ЧАСТЬ III

ТЕОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВИХРЕЙ В ПРИМЕНЕНИИ К СТАТИЧЕСКОМУ ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ *)

В первой части этой работы я показал, как на основе гипотезы о том, что магнитное поле наполнено бесчисленными вихрями вращающейся материи, оси которых совпадают с направлением магнитной силы в каждой точке поля, могут быть объяснены силы, действующие между магнитами, электрическими токами и телами, способными быть индуктивно намагниченными.

Центробежная сила этих вихрей производит давление, распределенное таким образом, что конечным эффектом является сила, совпадающая по направлению и величине с той, которую мы наблюдаем.

Во второй части моей работы я описал механизм, при помощи которого эти вращения могут сосуществовать и быть распределенными сообразно известным законам магнитных силовых линий.

Я предполагал, что вращающаяся материя содержится в ячейках, отделенных одна от другой стенками, состоящими из частиц, весьма малых по сравнению с ячейками. В результате движений этих частиц и их тангенциального воздействия на вещество ячеек вращательное движение передается от одной ячейки к другой.

Я не пытался дать объяснение этому тангенциальному действию. Но чтобы понять передачу вращения

*) Phil. Mag., т. XXIII, стр. 12—24.

от внешней к внутренним частям каждой ячейки, необходимо предположить, что субстанция в ячейках обладает упругостью формы, хотя и различной по степени, но аналогичной упругости, наблюдаемой в твердых телах.

Волновая теория света требует от нас допущения такого рода упругости в светоносной среде для объяснения поперечности световых колебаний. Мы, следовательно, не должны удивляться, если магнитоэлектрическая среда обладает тем же свойством.

Согласно нашей теории частицы, которые отделяют друг от друга ячейки, представляют собой материю электричества. Движение этих частиц образует электрический ток, тангенциальная сила, с которой на эти частицы действует материя ячеек, — это электродвижущая сила, а давление частиц одна на другую соответствует напряжению или потенциалу электричества.

Если мы теперь сумеем объяснитьт состояние тела с учетом окружающей среды, когда оно называется «заряженным» электричеством, и сможем сделать заключение о силах, действующих между наэлектризованными телами, тогда мы установим связь между всеми основными явлениями в учении об электричестве.

По опыту мы знаем, что электрическое напряжение представляет собой явление, не зависящее от того, наблюдается оно в статическом или в динамическом электричестве, так что электродвижущая сила, полученная при помощи магнетизма, может зарядить лейденскую банку, как это делается и при помощи магнитоэлектрической машины.

Когда в различных частях одного и того же тела существует различие напряжений, электричество переходит или стремится переходить от мест с бо́льшим напряжением к местам с меньшим напряжением. Если тело является проводником, то проходит ток, который при условии поддержания разности напряжений течет со скоростью, обратно пропорциональной сопротивлению или прямо пропорциональной проводимости тела.

Электрическое сопротивление имеет очень большой диапазон значений, причем сопротивление металлов наименьшее, а сопротивление, например, стекла настолько велико, что заряд электричества сохраняется (согласно профессору В. Томсону) в стеклянном сосуде в течение ряда лет, не проникая через толщу стекла.

Тела, которые не дают электрическому току проходить через них, называются изоляторами. Но хотя электричество через них не течет, все же электрические действия распространяются по этим телам. Характер этих действий зависит от природы тела, так что одинаково хорошие изоляторы могут в качестве диэлектриков вести себя совершенно различно *).

Таким образом, мы имеем два независимых качества тел: одно, благодаря которому они не допускают прохождения через них электричества, и другое, вследствие которого они позволяют электрическому действию передаваться через них без того, чтобы какой-либо электрический ток проходил через них. Проводящее тело может быть сравнено с пористой мембраной, которая представляет большее или меньшее сопротивление прохождению жидкости, диэлектрик же похож на упругую мембрану, которая непроницаема для жидкости, но передает давление от жидкости, находящейся на одной ее стороне, жидкости, находящейся на другой стороне ([18]).

Поскольку электродвижущая сила действует на проводник, она производит ток; встречая сопротивление, этот ток вызывает непрерывное преобразование электрической энергии в тепло; последнее, однако, не может быть превращено снова в электрическую энергию путем какого-либо обращения этого процесса.

Электродвижущая сила, действующая на диэлектрик, порождает состояние поляризации его частей, аналогичное по своему характеру поляризации частиц железа под влиянием магнита **); подобно магнитной

*) Faraday, «Exp. Res.», серия XI (см. русс. изд.)

**) См. Mossotti, «Discussione Analitica», Memoria della Soc. Italiana (Modena), т. XXIV, часть 2, стр. 49.

поляризации, поляризация диэлектрика может быть описана как состояние, при котором каждая частица имеет два разноименных полюса.

Мы можем полагать, что в диэлектрике, находящемся под действием индукции, электричество в каждой молекуле смещено так, что одна сторона молекулы становится наэлектризованной положительно, а другая отрицательно, но что электричество остается полностью связанным с молекулой и не переходит от одной молекулы к другой.

Результат этого действия на всю массу диэлектрика выражается в образовании общего смещения электричества в определенном направлении. Это смещение не представляет собой настоящего тока, потому что, достигнув определенной величины, оно остается постоянным. Но это есть начало тока, и изменения смещения образуют токи в положительном или отрицательном направлении в зависимости от того, увеличивается ли смещение или уменьшается. Величина смещения зависит от природы тела и от электродвижущей силы, так что если h есть смещение, R — электродвижущая сила, E — коэффициент, зависящий от природы диэлектрика, то $R = -4\pi E^2 h$; и если r есть значение электрического тока, возникающего вследствие смещения, то ([19])

$$r = \frac{dh}{dt}.$$

Эти соотношения не зависят от какой-либо теории, касающейся внутреннего механизма диэлектриков. Но когда мы находим, что электродвижущая сила производит электрическое смещение в диэлектрике, и устанавливаем, что диэлектрик возвращается из своего состояния электрического смещения в первоначальное под действием равной электродвижущей силы, тогда естественно приходит на ум аналогия упругого тела, уступающего давлению и затем принимающего первоначальную форму, после того как давление устранено.

Согласно нашей гипотезе магнитная среда разделена на ячейки, отделенные друг от друга слоями частиц;

играющих роль электричества. Когда электрические частицы толкаются в каком-либо направлении, они вследствие их тангенциального действия на упругое вещество ячеек деформируют каждую ячейку и вызывают равную и обратную силу, обусловленную упругостью ячеек. Когда сила, действующая на частицы, устраняется, ячейки приобретают прежнюю свою форму и электрические частицы возвращаются к своему прежнему положению.

В нижеприводимом исследовании я рассматриваю соотношение между смещением и производящей его силой в предположении, что ячейки имеют сферическую форму. Повидимому, действительная форма ячеек не отличается от сферической настолько, чтобы это могло обусловить большую разницу в численных результатах.

Из этих результатов я выведу соотношение между статическими и динамическими мерами электричества и путем сравнения электромагнитных опытов Кольрауша и Вебера с найденным Физо значением скорости света покажу, что упругость передающей магнетизм среды в воздухе равна упругости светового эфира, если только эти две сосуществующие, одинаково распространенные и равно упругие среды не представляют в действительности одну и ту же среду ([20]).

В предложении XV также будет показано, что притяжение между двумя наэлектризованными телами пропорционально величине E^2 и что вследствие этого оно должно бы быть меньшим в скипидаре, чем в воздухе, если количество электричества в каждом из тел остается тем же самым. Если же, напротив, *потенциалы* двух тел даны, то притяжение между ними меняется обратно пропорционально E^2 и будет бо́льшим в скипидаре, чем в воздухе.

П р е д л о ж е н и е XII. Найти условия равновесия упругой сферы, поверхность которой подвержена действию нормальных и тангенциальных сил, если тангенциальные силы пропорциональны синусам углового расстояния от данной точки сферы.

Пусть ось z будет осью сферических координат. Пусть ξ, η, ζ будут составляющие смещения какой-нибудь частицы сферы в направлениях x, y, z. Пусть p_{xx}, p_{yy}, p_{zz} будут нормальные упругие силы в направлении осей координат и пусть p_{yz}, p_{zx}, p_{xy} будут напряжения упругой деформации [изгиба, кручения] в плоскостях yz, zx и xy. Пусть μ будет коэффициент объемной упругости [сжатия], так что если

$$p_{xx} = p_{yy} = p_{zz} = p,$$

то

$$p = \mu\left(\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}\right). \tag{80}$$

Пусть, далее, m будет коэффициентом кручения, так что

$$p_{xx} - p_{yy} = m\left(\frac{d\xi}{dx} - \frac{d\eta}{dy}\right) \text{ и т. д.} \tag{81}$$

Тогда для изотропной сферы мы имеем следующие уравнения упругости:

$$p_{xx} = \left(\mu - \frac{1}{3}m\right)\left(\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}\right) + m\frac{d\xi}{dx}, \tag{82}$$

$$p_{yz} = \frac{m}{2}\left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\xi}{dy}\right) \tag{83}$$

с подобными же уравнениями для y и z [47].

Предположим теперь, что рассматриваемая сфера имеет радиус, равный a, и что

$$\xi = exz, \quad \eta = ezy, \quad \zeta = f(x^2 + y^2) + gz^2 + d. \tag{84}$$

Тогда

$$\left.\begin{aligned} p_{xx} &= 2\left(\mu - \frac{1}{3}m\right)(e+g)z + mez = p_{yy},\\ p_{zz} &= 2\left(\mu - \frac{1}{3}m\right)(e+g)z + 2mgz,\\ p_{yz} &= \frac{m}{2}(e+2f)y,\\ p_{zx} &= \frac{m}{2}(e+2f)x,\\ p_{xy} &= 0, \end{aligned}\right\} \tag{85}$$

Условием равновесия для сил, действующих в направлении z на внутренний элемент объема, будет уравнение

$$\frac{d}{dx}p_{zx}+\frac{d}{dy}p_{yz}+\frac{d}{dz}p_{zz}=0, \qquad (86)$$

которое в нашем случае удовлетворяется, если

$$m(e+2f+2g)+2\left(\mu-\frac{1}{3}m\right)(e+g)=0. \qquad (87)$$

Тангенциальная сила на поверхности сферы, радиус которого есть a, на угловом расстоянии θ от оси z, действующая в плоскости xz, будет [48]:

$$T=(p_{xx}-p_{zz})\sin\theta\cos\theta+p_{xz}(\cos^2\theta-\sin^2\theta)= \qquad (88)$$

$$=2m(e+f-g)a\sin\theta\cos^2\theta-\frac{ma}{2}(e+2f)\sin\theta. \qquad (89)$$

Для того чтобы T могло быть пропорциональным синусу угла θ, первый член должен исчезнуть, и отсюда

$$g=e+f, \qquad (90)$$

$$T=-\frac{ma}{2}(e+2f)\sin\theta. \qquad (91)$$

Нормальное натяжение на поверхности в какой-нибудь точке есть:

$$N=p_{xx}\sin^2\theta+p_{zz}\cos^2\theta+2p_{xz}\sin\theta\cos\theta=$$
$$=2\left(\mu-\frac{1}{3}m\right)(e+g)a\cos\theta+$$
$$+2ma\cos\theta\,[(e+f)\sin^2\theta+g\cos^2\theta] \qquad (92)$$

или согласно (87) и (90)

$$N=-ma(e+2f)\cos\theta. \qquad (93)$$

Тангенциальное смещение в какой-нибудь точке есть:

$$t=\xi\cos\theta-\zeta\sin\theta=-(a^2f+d)\sin\theta. \qquad (94)$$

Нормальное смещение будет:

$$\eta=\xi\sin\theta+\zeta\cos\theta=[a^2(e+f)+d]\cos\theta. \qquad (95)$$

Если мы положим:

$$a^2(e+f)+d=0, \qquad (96)$$

то смещений по нормали не будет, все смещения будут тангенциальными и мы должны иметь:

$$t=a^2e\sin\theta. \qquad (97)$$

Полная работа, произведенная поверхностными силами, будет:

$$U=\frac{1}{2}\sum(Tt)\,dS,$$

причем суммирование распространяется на всю поверхность сферы. Энергия упругости вещества сферы есть:

$$U=\frac{1}{2}\sum\left[\frac{d\xi}{dx}p_{xx}+\frac{d\eta}{dy}p_{yy}+\frac{d\zeta}{dz}p_{zz}+\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)p_{yz}+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)p_{zx}+\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)p_{xy}\right]dV, \qquad [97a]$$

причем суммирование распространяется на весь объем сферы.

Как и должно быть, обе эти величины имеют одно и то же значение, именно:

$$U=-\frac{2}{3}\pi a^5me(e+2f). \qquad (98)$$

Мы теперь можем предположить, что тангенциальное действие на поверхности возникает от слоя частиц, находящихся в контакте с поверхностью, причем частицы в результате взаимного давления действуют на поверхности тех двух ячеек, с которыми они находятся в соприкосновении.

Мы выбираем в качестве оси z направление максимального изменения давления на частицы и хотим вычислить отношение между электродвижущей силой R, действующей на частицы в этом направлении, и сопровождающим это действие электрическим смещением h.

П р е д л о ж е н и е XIII. Найти отношение между электродвижущей силой и электрическим смещением, когда постоянная электродвижущая сила R действует параллельно оси z.

Возьмем какой-нибудь элемент поверхности δS, покрытый слоем частиц, плотность которого равна ρ, и пусть нормаль к элементу δS образует угол θ с осью z; тогда тангенциальная сила, действующая на слой δS, будет:

$$\rho R\delta S \sin\theta = 2T\delta S, \tag{99}$$

причем T, как и раньше, является тангенциальной силой, действующей на каждой стороне поверхностного слоя [49]. Подставив $\rho = \frac{1}{2\pi}$, как в уравнении (34), мы находим:

$$R = -2\pi ma\,(e+2f). \tag{100}$$

Смещение электричества, обусловленное изменением формы сферы, есть:

$$\sum \delta S\,\frac{1}{2}\,\rho t \sin\theta, \tag{101}$$

где суммирование должно быть распространено на всю поверхность сферы.

Если h есть электрическое смещение на единицу объема, мы будем иметь:

$$\frac{4}{3}\,\pi a^3 h = \frac{2}{3}\,a^4 e \tag{102}$$

или [50]

$$h = \frac{1}{2\pi}\,ae, \tag{103}$$

так что

$$R = 4\pi^2 m\,\frac{e+2f}{e}\,h, \tag{104}$$

что мы можем написать еще так:

$$R = -4\pi E^2 h, \tag{105}$$

полагая

$$E^2 = -\pi m\,\frac{e+2f}{e} \tag{106}$$

или на основании уравнений (87) и (90)

$$E^2 = \pi m\,\frac{3}{1+\frac{5m}{3\mu}}. \tag{107}$$

Отношение m к μ различно в различных веществах; но в среде, упругость которой зависит исключительно от сил, действующих между парами частиц, это отношение равно $6:5$ и в этом случае

$$E^2 = \pi m. \tag{108}$$

Когда сопротивление всестороннему сжатию гораздо больше, чем сопротивление упругой деформации [изгиба, кручения], как, например, в жидкости, которая сделана слегка упругой при посредстве добавления клея или желе, тогда

$$E^2 = 3\pi m. \tag{109}$$

Значение E^2 должно лежать между этими крайними пределами [51]. Вероятно, что субстанция наших ячеек принадлежит к первому роду и что мы должны применить первое из значений E^2, присущее гипотетическому «абсолютно» твердому телу *), в котором

$$5m = 6\mu, \tag{110}$$

так что мы должны пользоваться уравнением (108).

П р е д л о ж е н и е XIV. Видоизменить уравнения (9) электрических токов, учитывая действие, обусловленное упругостью среды.

Мы видели, что электродвижущая сила и электрическое смещение связаны уравнением (105). Дифференцируя это уравнение по t, мы находим:

$$\frac{dR}{dt} = -4\pi E^2\,\frac{dh}{dt}, \tag{111}$$

*) См. R a n k i n e, «On Elasticity», Cambr. and Dubl. Math. Journ., 1851.

Это уравнение показывает, что каждое изменение электродвижущей силы связано с изменением электрического смещения. Но изменение смещения эквивалентно току, следовательно, этот ток должен быть принят во внимание в уравнениях (9) и прибавлен к z. Тогда три уравнения (9) принимают следующую форму [52]:

$$\left.\begin{aligned} p &= \frac{1}{4\pi}\left(\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dz}-\frac{1}{E^2}\frac{dP}{dt}\right), \\ q &= \frac{1}{4\pi}\left(\frac{d\alpha}{dz}-\frac{d\gamma}{dx}-\frac{1}{E^2}\frac{dQ}{dt}\right), \\ r &= \frac{1}{4\pi}\left(\frac{d\beta}{dx}-\frac{d\alpha}{dy}-\frac{1}{E^2}\frac{dR}{dt}\right), \end{aligned}\right\} \tag{112}$$

где p, q, r — составляющие плотности электрического тока в направлениях x, y, z, α, β, γ — составляющие магнитной силы, а P, Q, R — составляющие электродвижущей силы (21). Если e — количество свободного электричества в единице объема, уравнение непрерывности запишется следующим образом:

$$\frac{dp}{dx}+\frac{dq}{dy}+\frac{dr}{dz}+\frac{de}{dt}=0. \tag{113}$$

Дифференцируя (112) соответственно по x, y и z и подставляя в уравнение (113), мы находим:

$$\frac{de}{dt}=\frac{1}{4\pi E^2}\frac{d}{dt}\left(\frac{dP}{dx}+\frac{dQ}{dy}+\frac{dR}{dz}\right), \tag{114}$$

откуда

$$e=\frac{1}{4\pi E^2}\left(\frac{dP}{dx}+\frac{dQ}{dy}+\frac{dR}{dz}\right); \tag{115}$$

постоянную полагаем равной нулю, так как всегда $e=0$ в отсутствии электрических сил [53] (22).

П р е д л о ж е н и е XV. Найти силу, действующую между двумя наэлектризованными телами.

Энергия, возникающая в среде вследствие электрических смещений, выражается в виде

$$U=-\sum\frac{1}{2}(Pf+Qg+Rh)\,\delta V, \tag{116}$$

где P, Q, R суть составляющие силы, а f, g, h — составляющие смещения. Если нет движения тел или изменения сил, из уравнений (77) вытекает, что

$$P=-\frac{d\Psi}{dx},\quad Q=-\frac{d\Psi}{dy},\quad R=-\frac{d\Psi}{dz}; \tag{117}$$

но мы знаем (согласно (105)), что

$$P=-4\pi E^2 f,\quad Q=-4\pi E^2 g,\quad R=-4\pi E^2 h, \tag{118}$$

откуда

$$U=\frac{1}{8\pi E^2}\sum\left[\left(\frac{d\Psi}{dx}\right)^2+\left(\frac{d\Psi}{dy}\right)^2+\left(\frac{d\Psi}{dz}\right)^2\right]\delta V. \tag{119}$$

Интеграцию произведем по всему пространству. Интегрируя по частям и имея в виду, что Ψ исчезает на бесконечности, получим:

$$U=-\frac{1}{8\pi E^2}\sum\Psi\left(\frac{d^2\Psi}{dx^2}+\frac{d^2\Psi}{dy^2}+\frac{d^2\Psi}{dz^2}\right)\delta V, \tag{120}$$

или согласно (115)

$$U=\frac{1}{2}\sum(\Psi e)\,\delta V. \tag{121}$$

Пусть теперь мы имеем два наэлектризованных тела, причем e_1 — плотность электричества в первом теле, а Ψ_1 — электрическое напряжение, обусловленное им, и пусть

$$e_1=\frac{1}{4\pi E^2}\left(\frac{d^2\Psi_1}{dx^2}+\frac{d^2\Psi_1}{dy^2}+\frac{d^2\Psi_1}{dz^2}\right). \tag{122}$$

Пусть e_2 будет плотность электричества во втором теле, а Ψ_2 — обусловленное им напряжение. Тогда полное напряжение в какой-нибудь точке будет $\Psi_1+\Psi_2$, а выражение для U:

$$U=\frac{1}{2}\sum(\Psi_1 e_1+\Psi_2 e_2+\Psi_1 e_2+\Psi_2 e_1)\,\delta V. \tag{123}$$

Пусть тело, плотность электричества в котором есть e_1, движется каким-нибудь образом, причем его заряд передвигается вместе с ним. Тогда, поскольку распределение напряжения Ψ_1 перемещается вместе с телом, значение произведения $\Psi_1 e_1$ не изменяется.

Произведение $\Psi_2 e_2$ тоже остается неизменным, и Грин показал (Essay on Electricity, стр. 10), что $\Psi_1 e_2 = \Psi_2 e_1$, так что работа, совершенная против электрических сил движущимся телом, будет:

$$W = \delta U = \delta\Sigma\,(\Psi_2 e_1)\,\delta V, \tag{124}$$

и если e_1 относится к малому телу, то

$$W = e_1 \delta \Psi_2 \tag{125}$$

или

$$F\,dr = e_1 \frac{d\Psi_2}{dr}\,dr, \tag{126}$$

где F есть сопротивление, dr — перемещение.

Если тело e_2 мало, тогда (если r есть расстояние от e_2) уравнение (122) дает [54]

$$\Psi_2 = E^2 \frac{e_2}{r},$$

откуда

$$F = -E^2 \frac{e_1 e_2}{r^2}, \tag{127}$$

т. е. сила есть отталкивание, изменяющееся обратно пропорционально квадрату расстояния.

Пусть теперь η_1 и η_2 будут теми же самыми количествами электричества, измеренными статически [55]; тогда по определению электрических количеств или масс

$$F = -\frac{\eta_1 \eta_2}{r^2}. \tag{128}$$

Это соотношение будет удовлетворено при условии

$$\eta_1 = E e_1 \quad \text{и} \quad \eta_2 = E e_2. \tag{129}$$

Таким образом, величина E, ранее определенная в предложении XIII, есть коэффициент, на который должно быть умножено выраженное в магнитных единицах количество электричества, чтобы получить число, выражающее то же самое количество электричества в электростатических единицах.

Электромагнитной единицей силы тока будет сила такого тока, который, циркулируя вдоль кольцевого контура с площадью, равной единице, производит то же самое действие на удаленный от него магнит, какое производил бы магнит единичной силы и длины, помещенный перпендикулярно к плоскости кольца [23].

При таком токе E электростатических единиц электричества пересекают сечение цепи в одну секунду, а эти единицы таковы, что, помещенные на единицу расстояния, они отталкивают одна другую с силой, равной единице.

Мы можем предположить, во-первых, что E единиц положительного электричества движется в положительном направлении через проволоку или, во-вторых, что E единиц отрицательного электричества движется в отрицательном направлении, или, наконец, в-третьих, что $\frac{1}{2}E$ единиц положительного электричества движется в положительном направлении, а $\frac{1}{2}E$ единиц отрицательного электричества одновременно движется в отрицательном направлении.

Последнее есть то предположение, исходя из которого Вебер и Кольрауш *) нашли

$$\frac{1}{2}E = 155\,370\,000\,000, \tag{130}$$

где единица длины — миллиметр, а единица времени — секунда. Отсюда

$$E = 310\,740\,000\,000. \tag{131}$$

*) Abhandlungen der König. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch., т. III, стр. 260, 1857.

Предложение XVI. Найти скорость распространения поперечных колебаний через упругую среду, из которой состоят ячейки, в предположении, что ее упругость целиком обусловлена силами, действующими между парами материальных точек.

Обычными методами теории упругости находят, что

$$V=\sqrt{\frac{m}{\rho}}, \tag{132}$$

где m есть коэффициент упругости изгиба и ρ — плотность. Сравнивая с формулами первой части, мы видим, что если ρ — плотность материи вихрей, а μ — «коэффициент магнитной индукции», то имеет место равенство [56]

$$\mu=\pi\rho, \tag{133}$$

откуда

$$\pi m=V^2\mu, \tag{134}$$

и согласно (108)

$$E=V\sqrt{\mu}. \tag{135}$$

В воздухе или вакууме $\mu=1$, отсюда

$$V=E=310\,740\,000\,000 \text{ миллиметров в секунду} = 193\,088 \text{ англ. миль в секунду.} \tag{136}$$

Скорость света в воздухе по определению Физо *) равна 70 843 лиги **) в секунду (25 лиг на один градус), что дает

$$V=314\,858\,000\,000 \text{ миллиметров в секунду} = 195\,647 \text{ англ. миль в секунду.} \tag{137}$$

*) Comptes rendus, т. XXIX, стр. 90 (1849). По «Manual of Astronomy» Галбрэйта и Хоутона (Galbraith and Haughton) результат Физо установлен в 169 944 географические мили по 1000 фатомов каждая [fathom — шестифутовая мера], что дает 193 118 англ. миль; значение, выведенное из аберрации, равно 192 000 англ. миль.

**) Лига — французская миля. (*Ред.*)

Скорость поперечных волновых колебаний в нашей гипотетической среде, вычисленная из электромагнитных опытов Кольрауша и Вебера [57], столь точно совпадает со скоростью света, вычисленной из оптических опытов Физо, что мы едва ли можем отказаться от вывода, что *свет состоит из поперечных колебаний той же самой среды, которая является причиной электрических и магнитных явлений* (24).

Предложение XVII. Найти электрическую емкость лейденской банки, составленной из какого-нибудь диэлектрика, помещенного между двумя проводящими поверхностями.

Пусть электрические напряжения или потенциалы двух поверхностей будут Ψ_1 и Ψ_2. Пусть S будет площадь каждой поверхности, θ — расстояние между ними и пусть e и $-e$ — количества электричества на каждой поверхности. Тогда емкость будет:

$$C=\frac{e}{\Psi_1-\Psi_2}. \tag{138}$$

Внутри диэлектрика мы имеем на единицу длины изменение Ψ, перпендикулярное к поверхности, равное $\frac{\Psi_1-\Psi_2}{\theta}$. В пределах каждой из поверхностей изменение равно нулю. Отсюда согласно формуле (115) для поверхности [58] количество электричества на единице площади будет:

$$\frac{\Psi_1-\Psi_2}{4\pi E^2\theta}, \tag{139}$$

что дает для полной емкости величину

$$C=\frac{S}{4\pi E^2\theta}. \tag{140}$$

Таким образом, количество электричества, потребное для того, чтобы довести одну из поверхностей до данного потенциала *), прямо пропорционально площади поверхности и обратно пропорционально толщине диэлектрика и квадрату величины E.

*) Подразумевается, что вторая поверхность заряжается тем же самым количеством электричества. (*Ред.*)

Теперь коэффициент индукции диэлектриков выводится из емкости составленного из них индукционного аппарата; этот коэффициент D обратно пропорционален E^2 и равен единице для воздуха. Отсюда согласно (135) следует

$$D = \frac{V^2}{V_1^2 \mu}, \tag{144}$$

где V и V_1 — скорости света в воздухе и в диэлектрике.

Если теперь i есть показатель преломления, то $\frac{V}{V_1} = i$ и

$$D = \frac{i^2}{\mu}. \tag{142}$$

Таким образом, индуктивная емкость диэлектрика прямо пропорциональна квадрату показателя преломления и обратно пропорциональна магнитной индуктивной емкости [магнитной проницаемости].

В веществе оптические, электрические и магнитные явления могут испытывать различной степени влияния со стороны частичек вещества; их способ расположения может изменять эти явления различно в различных направлениях. Оси оптических и электрических и магнитных свойств, повидимому, совпадают, но, учитывая неизвестную и, повидимому, сложную природу реакций весомых частиц на эфирную среду, едва ли возможно будет открыть какие-либо общие числовые соотношения между величинами, характеризующими оптические, электрические и магнитные свойства этих осей.

Весьма вероятно, что величина E для каждой данной оси зависит от скорости света, колебания которого параллельны этой оси или плоскость поляризации которого перпендикулярна к оси [59]. В одноосных кристаллах аксиальное значение E будет зависеть от скорости необыкновенного луча, а экваториальное значение от скорости обыкновенного луча. В «положительных» кристаллах аксиальное значение E будет наименьшим, а в отрицательных — наибольшим.

Значение D, которое обратно пропорционально величине E^2, будет при прочих равных условиях наибольшим для аксиального направления в положительных кристаллах и для экваториального направления в отрицательных кристаллах, как, например, в исландском шпате. Если шар радиуса d, вырезанный из кристалла, подвесить в электрическом поле, которое будет действовать на единицу электричества с силой, равной единице, если D_1 и D_2 — коэффициенты диэлектрической индукции вдоль двух главных осей, лежащих в плоскости, перпендикулярной к оси вращения, тогда, если θ — наклон одной из осей *) к направлению электрической силы, то момент, стремящийся поворачивать шар, будет:

$$\frac{3}{2}\frac{D_1 - D_2}{(2D_1+1)(2D_2+1)} I^2 a^3 \sin 2\theta \, [60], \tag{143}$$

и ось наибольшей диэлектрической индукции (D_1) будет стремиться стать параллельно электрическим силовым линиям.

*) Именно, оси, которой соответствует бо́льшая величина D_1. (*Ред.*)