѣсь точно такъ же, какъ мембрана въ фонографахъ; это устройство на фиг. 6 не изображено. Если изъ трубки будутъ исходить, свѣтовые лучи болѣе или менѣе сильныя, смотря по тону той точки u изображенія, которое мы передаемъ, и эти лучи, пройдя черезъ узкое окошечко e ($0,25$ мм. \times $0,25$ мм.) попадутъ на свѣточувствительную пленку, навернутую на цилиндръ Q_2 , то получится негативный снимокъ изображенія, находящагося на цилиндрѣ передачика.

Фиг. 7, 8 и 9 изображаютъ трубки, давшія наилучшій результатъ; онѣ закрыты сплошь эбонитомъ за исключеніемъ маленькаго окошечка e ; A_1 и A_2 —электроды. Свѣтовые лучи производятся въ этихъ трубкахъ при помощи токовъ Тесла слѣдующимъ образомъ.

Вторичная обмотка трансформатора черезъ два искровыхъ промежутка F_1 и F_2 присоединена къ электродамъ A_1 и A_2 . Длина этихъ искровыхъ про-

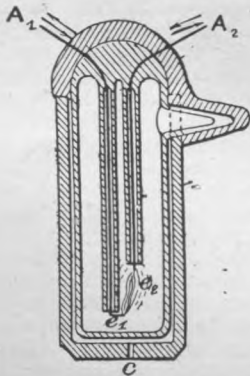
межутковъ становится больше или меньше въ зависимости отъ токовъ, которые проходятъ черезъ гальванометръ w , т. е. смотря по тому, какого тона соответствующія части изображения на пленкѣ передатчика.

Какъ видно изъ фиг. 6 току, идущему черезъ линію, представляется двоякій путь: одинъ черезъ сравнительно большое сопротивление G и релѣ K_1 въ

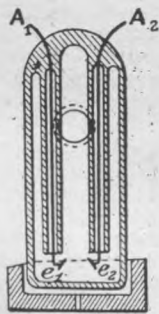


Фиг. 7.

землю, а другой черезъ гальванометръ w_1 , прерыватель x_2 къ положительному полюсу батареи E , состоящей изъ 12 аккумуляторовъ и черезъ нее въ землю. Введеніе батареи E позволяетъ посредствомъ измѣненія G сдѣлать ничтожно малыми токи, идущіе отъ передатчика при среднихъ тонахъ изображения. Болѣе свѣтлые тоны даютъ тогда отклоненіе въ гальванометрѣ въ сторону увеличенія искрового промежутка, а болѣе темные—въ сторону уменьше-



Фиг. 8.



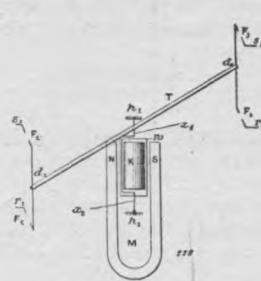
Фиг. 9.

нія (или наоборотъ, смотря по направленію тока въ гальванометрѣ и по тому, какое изображеніе хотятъ получить негативное или позитивное).

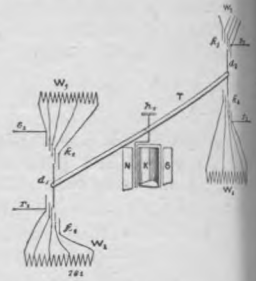
Наиболѣе подходящимъ гальванометромъ въ данномъ случаѣ оказался гальванометръ Дебре д'Арсонваля, измѣненный слѣдующимъ образомъ. Къ подвижной части гальванометра фиг. 10, вмѣсто обыкновеннаго металлическаго указателя, прикрѣплена пластинка T изъ слюды; на концахъ этой пластинки перпендикулярно къ ней прикрѣплены двѣ тонкія проволоки d_1 и d_2 съ загнутыми концами.

Большія трудности представляло получить измѣненіе свѣтовыхъ лучей въ трубкѣ соответственно тону изображения. Дѣло въ томъ, что сила тока въ трубкѣ при довольно большихъ искровыхъ промежуткахъ при уменьшеніи ихъ измѣняется сначала пропорціонально, но только до известнаго предѣла. Дальнѣйшее же уменьшеніе промежутка мало вліяетъ на интенсивность лучей, испускаемыхъ трубкой. Поэтому пришлось употребить слѣдующій способъ, изображенный на фиг. 11. Проволочки d_1 и d_2 скользятъ по 4 контактамъ K_1, K_2, K_3, K_4 сдѣланныхъ изъ тонкихъ металлическихъ листочковъ (0,25 мм.), расположенныхъ слюдой. Между двумя сосѣдними метал-

лическими листочками включены соответственныя части сопротивленій W_1, W_2, W_3 и W_4 . Каждый контактъ въ опытахъ Корна состоялъ изъ 26 листочковъ, но на самомъ дѣлѣ оказалось достаточнымъ даже



Фиг. 10.



Фиг. 11.

10 листочковъ. Провода s_1 и s_2 присоединены ко вторичной обмоткѣ трансформатора Тесла, а r_1 и r_2 къ электродамъ трубки. Указать опредѣленно размеры сопротивленій W_1, W_2, W_3 и W_4 невозможно, такъ какъ они зависятъ отъ напряжения и силы тока, но ихъ легко можно опредѣлить изъ нѣсколькихъ опы-

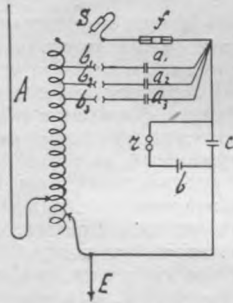


Фиг. 12.

товъ. Прилагаемая фотографія показываетъ, какихъ результатовъ можно достигнуть этимъ способомъ. Передача фотографіи 9×12 см. требуетъ времени 30 минутъ. Главными причинами, препятствующими большій скорости передачи являются нѣкоторая инертность селена и гальванометра.

Два новыхъ приспособленія для беспроводнаго телеграфа. Какъ извѣстно, оба нѣмецкія общества для беспроводнаго телеграфирования, работавшія—одно по способу Брауна (Сименсъ и Гальске), другое по способу Слаби-Арко (AEG), слились недавно въ одно подъ названіемъ „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie“. Новое общество прежде всего задалось задачей пересмотрѣть на-ново весь огромный научный и техническій матеріалъ, собранный обоими старыми, чтобы, выбравъ изъ него самое лучшее, скомбинировать о д н у общую систему, соединяющую въ себѣ преимущества каждаго изъ названныхъ способовъ. Результатомъ этой работы является система „Telefunken“, описываемая Пфифферомъ въ № 25 „Elektrotechn. Ztschr.“ Нѣкоторыя особенности этой системы (усиленіе энергии по системѣ проф. Брауна) уже извѣстны читателямъ „Электричества“. Мы остановимся поэтому только на двухъ, еще неописанныхъ здѣсь приспособленіяхъ. 1) Ослабленіе чувствительности детектора. Въ тѣхъ случаяхъ, когда разстояніе между обоими телеграфными станціями не постоянно, а мѣняется въ значительныхъ предѣлахъ (напримѣръ, когда одна

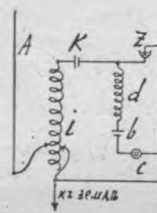
на станціях находится на суднѣ), слишкомъ сильное дѣйствіе волнъ на малыхъ разстояніяхъ вредно вліяетъ на функціонированіе детектора, чувствительность котораго расчитана на значительно болѣе слабое дѣйствіе волнъ, проходящихъ гораздо болѣе издалека. Отсюда возникаетъ необходимость ослаблять чувствительность детектора при работѣ на малыхъ разстояніяхъ. Для этого обыкновенно включаютъ омическія сопротивленія, которыя способствуютъ болѣе сильному заглушенію колебаній приемника и такимъ образомъ уменьшаютъ ихъ амплитуду; или же, измѣняя электрическіе размѣры приемной станціи, разстраиваютъ ее по отношенію къ станціи отправленія. Оба эти способа представляютъ тотъ недостатокъ, что приемная станція становится болѣе воспріимчивой къ постороннимъ колебаніямъ, отъ передатчиковъ другого строя. Исходя изъ того факта, что періодъ колебаній принимающей цѣпи опредѣляется произведеніемъ ея емкости на самоиндукцію, и пользуясь, съ другой стороны тѣмъ, что чувствительность детектора ослабляется, если параллельно ему въ приемную цѣпь включена емкость, „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie“ выработало слѣдующую конструкцію для ослабленія чувствительности детектора безъ измѣненія періода колебаній. На фиг. 13, дающей схему этой конструкціи, А изображаетъ воздушный проводъ, *i*—трансформаторную катушку съ



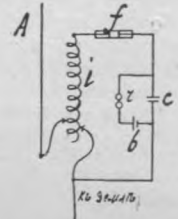
Фиг. 13.

одной только обмоткой, Е отводъ къ землѣ, *f*—детекторъ, *a*₁, *a*₂ и *a*₃ три конденсатора различной емкости, *c*—приемный конденсаторъ, емкость котораго бесконечно велика по сравненію съ емкостью детектора, *b*—мѣстную батарею, *r*—реле, *b*₁, *b*₂ и *b*₃ штепсельные зажимы. Одинъ полюсъ каждого изъ трехъ конденсаторовъ *a*₁, *a*₂ и *a*₃ постоянно соединенъ съ приемникомъ, другой—съ соответствующимъ зажимомъ *b*₁, *b*₂ и *b*₃; зажимы же съ своей стороны соединены съ тремя различными витками катушки *i*. При работѣ на большія разстоянія соединенный съ однимъ изъ полюсовъ детектора штепсель *r* вставляется въ концевой зажимъ *e* трансформаторной катушки. Когда же съ уменьшеніемъ разстоянія чувствительность приемника должна быть понижена, то штепсель *r* вставляется послѣдовательно въ одинъ изъ зажимовъ *b*₁, *b*₂, *b*₃. При этомъ емкость цѣпи увеличивается на *a*₁, *a*₂ или *a*₃; но вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшается самоиндукція благодаря выключенію изъ цѣпи соответствующаго числа витковъ индукціонной катушки *i*; и такъ какъ размѣры этихъ самоиндукцій и емкостей выбраны такъ, чтобы произведеніе емкости цѣпи на самоиндукцію оставалось постояннымъ, то при перемѣщеніи штепселя *r* чувствительность системы уменьшается безъ измѣненія періода колебаній. Ш) При способленіе для настраиванія приемной станціи. Періодъ собственных колебаній приемной станціи опредѣляется, какъ только что было сказано, произведеніемъ емкости цѣпи на самоиндукцію. Такъ какъ построить цѣпь съ опредѣленной самоиндукціей на основаніи расчетовъ чрезвычайно трудно, то „Gesellschaft f. dratslose Telegraphie“ находитъ требуемую самоиндукцію, т. е.

такую, при которой приемная станція настроена въ ладу со станціей отправленія, слѣдующимъ образомъ. Для настраиванія примѣняется какой нибудь детекторъ, работающій съ гальванометромъ или телефономъ, причѣмъ мѣстный токъ усиливался бы пропорціонально поглощенной энергіи; когда такимъ образомъ, измѣняя самоиндукцію, найдена та величина ея, при которой получается максимумъ дѣйствія, временный детекторъ замѣняется постояннымъ, напримѣръ фриттеромъ. При этомъ, конечно, необходимо, чтобы емкость цѣпи оставалась постоянной. Въ качествѣ пробнаго детектора „Ges. f. drtl. Telegr.“ пользуется электролитическимъ детекторомъ Шломилха (*z* на фиг. 14); *k*—изображаетъ ту добавочную емкость, которая должна быть включена для того, чтобы емкость системы, была та же, что впослед-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

ствіи, при включеніи постоянного детектора; *t*—телефонъ, *b*—мѣстная батарея, *d*—самоиндукція, служащая для устраненія вліянія емкости проводовъ этой мѣстной цѣпи при измѣненіи. Когда требуемая самоиндукція *i* найдена, цѣпь *d*, *b*, *t* выключается, емкость *k* и детекторъ *z* замѣняются фриттеромъ равной емкости *z* и окончательное расположеніе приемной станціи получаетъ схему фиг. 15.

Электрическая стерилизація молока.

Гуарини и Самарини. Нѣкоторое время тому назадъ вопросъ о стерилизаціи молока считался окончательно рѣшеннымъ. Молоко стерилизовалось посредствомъ нагрѣванія до 120° С. въ закрытыхъ сосудахъ и считалось, что такимъ образомъ уничтожаются въ немъ всѣ болѣзнетворные микробы, а питательныя свойства его остаются неизмѣнными. Между тѣмъ оказалось, что вскармливаемые такимъ молокомъ дѣти обнаруживаютъ значительную склонность къ рахитизму. Изслѣдованіе показало, что при нагрѣваніи молока существенно измѣняется его составная часть—лецитинъ, снабжающій организмъ фосфорными солями, совершенно необходимыми для его нормальнаго развитія. Это вещество при нагрѣваніи переходитъ въ трудно-усваиваемый организмомъ, особенно дѣтскимъ, видъ. Такимъ образомъ доктора съ одной стороны требовали обязательнаго вскармливанія дѣтей исключительно стерилизованнымъ молокомъ, съ другой же—признавали обычнымъ способомъ стерилизованное молоко вреднымъ.

Были испробованы и другіе способы стерилизаціи молока, кромѣ нагрѣванія, но безуспѣшно. Между прочимъ столь же безуспѣшно былъ испробованъ электрическій способъ стерилизаціи. Примѣнялся какъ постоянный, такъ и переменный токъ въ различныхъ комбинаціяхъ, но безъ опредѣленныхъ результатовъ: болѣзнетворные микробы по большей части не убивались.

Недавно за этотъ уже оставленный было вопросъ снова взялись Гуарини и Самарини. Они задались цѣлью найти способъ электрической стерилизаціи молока безъ всякаго измѣненія основныхъ его питательныхъ свойствъ. Они начали изслѣдованіе съ примѣненія постоянного тока. Вмѣстѣ съ молокомъ изслѣдовалась также вода съ плавающими въ ней рыбами. Дѣйствіе тока на рыбъ служило контролемъ

для стерилизации молока. При первых же опытах оказалось, что применение постоянного тока достаточного напряжения и неособенно значительной силы тока убивает все микробы, но за то у электродов молоко створаживается. В то же время контрольные рыбы в воде были убиты. Тогда электроды были заменены другими, особо приготовленными, и тогда при напряжении постоянного тока в 170 вольт и силе тока 5 ампер, молоко прекрасно стерилизовалось и совершенно не створаживалось. Затем Гуарини и Самарини перешли к переменному току и нашли, что при 110 в. напряжения и подходящей силе тока полная стерилизация молока наступает через незначительный промежуток времени. Однако, чтобы не наступило створаживание, необходимо иметь ток с достаточно большим числом периодов.

Несмотря на малую проводимость молока прибавлять к нему каких либо соли для повышения проводимости, как нашли Гуарини и Самарини, невыгодно, так как тогда для стерилизации требуется весьма сильный ток. По той же причине невыгодно опускать напряжение ниже 110 вольт. Во всяком случае, пока можно считать вопрос об электрической стерилизации молока решенным.

(Electr. Review).

Новая модель осциллографа Блонделя.

Осциллограф Блонделя в том виде, какой ему придал Карпанте, может войти теперь в обиход техника и оказать ему существенные услуги. Новая модель этого прибора, вследствие прочности и простоты конструкции, облегчает применение его для технических целей.

Осциллограф представляет из себя, как известно, гальванометр с очень коротким периодом колебаний, погруженный в масло, так что затухание колебаний достигает почти границы аперодичности. Колебания зеркала при помощи оптической системы увеличиваются, и движение луча, отраженного от зеркала, складывается с перпендикулярным к этому движению перемещением изображения светящейся точки в кривую, которая наблюдается на экран или же воспринимается на фотографическую пластинку.

При изучении периодических колебаний тока зеркальце синхронно передвигается таким образом, чтобы отдельные периоды накладывались друг на друга.

Гальванометры в новом осциллографе могут быть двух родов: с лентой из мягкого железа или с бифилярным. В первом случае тонкая железная лента помещается между концами постоянного магнита и намагничивается в этом сильном магнитном поле. Изучаемый ток проходит через катушку, расположенную около ленты, и создает магнитное поле, перпендикулярное к первоначальному. Это новое поле поворачивает ленту на некоторый угол их нормального положения. Другой тип гальванометра представляет из себя систему двух проводников, двух узких, параллельно натянутых бронзовых лент, по которым проходит ток в противоположных направлениях, создавая магнитное поле, перпендикулярное к силовым линиям постоянного магнита.

Эти два типа гальванометров могут быть по желанию заменены одна другой в новом осциллографе. Он представляет совершенно независимые части прибора и могут выниматься или вставляться в главную оправу, заключающую постоянный магнит и оптическую систему. Осциллограф, снабженный тем или другим типом гальванометра, оказывается в каждом случае пригодным для некоторых специальных целей.

Гальванометр с железной лентой более прочен. Он может дать большую частоту колебаний, так как натяжение ленты регулируется по произ-

волу; кроме того, зеркальце у этого гальванометра больше, чем у бифилярного, и дает более отливные изображения. За то он менее чувствителен и его катушка представляет значительную самоиндукцию. Бифилярный гальванометр с другой стороны имеет совсем незначительную самоиндукцию вследствие чего его можно употреблять в шире для сильных токов; если регулируя натяжение ленты, получим колебания такой же частоты, как и для гальванометра с железной лентой, то чувствительность первого будет в десять раз больше чувствительности последнего. Поэтому, если различить области для деятельности этих двух типов, причем бифилярный должен найти применение при точных исследованиях и для очень сильных токов, а гальванометр с железной лентой будет служить для обыденной работы, — то каждая система будет весьма полезна в своей области.

(L'Éclair. Electr., 1924).

Электрическое оборудование Гельголандского маяка.

Масляные лампы, так недавно еще бывшие во всеобщем употреблении, начинают на маяках уступать место вольтовой дуге. Исчезновение масляных ламп происходило бы гораздо скорее, если бы не существовало довольно, впрочем, слабо обоснованной теории, что лампы светят значительно лучше проникают через туман, чем электрической. Понемногу, однако, эта точка зрения теряет кредит и электрические прожекторы завоевывают себе прочное место на маяках. В давние электрическими фонарями оборудован один из самых больших европейских маяков — Гельголандский, расположенный в устье Эльбы близ Гамбурга. На нем установлены три Шуккертовского горизонтальных прожектора, дающих каждый свыше 30 миллионов свечей. Высота, на которой расположены прожекторы, равна 270 футам над уровнем моря, так что свет виден на расстоянии 25 миль при ясном воздухе. Все три прожектора установлены на вращающейся платформе под углом 120° друг к другу. Платформа эта помещена на стальных колесах, идущих по круговым рельсам и делает в минуту четыре оборота. Благодаря этому в каждой точке горизонта свет появляется через каждые 5 сек. и таким образом частоты вспышек можно определить название маяка и местность, в которой находится судно. Ток для дуговых ламп получается от небольшой станции, расположенной по близости от маяка. В ней установлены два динамо постоянного тока, дающие 216 ампер при 65—75 вольтах. Одна из машин — запасная. Каждый из фонарей питается током около 34 ампер и дает при этом максимально 45 миллионов свечей. Дуга в прожекторе расположена горизонтально и кратером обращена к параболическому стеклянному, покрытому серебром рефлектору. Если бы кратер был математической точкой, то рефлектор давал бы пучек строго параллельных лучей. Но так как кратер имеет около 9 мм. в диаметре, то получается конусообразный пучек света с углом при вершине в 2°14'. Особо, весьма простое приспособление позволяет всегда держать кратер точно в фокусе параболического зеркала. Ток к лампам подводится при помощи контактов, погруженных в кольцеобразные канавки, наполненные ртутью. Эта установка на Гельголандском маяке является одной из самых совершенных до настоящего времени.

(Electrical Magazine).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Die Wechselstromtechnik Herausgegeben von E. Arnold. Erster Band Theorie der Wechselströme und Transformatoren. Von J. L. la Cour. Berlin. Julius Springer. 1902.

Техника переменных токов. Издание Е. Арнольда. I томъ. Теория переменных токов и трансформаторовъ. И. Л. ла-Куръ. 425 стр. съ 263 фиг. въ текстѣ. Берлинъ. Юліусъ Шпрингеръ.

Эта книга является первой въ цѣлой серіи образцовыхъ произведеній по электротехникѣ, часть которой въ настоящее время уже вышла. Первый томъ, написанный известнымъ знатокомъ техники переменныхъ токовъ Ла-Куромъ, представляетъ изъ себя общее, но, нужно сказать, въ высшей степени полное и подробное введеніе къ предпринятому изданію. Авторъ начинаетъ въ введеніи съ самыхъ основныхъ понятій—съ постоянного тока, магнитнаго поля, электромагнетизма и т. п. Первая и слѣдующія до седьмой главы трактуютъ вопросъ о синусоидальныхъ переменныхъ токахъ, о вліяніи самоиндукціи и емкости цѣпи, о разныхъ случаяхъ вычисления силы тока и т. п. въ цѣпяхъ съ разнообразными распредѣленіями емкости и самоиндукціи. Въ главахъ седьмой и восьмой излагаются основанія для расчета мощности синусоидальныхъ переменныхъ токовъ. Главы съ девятой до одиннадцатой (включительно) трактуютъ вопросъ о переменныхъ токахъ любой формы. Глава двѣнадцатая представляетъ теорію однофазнаго трансформатора, глава тринадцатая—построеніе диаграммъ для однофазнаго трансформатора. Въ главахъ 14—17 излагается полная теорія многофазныхъ токовъ, какъ синусоидальныхъ, такъ и съ сложными волновыми формами. Глава 18 посвящена теоріи многофазнаго трансформатора, глава девятнадцатая разбираетъ вопросъ о потеряхъ въ трансформаторѣ. Последнія двѣ главы посвящены вопросу объ электрической передачѣ энергіи. Глава 20 разбираетъ электрическія постоянныя проводокъ и ихъ изоляцію. Глава 21 посвящена собственно теоріи передачи энергіи.

Приведенный краткій перечень заглавій отдѣльныхъ главъ даетъ, конечно, лишь весьма слабое представленіе о книгѣ Ла-Куръ. Но болѣе полное представленіе о ней можно получить только проштудировавъ ее хорошенько. Именно, проштудировавъ, такъ какъ отъ простаго чтенія этой книги можетъ остаться въ головѣ лишь смутное впечатлѣніе. Она написана не легко. Приходится, чтобы не потерять нити, читать внимательно всѣ выкладки, не пропуская ни одной, тогда только станутъ понятными всѣ выводы автора. Но за то послѣ такого труда читатель почувствуетъ себя вполне вознагражденнымъ: получится ясное и полное представленіе объ общихъ законахъ переменныхъ токовъ. Издана книга прекрасно: шрифтъ и рисунки превосходны. —*Ab.*

Die für Technik und Praxis wichtigsten Physikalischen Crössen. Von Olof Linders mit 43 Textfiguren. Leipzig. Jäh und Schunke. 1904.

Наиболѣе важныя для техники и практики физическія величины. Олофъ Линдерсъ. Лейпцигъ 1904 г. 362 стр. съ 43 фиг. въ текстѣ и таблицами.

Задача книги г. Линдерса состоитъ въ томъ, чтобы дать для всѣхъ величинъ, входящихъ и играющихъ роль въ современной физикѣ и техникѣ, особня, разъ навсегда опредѣленные обозначенія. Дѣйствительно, количество разныхъ величинъ въ современной наукѣ и особенно техникѣ чрезвычайно возросло, отдѣльныхъ значковъ для нихъ не хватаетъ и каждой теоретической статьѣ приходится предполагать болѣе или менѣе значительную таблицу обозначеній. Не ознакомившись съ этой таблицей или не зная обычныхъ обозначеній автора статьи, нельзя

приниматься за ея чтеніе. Одинъ авторъ обозначаетъ буквой С емкость, другой — токъ, а емкость обозначаетъ буквой F и т. д. Возможныя вслѣдствіе этого недоразумѣнія и стремится устранить книга г. Линдерса. Для этой цѣли онъ перечисляетъ всѣ встрѣчающіяся въ физикѣ и въ техникѣ величины и каждой изъ нихъ назначаетъ опредѣленное обозначеніе. Такъ какъ различныя величины при подсчетѣ набралось до двухсотъ, то для полученія достаточнаго количества обозначеній г. Линдерсу пришлось привлечь къ дѣлу алфавиты: готическій, латинскій, русскій и греческій, изъ которыхъ онъ воспользовался очень многими буквами, какъ большими, такъ и малыми. Получился цѣлый рядъ таблицъ обозначеній, объясненію которыхъ посвящена большая часть книги.

Что касается этихъ таблицъ, то запомнить ихъ дѣло нелегкое. Пожалуй въ огромномъ большинствѣ случаевъ проще автору будетъ написать впереди статьи табличку своихъ обозначеній, а читателю просмотрѣть ее, чѣмъ обоимъ справляться (или даже запоминать) съ таблицами г. Линдерса.

Въ концѣ концовъ, очень трудно опредѣленно и окончательно относительно этого высказаться. Такіе вопросы, какъ пригодность известныхъ обозначеній, построеніе таблицъ и т. п., рѣшаются обыкновенно лучше всего практикой. Если обозначенія г. Линдерса окажутся удобными, то они несомнѣнно, рано или поздно будутъ приняты. Если люди науки и техники сочтутъ нужнымъ для себя заучивать таблицы г. Линдерса, то они, конечно, будутъ это дѣлать, и читателямъ научныхъ и техническихъ работъ придется вслѣдъ за авторами также приняться за изученіе тѣхъ же таблицъ. Все это возможно, но все это—дѣло будущаго. Сейчас же намъ лично кажется, что таблицы г. Линдерса составлены неудобно. Въ нихъ много обозначеній совершенно непривычныхъ, непріятныхъ нигдѣ и, главное, онѣ очень громоздки; запомнить ихъ—дѣло нелегкое.

Остальная и большая часть книги г. Линдерса представляетъ изъ себя пространное объясненіе къ таблицамъ. Въ ней нѣтъ ничего существенно интереснаго: объясненія физическихъ величинъ, которымъ она посвящена всѣмъ хорошо известны, а въ случаѣ нужды могутъ быть найдены въ любомъ учебникѣ физики. Не лишена зато интереса попытка автора построить систему техническихъ единицъ на основаніяхъ: дециметръ, килограммъ, секунда (DKS).

Въ заключеніе не можемъ не поблагодарить г. Линдерса за его любезность, хотя она и чрезмѣрна. Онъ прислалъ къ намъ въ редакцію вслѣдъ за книгой сначала пространное объяснительное письмо, затѣмъ краткое напоминаніе, потомъ еще одно письмо, и наконецъ, въ два приѣма „для облегченія труда г. рецензента“ цѣлую связку рецензій иностранныхъ журналовъ. Пользуемся случаемъ принести г. Линдерсу благодарность за „облегченіе“ труда. Нужно сознаться, любезность рѣдкая... *C. M.*

Carborundum von Fr. Fitz-Gerald. Monographien über angewandte chemie. XIII Band. Hall a S. 1904.

Фитцъ - Жеральдъ. Карборундъ. Серія монографій по технической химіи. XIII т. Галле 1904 г. 44 стр. Ц. 2 мк.

Небольшая книжка исчерпываетъ весь несложный сюжетъ на 40 съ небольшимъ страницахъ. Кромѣ небольшой событіями лабораторной и патентной исторіи этого карбида, она довольно детально описываетъ производство Carborundum Company, расположенной около Ніагарскаго водопада и пользующейся энергіей этого грандіознаго, природнаго источника силы. Это описаніе занимаетъ около половины всего текста. Авторъ, человекъ близко стоящій къ дѣлу, вполне освѣдомленъ во всѣхъ спеціальныхъ вопросахъ этого производства и описываетъ его не по наслышкѣ. Но именно эта близость къ предприя-

тию, къ одному опредѣленному промышленному заведенію, кладеть на всю брошюру извѣстный отпечатокъ. Рѣзко полемическое отношеніе автора къ другимъ изобрѣтателямъ, лишены должнаго безпристрастія. Но, несмотря на это, читатель можетъ найти въ книжкѣ полную картину производства, построеннаго на широкихъ началахъ (въ 1902 году было произведено 1697200 килограмм.).

Примѣненіе карборунда довольно ограничено, и описаніе различныхъ патентовъ, въ которыхъ карборундъ играетъ главную роль, занимаетъ немного мѣста. Вообще все то немногое, что могло быть сказано о производствѣ карборунда, все что по этому вопросу было разбросано въ различныхъ периодическихъ изданіяхъ, собрано здѣсь въ систематизированномъ видѣ. Съ такой точки зрѣнія для желающихъ ознакомиться съ этимъ производствомъ книжка представляетъ по крайней мѣрѣ большое удобство. Нѣсколько дорогое, прибавимъ, такъ какъ 2 марки, т. е. около рубля, за 40 страницъ разгонистой печати довольно большаго цѣна и для заграничнаго изданія. Книжка издана очень изящно и снабжена прекрасными рисунками.

Д. Р.

Письмо въ Редакцію.

Милостивый Государь,

Господинъ Редакторъ!

Позвольте подѣлиться съ читателями Вашего уважаемаго журнала описаніемъ испытаннаго мною способа получения высокаго напряженія посредствомъ нѣсколькихъ обыкновенныхъ трансформаторовъ.

На практикѣ часто встрѣчается надобность получить переменный токъ въ достаточномъ количествѣ при напряженіи въ нѣсколько разъ превышающемъ то напряженіе, для котораго построены имѣющіеся въ распоряженіи трансформаторы.

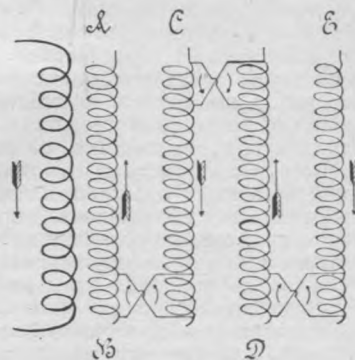
Такіе случаи чаще всего представляются лицамъ, работающимъ на станціяхъ переменнаго тока, гдѣ всегда имѣется достаточный запасъ трансформаторовъ опредѣленнаго типа и гдѣ приходится испытывать очень высокимъ напряженіемъ различныя изолирующія вещества. Обыкновенно для этой цѣли присоединяютъ нѣсколько трансформаторовъ толстыми обмотками параллельно къ источнику низкаго напряженія и соединяютъ послѣдовательно ихъ тонкія обмотки.

Однако, при такомъ способѣ соединенія внутри отдѣльныхъ трансформаторовъ образуется слишкомъ большая разность потенциаловъ между катушками высокаго и низкаго напряженія, вслѣдствіе чего и является крайне рискованнымъ соединять послѣдовательно болѣе трехъ трансформаторовъ, а слѣдовательно и получать напряженіе превышающее болѣе чѣмъ въ три раза нормальное напряженіе трансформаторовъ данного типа.

Автору этой замѣтки удалось осуществить нижеслѣдующее соединеніе трансформаторовъ,

дающее возможность получать значительно болѣе высокаго напряженія.

При этомъ соединеніи лишь въ одномъ трансформаторѣ приходится пользоваться обмоткой низкаго напряженія, присоединяя ее къ источнику энергіи; въ остальныхъ трансформаторахъ обмотки низкаго напряженія остаются изолированными и въ схему соединенія входятъ лишь обмотки высокаго напряженія, отъ которыхъ сдѣланы отвѣтвленія на равныхъ разстояніяхъ отъ концовъ обмотки (примѣрно на $\frac{1}{6}$ часть обмотки). Обмотки соединяются между собой такъ, какъ это представлено на фиг. 16, при-



Фиг. 16.

чемъ второй трансформаторъ питается отъ первого, третій отъ второго и т. д.

Легко видѣть, что, какъ бы велико ни было число включенныхъ такимъ образомъ трансформаторовъ, напряженіе внутри каждаго трансформатора не будетъ превышать напряженія между крайними точками его обмотки, тогда какъ общее напряженіе всей цѣпи будетъ равно геометрической суммѣ напряженій всѣхъ трансформаторовъ (считая эти напряженія между точками В и С, С и D, D и E, и т., т. е. принимая въ расчетъ не полное напряженіе каждаго трансформатора).

Къ сожалѣнію, самоиндукція трансформаторовъ въ сильной степени усложняетъ явленіе, и геометрическая сумма напряженій такого рода трансформаторовъ сильно отстаетъ отъ алгебраической суммы. Быть можетъ понадобится прибѣгнуть къ нѣкоторымъ искусственнымъ приемамъ для того, чтобы такимъ способомъ увеличить напряженіе до желаемыхъ предѣловъ. Описываемый способъ соединенія возможно варьировать и пользоваться также толстыми обмотками трансформаторовъ.

Прошу принять уваженіе въ моемъ совершенномъ почтеніи и преданности

Готовый къ услугамъ П. Ковалевъ.