

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

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

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

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

Если мы умножим эти уравнения соответственно на l , m , n и сложим, мы найдем:

$$l\rho\alpha + m\rho\beta + n\rho\gamma = 0, \quad (62)$$

что показывает, что направление намагничивания должно находиться в плоскости волны.

(93) Если мы скомбинируем уравнения магнитной силы (B) с уравнениями электрических токов (C) и положим для краткости

$$\frac{dF}{dx} + \frac{dG}{dy} + \frac{dH}{dz} = J \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} = \nabla^2, \quad (63)$$

то получим:

$$\left. \begin{aligned} 4\pi\rho p' &= \frac{dJ}{dx} - \nabla^2 F, \\ 4\pi\rho q' &= \frac{dJ}{dy} - \nabla^2 G, \\ 4\pi\rho r' &= \frac{dJ}{dz} - \nabla^2 H. \end{aligned} \right\} \quad (64)$$

Если среда в поле является идеальным диэлектриком, то там не может быть истинной проводимости, и токи p' , q' , r' являются только изменениями электрического смещения, или согласно уравнениям полных токов (A)

$$p' = \frac{df}{dt}, \quad q' = \frac{dg}{dt}, \quad r' = \frac{dh}{dt}. \quad (65)$$

Но эти электрические смещения производятся электродвижущими силами, и по уравнениям электрической упругости (E)

$$P = kf, \quad Q = kg, \quad R = kh. \quad (66)$$

Эти электродвижущие силы обусловлены изменениями электромагнитных или электростатических функций, так как в поле нет движущихся проводников. Таким

образом, уравнения электродвижущей силы (D) будут:

$$\left. \begin{aligned} P &= -\frac{dF}{dt} - \frac{d\psi}{dx}, \\ Q &= -\frac{dG}{dt} - \frac{d\psi}{dy}, \\ R &= -\frac{dH}{dt} - \frac{d\psi}{dz}. \end{aligned} \right\} \quad (67)$$

(94) Комбинируя эти уравнения, мы получаем:

$$\left. \begin{aligned} k \left(\frac{dJ}{dx} - \nabla^2 F \right) + 4\pi\rho \left(\frac{d^2 F}{dt^2} + \frac{d^2 \psi}{dx dt} \right) &= 0, \\ k \left(\frac{dJ}{dy} - \nabla^2 G \right) + 4\pi\rho \left(\frac{d^2 G}{dt^2} + \frac{d^2 \psi}{dy dt} \right) &= 0, \\ k \left(\frac{dJ}{dz} - \nabla^2 H \right) + 4\pi\rho \left(\frac{d^2 H}{dt^2} + \frac{d^2 \psi}{dz dt} \right) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (68)$$

Если продифференцировать третье из этих уравнений по y , а второе по z и вычесть, J и ψ исчезнут, и, принимая во внимание уравнения (B) магнитной силы, результат можно написать следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} k\nabla^2 \mu\alpha &= 4\pi\rho \frac{d^2}{dt^2} \mu\alpha, \\ k\nabla^2 \mu\beta &= 4\pi\rho \frac{d^2}{dt^2} \mu\beta, \\ k\nabla^2 \mu\gamma &= 4\pi\rho \frac{d^2}{dt^2} \mu\gamma. \end{aligned} \right\} \quad (69)$$

(95) Если мы допустим, что α , β , γ являются функциями $lx + my + nz - Vt = w$, первое уравнение примет вид

$$k\rho \frac{d^2 \alpha}{dw^2} = 4\pi\rho^2 V^2 \frac{d^2 \alpha}{dw^2}, \quad (70)$$

или

$$V = \pm \sqrt{\frac{k}{4\pi\rho}}. \quad (71)$$

Другие уравнения дадут то же самое значение для V , так что волна будет распространяться в любом направлении со скоростью V (40).

Эта волна состоит полностью из магнитных возмущений, причем направление намагничения находится в плоскости волны. Никакое магнитное возмущение, направление намагничения которого не находится в плоскости волны, вообще не может распространяться как плоская волна.

Отсюда магнитные возмущения, распространяющиеся через электромагнитное поле, сходятся со светом в том отношении, что возмущения в любой точке поперечны к направлению распространения, и такие волны могут обладать всеми свойствами поляризованного света.

(96) Единственной средой, в которой производилась опыты для определения значения k , был воздух, в котором μ равно единице, откуда по уравнению (46)

$$V = v. \quad (72)$$

Согласно электромагнитным опытам Вебера и Кольрауша *)

$$v = 310\,740\,000 \text{ метров в секунду}$$

является количеством электростатических единиц в одной электромагнитной единице электричества, и это согласно нашему результату должно быть равно скорости света в воздухе или вакууме.

Скорость света в воздухе по опытам Физо **) равна:

$$V = 314\,858\,000,$$

а согласно более точным опытам Фуко ***)

$$V = 298\,000\,000.$$

Скорость света в пространстве, окружающем Землю, выведенная из коэффициента абберации и из величины

*) Pogg. Ann., стр. 10, август 1856 г. (русск. изд. в сборнике «Из предистории радио», Изд. АН СССР, 1948 г.)

**) Comptes Rendus, т. XXIX, стр. 90, 1849.

***) Там же, т. LV, стр. 501, 792, 1862.

радиуса земной орбиты, равна:

$$V = 308\,000\,000.$$

(97) Следовательно, скорость света, определенная экспериментально, достаточно хорошо совпадает с величиной v , выведенной из единственного ряда экспериментов, которыми мы до сих пор располагаем. Значение v было определено путем измерения электродвижущей силы, при помощи которой заряжается конденсатор известной емкости, разряжая конденсатор через гальванометр, чтобы измерить количество электричества в нем в электромагнитных единицах. Единственным применением света в этих опытах было использование его для того, чтобы видеть инструменты. Значение V , найденное Фуко, было получено путем определения угла, на который поворачивается вращающееся зеркало, пока отраженный им свет прошел туда и обратно вдоль измеренного пути. При этом не пользовались каким-либо образом электричеством и магнетизмом. Совпадение результатов, повидимому, показывает, что свет и магнетизм являются проявлениями свойств одной и той же субстанции и что свет является электромагнитным возмущением, распространяющимся через поле в соответствии с законами электромагнетизма.

(98) Возвратимся теперь к уравнениям, приведенным в параграфе (94), в которых встречаются величины J и ψ , и рассмотрим, может ли распространяться через среду какой-либо другой род возмущений, зависящий от этих величин, которые исчезли из окончательных уравнений.

Если мы определим χ из уравнения

$$\nabla^2 \chi = \frac{d^2 \chi}{dx^2} + \frac{d^2 \chi}{dy^2} + \frac{d^2 \chi}{dz^2} = J \quad (73)$$

и F' , G' , H' из уравнений

$$F' = F - \frac{d\chi}{dx}, \quad G' = G - \frac{d\chi}{dy}, \quad H' = H - \frac{d\chi}{dz}, \quad (74)$$

то

$$\frac{dF'}{dx} + \frac{dG'}{dy} + \frac{dH'}{dz} = 0, \quad (75)$$

и уравнения, приведенные в параграфе (94), примут вид

$$k\nabla^2 F' = 4\pi\mu \left[\frac{d^2 F'}{dt^2} + \frac{d^2}{dx dt} \left(\psi + \frac{d\chi}{dt} \right) \right]. \quad (76)$$

Дифференцируя эти три уравнения по x , y , z и складывая, мы находим, что

$$\psi = -\frac{d\chi}{dt} + \varphi(x, y, z) \quad (77)$$

и что

$$\left. \begin{aligned} k\nabla^2 F' &= 4\pi\mu \frac{d^2 F'}{dt^2}, \\ k\nabla^2 G' &= 4\pi\mu \frac{d^2 G'}{dt^2}, \\ k\nabla^2 H' &= 4\pi\mu \frac{d^2 H'}{dt^2}. \end{aligned} \right\} \quad (78)$$

Отсюда возмущения, выражаемые величинами F' , G' , H' , распространяются со скоростью $V = \sqrt{\frac{k}{4\pi\mu}}$ через поле, и так как

$$\frac{dF'}{dx} + \frac{dG'}{dy} + \frac{dH'}{dz} = 0,$$

то результирующая этих возмущений находится в плоскости волны.

(99) Остаточная часть полных возмущений F , G , H является частью, зависящей только от χ , и не подчинена никаким другим условиям кроме условия, выраженного уравнением

$$\frac{d\psi}{dt} + \frac{d^2\chi}{dt^2} = 0.$$

Если мы применим операцию ∇^2 к этому уравнению, оно приобретет вид

$$ke = \frac{dJ}{dt} - k\nabla^2 \varphi(x, y, z). \quad (79)$$

Так как среда является идеальным изолятором, то e — свободное электричество — не может перемещаться и,

следовательно, $\frac{dJ}{dt}$ является функцией лишь x , y , z , а величина J остается или постоянной, или равна нулю, или равномерно изменяется во времени. Таким образом, никакое возмущение, зависящее от J , не может распространяться в виде волны.

(100) Уравнения электромагнитного поля, выведенные из чисто экспериментальных фактов, показывают, что могут распространяться только поперечные колебания. Если выйти за пределы нашего экспериментального знания и предположить определенную плотность субстанции, которую мы могли бы назвать электрической жидкостью, и выбрать стеклянное или смоляное электричество в качестве представителей этой жидкости, тогда мы могли бы иметь продольные колебания, распространяющиеся со скоростью, зависящей от этой плотности. Однако мы не имеем никаких данных, относящихся к плотности электричества, и мы даже не знаем, считать ли нам стеклянное электричество субстанцией или отсутствием субстанции.

Следовательно, наука об электромагнетизме ведет к совершенно таким же заключениям, как и оптика в отношении направления возмущений, которые могут распространяться через поле; обе эти науки утверждают поперечность этих колебаний, и обе дают ту же самую скорость распространения. С другой стороны, обе науки бессильны, когда к ним обращаются с вопросом о подтверждении или отрицании существования продольных колебаний⁽⁴¹⁾.

Отношение между показателем преломления и электромагнитной природой материи

(101) Скорость света в некоторой среде согласно волновой теории равна:

$$\frac{1}{i} V_0,$$

где i — показатель преломления, а V_0 — скорость в вакууме. Скорость согласно электромагнитной теории

равна:

$$\sqrt{\frac{k}{4\pi\mu}},$$

где по уравнениям (49) и (71)

$$k = \frac{1}{D} k_0, \quad k_0 = 4\pi V_0^2.$$

Следовательно,

$$D = \frac{i^2}{\mu}, \quad (80)$$

или удельная индуктивная емкость среды равна квадрату ее показателя преломления, деленному на коэффициент магнитной индукции.

Распространение электромагнитных возмущений в кристаллической среде

(102) Вычислим теперь условия распространения плоской волны в среде, для которой значения k и μ различны в различных направлениях. Так как мы не предполагаем дать полного исследования вопроса в настоящем несовершенном состоянии теории, относящейся к возмущениям коротких периодов, мы можем допустить, что оси магнитной индукции совпадают по направлению с осями электрической упругости.

(103) Пусть значения магнитных коэффициентов для трех осей будут λ , μ , ν , тогда уравнения магнитной силы (B) будут:

$$\left. \begin{aligned} \lambda\alpha &= \frac{dH}{dy} - \frac{dG}{dz}, \\ \mu\beta &= \frac{dF}{dz} - \frac{dH}{dx}, \\ \nu\gamma &= \frac{dG}{dx} - \frac{dF}{dy}. \end{aligned} \right\} \quad (81)$$

Уравнения электрических токов (C) остаются прежними. Уравнения электрической упругости (E) будут:

$$\left. \begin{aligned} P &= 4\pi a^2 f, \\ Q &= 4\pi b^2 g, \\ R &= 4\pi c^2 h, \end{aligned} \right\} \quad (82)$$

где $4\pi a^2$, $4\pi b^2$ и $4\pi c^2$ являются значениями k для осей x , y , z .

Комбинируя эти уравнения с (A) и (D), мы получим уравнения вида

$$\begin{aligned} \frac{1}{\mu\nu} \left(\lambda \frac{d^2 F}{dx^2} + \mu \frac{d^2 F}{dy^2} + \nu \frac{d^2 F}{dz^2} \right) - \frac{1}{\mu\nu} \frac{d}{dx} \left(\lambda \frac{dF}{dx} + \mu \frac{dG}{dy} + \nu \frac{dH}{dz} \right) = \\ = \frac{1}{a^2} \left(\frac{d^2 F}{dt^2} + \frac{d^2 \psi}{dx dt} \right). \end{aligned} \quad (83)$$

(104) Если l , m , n являются направляющими косинусами волны, а V — ее скоростью и если

$$lx + my + nz - Vt = w, \quad (84)$$

то F , G , H и ψ будут функциями w , и если мы обозначим через F' , G' , H' , ψ' вторые производные этих величин по w , то уравнения примут вид

$$\left. \begin{aligned} \left[V^2 - a^2 \left(\frac{m^2}{\nu} + \frac{n^2}{\mu} \right) \right] F' + \\ + \frac{a^2 l m}{\nu} G' + \frac{a^2 l n}{\mu} H' - l V \psi' = 0, \\ \left[V^2 - b^2 \left(\frac{n^2}{\lambda} + \frac{l^2}{\nu} \right) \right] G' + \\ + \frac{b^2 m n}{\lambda} H' + \frac{b^2 m l}{\nu} F' - m V \psi' = 0, \\ \left[V^2 - c^2 \left(\frac{l^2}{\mu} + \frac{m^2}{\lambda} \right) \right] H' + \\ + \frac{c^2 n l}{\mu} F' + \frac{c^2 n m}{\lambda} G' - n V \psi' = 0. \end{aligned} \right\} \quad (85)$$

Если мы теперь положим:

$$V^4 - V^2 \frac{1}{\lambda\mu\nu} \{l^2\lambda(b^2\mu + c^2\nu) + m^2\mu(c^2\nu + a^2\lambda) + n^2\nu(a^2\lambda + b^2\mu)\} + \frac{a^2b^2c^2}{\lambda\mu\nu} \left(\frac{l^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2} + \frac{n^2}{c^2} \right) \times \\ \times (b^2\lambda + m^2\mu + n^2\nu) = U, \quad (86)$$

то найдем:

$$F'V^2U - l\psi'VU = 0 \quad (87)$$

и два аналогичных уравнения для G' и H' . Отсюда или

$$V = 0, \quad (88)$$

$$U = 0, \quad (89)$$

или

$$VF' = l\psi', \quad VG' = m\psi', \quad VH' = n\psi'. \quad (90)$$

Третье предположение указывает, что результирующая F' , G' , H' находится в направлении, нормальном к плоскости волны, но уравнения не указывают, что такое возмущение, если оно возможно, должно распространяться, так как мы не имеем никаких других отношений между ψ' и F' , G' , H' .

Решение $V = 0$ относится к случаю, когда нет распространения. Решение $U = 0$ дает два значения для V^2 , соответствующих значениям F' , G' , H' , которые даны уравнениями:

$$\frac{l}{a^2} F' + \frac{m}{b^2} G' + \frac{n}{c^2} H' = 0, \quad (91)$$

$$\frac{a^2 l \lambda}{F'} (b^2 \mu - c^2 \nu) + \frac{b^2 m \mu}{G'} (c^2 \nu - a^2 \lambda) + \frac{c^2 n \nu}{H'} (a^2 \lambda - b^2 \mu) = 0. \quad (92)$$

(105) Скорости вдоль осей следующие:

Направление распространения		x	y	z
	x		$\frac{a^2}{v}$	$\frac{a^2}{\mu}$
	y	$\frac{b^2}{v}$		$\frac{b^2}{\lambda}$
Направление электрического смещения	z	$\frac{c^2}{\mu}$	$\frac{c^2}{\lambda}$	

Теперь мы знаем, что в каждой главной плоскости кристалла луч, поляризованный в этой плоскости, подчиняется обычному закону преломления и, следовательно, его скорость та же самая, в каком бы направлении в этой плоскости он ни распространялся.

Если поляризованный свет состоит из электромагнитных возмущений, в которых электрическое смещение находится в плоскости поляризации, то

$$a^2 = b^2 = c^2. \quad (93)$$

Если же, напротив, электрические смещения перпендикулярны к плоскости поляризации, то

$$\lambda = \mu = \nu. \quad (94)$$

Из магнитных опытов Фарадея, Пюккера и других мы знаем, что во многих кристаллах λ , μ , ν не равны.

Опыты Кноблауха*) по электрической индукции через кристаллы, повидимому, показывают, что a , b и c могут быть различны. Однако неравенство коэффициентов λ , μ , ν столь мало, что слишком большие магнитные силы требуются для обнаружения их различий.

*) Knoblauch, Phil. Mag. (1852).

Эти различия, повидимому, не имеют достаточной величины, чтобы за их счет можно было бы отнести двойное преломление в кристаллах. С другой стороны, эксперименты по электрической индукции подвержены ошибкам из-за наличия мелких недостатков в кристалле.

Необходимы дальнейшие эксперименты, касающиеся магнитных и диэлектрических свойств кристаллов, прежде чем мы могли бы решить, является ли отношение этих тел к магнитным и электрическим силам одним и тем же, когда эти силы постоянны, так и тогда, когда они меняются с частотой световых колебаний.

Отношение между электрическим сопротивлением и прозрачностью

(106) Если среда не идеальный изолятор, а проводник, сопротивление которого на единицу объема равно ρ , то будут иметь место не только электрические смещения, но и действительные токи проводимости, благодаря которым электрическая энергия превращается в тепло, что ведет к затуханию волн. Для определения коэффициента поглощения рассмотрим распространение вдоль оси x поперечного возмущения G . Согласно вышеуказанным уравнениям

$$\frac{d^2G}{dx^2} = -4\pi\rho(q') = -4\pi\rho\left(\frac{dg}{dt} + q\right) \text{ на основании (A),}$$

$$\frac{d^2G}{dx^2} = +4\pi\rho\left(\frac{1}{k} \frac{d^2G}{dt^2} - \frac{1}{\rho} \frac{dG}{dt}\right) \text{ на основании (E) и (F).} \quad (95)$$

Если G имеет вид

$$G = e^{-px} \cos(qx + nt), \quad (96)$$

то

$$\rho = \frac{2\pi n}{\rho} \frac{n}{q} = \frac{2\pi n}{\rho} \frac{V}{f}, \quad (97)$$

где V является скоростью света в воздухе, а i — показателем преломления. Количество падающего света, проходящего через толщину x , пропорционально

$$e^{-2px}. \quad (98)$$

Пусть R будет сопротивление в электромагнитных единицах вещества пластинки, толщина которой равна x , ширина b и длина l , тогда

$$R = \frac{l\rho}{bx},$$

$$2px = 4\pi\rho \frac{V}{i} \frac{l}{bR}. \quad (99)$$

(107) Большая часть прозрачных твердых тел является хорошими изоляторами, в то время как все хорошие проводники весьма непрозрачны.

Электролиты легко пропускают через себя токи и тем не менее часто бывают очень прозрачными. Мы можем, однако, предположить, что в быстро меняющихся колебаниях света электродвижущие силы действуют в течение столь короткого времени, что они не в состоянии вызвать полного отделения частиц, находящихся в соединении, так что, когда сила действует в обратную сторону, частицы колеблются в их прежнем положении без потери энергии.

Золото, серебро и платина являются хорошими проводниками, несмотря на то, что, будучи раскатаны в достаточно тонкие листочки, они пропускают через себя свет.

Если сопротивление золота является таким же для электродвижущих сил с коротким периодом, что и для сил, с которыми мы производим опыты, то количество света, проходящее через кусок золотого листа, сопротивление которого было определено Хоккингом (Hockin), составило бы только 10^{-50} от количества падающего света — величина, совершенно ничтожная. Я нашел, что через такой золотой листок проходит от $1/500$ до $1/1000$ зеленого света. Большая часть

его проходит через отверстия и трещины. Однако значительное количество его проходит через самое золото, что придает сильную зеленую окраску пропускаемому свету. Этот результат не может быть примирен с электромагнитной теорией света, если только не предположить, что имеется меньшая потеря энергии, когда электродвижущие силы меняются с частотой колебания света, чем когда они изменяются в течение заметных промежутков времени, как это имеет место в наших опытах.

Абсолютные значения электродвижущих и магнитных сил при распространении света

(108) Если уравнение распространения света имеет вид

$$F = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} (z - Vt),$$

то электродвижущая сила будет:

$$P = -A \frac{2\pi}{\lambda} V \sin \frac{2\pi}{\lambda} (z - Vt)$$

а энергия на единицу объема равна:

$$\frac{P^2}{8\pi V^2},$$

где P обозначает наибольшее значение электродвижущей силы. Половина энергии является магнитной и половина — электрической.

Энергия, проходящая через единицу площади, равна:

$$W = \frac{P^2}{8\pi V},$$

так что

$$P = \sqrt{8\pi VW},$$

где V — скорость света, а W — энергия, сообщенная светом единице площади в течение одной секунды.

Согласно данным Пулье (Pouillet), по расчетам профессора Томсона*), механическая энергия прямого солнечного света на Земле равна:

83,4 футо-фунта в секунду на кв. фут.

Это дает максимальное значение P в прямом солнечном свете на расстоянии, равном расстоянию Земли от Солнца:

$$P = 60\,000\,000,$$

или около 600 элементов Даниэля на метр.

На поверхности Солнца величина P будет около

13 000 элементов Даниэля на метр.

На Земле максимальная магнитная сила будет 0,193**). На Солнце она будет равна 4,13. Электродвижущие и магнитные силы могут рассматриваться как меняющиеся дважды при каждом колебании света; это значит более, чем тысяча миллионов миллионов раз в секунду.

*) Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1854 («Mechanical Energies of the Solar System»).

***) Горизонтальная магнитная сила в Кью (Kew) примерно равна 1,76 в метрических единицах.

