

Поэтому те части пространства, в которых нет результирующей силы, как, например, точки равновесия в пространстве между различными телами системы и внутри вещества каждого тела, должны обладать внутренней энергией на единицу объема, большей на

$$\frac{1}{8\pi} R^2,$$

где  $R$  — наибольшее возможное значение силы тяготения в любой части вселенной.

Следовательно, предположение, что тяготение возникает от действия окружающей среды указанным выше путем, приводит к заключению, что каждая часть этой среды обладает, будучи невозмущенной, громадной внутренней энергией и что присутствие плотных тел влияет на среду в сторону уменьшения этой энергии, где только имеется результирующее притяжение.

Поскольку я не могу понять, каким образом среда может обладать такими свойствами, я не могу идти дальше в этом направлении в поисках причины тяготения.



## ЧАСТЬ V

### ТЕОРИЯ КОНДЕНСАТОРОВ

#### Емкость конденсатора

(83) Простейшей формы конденсатор состоит из равномерного слоя изолирующей материи, ограниченного двумя проводящими поверхностями, и его емкость измеряется количеством электричества на каждой из поверхностей, когда разность потенциалов равна единице.

Пусть  $S$  — площадь каждой из обкладок,  $a$  — толщина диэлектрика и  $k$  — его коэффициент электрической упругости; тогда на одной обкладке конденсатора потенциал будет равен  $\psi_1$ , на другой обкладке  $\psi_1 + 1$ , а внутри вещества конденсатора:

$$\frac{d\psi}{dx} = \frac{1}{a} = kf. \quad (48)$$

Поскольку  $\frac{d\psi}{dx}$  и, следовательно,  $f$  равны нулю за пределами конденсатора, количество электричества на его первой поверхности будет равно  $-Sf$ , а на второй поверхности  $+Sf$ . Емкость конденсатора равна поэтому  $Sf = \frac{S}{ak}$  в электромагнитных единицах.

#### Удельная емкость электрической индукции ( $D$ )

(84) Если диэлектриком конденсатора является воздух, то его емкость в электростатических единицах будет  $\frac{S}{4\pi a}$  (пренебрегая поправкой, учитывающей уодо-

вия, которые должны быть выполнены на краях обкладок). Если диэлектрик имеет емкость, отношение которой к емкости воздуха равно  $D$ , тогда емкость конденсатора будет равна  $\frac{DS}{4\pi a}$ .

Отсюда

$$D = \frac{k_0}{k}, \quad (49)$$

где  $k_0$  является значением коэффициента  $k$  в воздухе, которое принимается равным единице.

### Электрическая абсорбция

(85) Когда диэлектрик конденсатора не является совершенным изолятором, явления проводимости комбинируются с явлениями электрического смещения. Конденсатор, будучи оставлен заряженным, постепенно теряет свой заряд, и в некоторых случаях, после того как он разрядился совершенно, он постепенно приобретает новый заряд того же самого знака, как и первоначальный заряд, и в конце концов и этот заряд также исчезает. Эти явления были описаны профессором Фарадеем (Experimental Researches, серия XI) и Ф. Дженкиным (Report of Committee of Board of Trade on Submarine Cables) и могут быть классифицированы под названием «электрической абсорбции».

(86) Возьмем случай конденсатора, составленного из некоторого числа параллельных слоев различных материалов. Если постоянная разность потенциалов между его обкладками сохраняется в течение достаточного времени до тех пор, пока не устанавливается постоянный и устойчивый ток, тогда каждая ограничивающая поверхность будет иметь заряд электричества, зависящий от природы веществ, находящихся на каждой из ее сторон. Если обкладки будут теперь разряжены, то эти внутренние заряды начнут постепенно рассеиваться, и может вновь появиться неко-

торый заряд на обкладках, если они изолированы, или, если они соединены проводником, известное количество электричества может пройти через проводник во время повторного установления равновесия.

Пусть толщина отдельных слоев конденсатора будет  $a_1, a_2$  и т. д. Пусть значения  $k$  для этих слоев соответственно равны  $k_1, k_2, k_3, \dots$  и пусть

$$a_1 k_1 + a_2 k_2 + \dots = ak, \quad (50)$$

где  $k$  — «электрическая упругость» воздуха,  $a$  — толщина эквивалентного воздушного конденсатора.

Пусть сопротивления слоев будут соответственно  $r_1, r_2, \dots$  и пусть  $r_1 + r_2 + \dots = r$  будет сопротивление всего конденсатора постоянному току, протекающему через единицу поверхности.

Пусть электрическое смещение в каждой слое будет  $f_1, f_2, \dots$ , а электрический ток в каждом слое —  $p_1, p_2, \dots$ . Пусть потенциал на первой поверхности будет равен  $\psi_1$  и электричество на единицу поверхности  $e_1$ . Пусть соответствующие количества на границах первой и второй поверхностей будут  $\psi_2$  и  $e_2$  и т. д.

Тогда согласно уравнениям (G) и (H)

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= -f_1, & \frac{de_1}{dt} &= -p_1, \\ e_2 &= f_1 - f_2, & \frac{de_2}{dt} &= p_1 - p_2, \\ & \dots & & \dots \end{aligned} \right\} \quad (51)$$

Но согласно уравнениям (E) и (F)

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 - \psi_2 &= a_1 k_1 f_1 = -r_1 p_1, \\ \psi_2 - \psi_3 &= a_2 k_2 f_2 = -r_2 p_2, \\ & \dots & & \dots \end{aligned} \right\} \quad (52)$$

После того как электродвижущая сила поддерживалась достаточное время, ток становится тем же самым в каждом слое и

$$p_1 = p_2 = \dots = p = \frac{\psi}{r},$$

где  $\psi$  является полной разностью потенциалов между крайними слоями. Мы тогда имеем:

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= -\frac{\psi}{r} \frac{r_1}{a_1 k_1}, & f_2 &= -\frac{\psi}{r} \frac{r_2}{a_2 k_2}, & \dots \\ e_1 &= \frac{\psi}{r} \frac{r}{a_1 k_1}, & e_2 &= \frac{\psi}{r} \left( \frac{r_2}{a_2 k_2} - \frac{r_1}{a_1 k_1} \right), & \dots \end{aligned} \right\} \quad (53)$$

Эти выражения являются количествами электричества на различных поверхностях.

(87) Пусть теперь конденсатор будет разряжен путем соединения обкладок через идеальный проводник так, что их потенциалы моментально становятся равными. Тогда заряды на обкладках изменятся, но заряды на внутренних поверхностях еще не успеют исчезнуть. Полная разность потенциалов теперь равняется:

$$\psi = a_1 k_1 e'_1 + a_2 k_2 (e'_1 + e_2) + a_3 k_3 (e'_1 + e_2 + e_3) + \dots = 0, \quad (54)$$

откуда, если  $e'_1$  есть то, во что превращается  $e_1$  в момент разряда:

$$e'_1 = \frac{\psi}{r} \frac{r_1}{a_1 k_1} - \frac{\psi}{ak} = e_1 - \frac{\psi}{ak}. \quad (55)$$

Моментальный разряд поэтому равен  $\frac{\psi}{ak}$  или тому количеству электричества, которое было бы разряжено воздушным конденсатором эквивалентной толщины  $a$ ; этот разряд не изменяется вследствие отсутствия идеальной изоляции.

(88) Теперь предположим, что соединение между обкладками прервано и конденсатор предоставлен самому себе. Рассмотрим постепенное рассеивание внутренних зарядов.

Пусть  $\psi'$  будет разностью потенциалов между обкладками в некоторый момент времени  $t$ , тогда

$$\psi' = a_1 k_1 f_1 + a_2 k_2 f_2 + \dots \quad (56)$$

Но

$$\begin{aligned} a_1 k_1 f_1 &= -r_1 \frac{df_1}{dt}, \\ a_2 k_2 f_2 &= -r_2 \frac{df_2}{dt}. \end{aligned}$$

Отсюда  $f_1 = A_1 e^{-\frac{a_1 k_1}{r_1} t}$ ,  $f_2 = A_2 e^{-\frac{a_2 k_2}{r_2} t}$ , ...; отсюда эти выражения к значениям  $e'_1, e_2, \dots$ , получим:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{\psi}{r} \frac{r_1}{a_1 k_1} - \frac{\psi}{ak}, \\ A_2 &= \frac{\psi}{r} \frac{r_2}{a_2 k_2} - \frac{\psi}{ak}, \\ &\dots \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

Таким образом, для разностей потенциалов обкладок в любой момент времени будем иметь:

$$\psi' = \psi \left\{ \left( \frac{r_1}{r} - \frac{a_1 k_1}{ak} \right) e^{-\frac{a_1 k_1}{r_1} t} + \left( \frac{r_2}{r} - \frac{a_2 k_2}{ak} \right) e^{-\frac{a_2 k_2}{r_2} t} + \dots \right\} \quad (58)$$

(89) Из этого результата вытекает, что если все слои будут сделаны из одного и того же самого вещества, потенциал  $\psi'$  будет всегда равен нулю. Если же они сделаны из различных веществ, то порядок, в котором они расположены, безразличен и конечный эффект будет одинаков вне зависимости от того, состоит ли каждая субстанция из одного слоя или она разделена на любое количество тонких слоев и расположена в любом порядке между тонкими слоями других веществ. Любое вещество, части которого не являются математически однородными, хотя они могут с виду быть таковыми, может поэтому обнаруживать явления абсорбции. Поскольку порядок величины коэффициентов тот же самый, что и порядок показателей, значение  $\psi'$  никогда не может изменить своего знака, но должно начинаться с нуля, делаться положительным и, наконец, исчезать.

(90) Найдем теперь полное количество электричества, которое могло бы пройти от первой обкладки ко второй, если бы обкладки конденсатора, после того

как он тщательно насыщен током и затем разряжен, были соединены между собой проводником, обладающим сопротивлением  $R$ . Пусть  $p$  будет ток в этом проводнике; тогда во время разряда

$$\psi' = p_1 r_1 + p_2 r_2 + \dots = pR. \quad (59)$$

Интегрируя по времени и обозначая через  $q_1, q_2, q$  количества электричества, протекающие через сопротивления, получаем:

$$q_1 r_1 + q_2 r_2 + \dots = qR. \quad (60)$$

Количества электричества на отдельных поверхностях будут:

$$\begin{aligned} e'_1 - q - q_1, \\ e_2 + q_1 - q_2, \\ \dots \end{aligned}$$

и так как в конце концов все эти количества исчезают, мы находим:

$$\begin{aligned} q_1 &= e'_1 - q, \\ q_2 &= e'_1 + e_2 - q, \end{aligned}$$

откуда

$$qR = \frac{\psi}{r} \left( \frac{r_1^2}{a_1 k_1} + \frac{r_2^2}{a_2 k_2} + \dots \right) - \frac{\psi r}{ak},$$

или

$$q = \frac{\psi}{akrR} \left\{ a_1 k_1 a_2 k_2 \left( \frac{r_1}{a_1 k_1} - \frac{r_2}{a_2 k_2} \right)^2 + a_2 k_2 a_3 k_3 \left( \frac{r_2}{a_2 k_2} - \frac{r_3}{a_3 k_3} \right)^2 + \dots \right\}. \quad (61)$$

Величина  $q$  по существу положительна, так что, когда первоначальная зарядка производится в каком-нибудь направлении, вторичный разряд происходит всегда в том же направлении, что и первичный разряд\*).

\*) После того как этот доклад был сообщен Королевскому обществу, я ознакомился с докладом Гогена (Gauguin) в Annales de Chimie за 1864 г., в котором он выводил явления электрической абсорбции и вторичного разряда из теории сложных конденсаторов.

## ЧАСТЬ VI

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ТЕОРИЯ СВЕТА

(91) В начале этого доклада мы пользовались оптической гипотезой упругой среды, через которую распространяются колебания света, чтобы показать, что мы имеем серьезные основания искать в этой же среде причину других явлений в той же мере, как и причину световых явлений. Мы рассмотрели электромагнитные явления, пытаясь их объяснить свойствами поля, окружающего намагничено-электризованные или намагниченные тела. Таким путем мы пришли к определенным уравнениям, выражающим определенные свойства электромагнитного поля. Мы исследуем теперь, являются ли свойства того, что составляет электромагнитное поле, которые выведены только из электромагнитных явлений, достаточными для объяснения распространения света через ту же самую субстанцию.

(92) Предположим, что плоская волна, направляющие косинусы которой равны  $l, m, n$ , распространяется через поле со скоростью  $V$ . Тогда все электромагнитные функции будут функциями от

$$w = lx + my + nz - Vt.$$

Уравнения магнитной силы (B) стр. 292 примут вид

$$\mu\alpha = m \frac{dH}{dw} - n \frac{dG}{dw},$$

$$\mu\beta = n \frac{dF}{dw} - l \frac{dH}{dw},$$

$$\mu\gamma = l \frac{dG}{dw} - m \frac{dF}{dw}.$$