

смотря по направленію недостающихъ діагоналей, почти всегда имѣетъ мѣсто въ маякахъ, не имѣющихъ важнаго значенія, даже построенныхъ симметрично (рис. 61); въ винтовой лѣстницѣ, ступеньки которой помѣщены вокругъ нѣкоторой полой трубки, грузъ, помѣщенный на ступеньки, производитъ сжатіе, изгибъ и крученіе, потому что двѣ первыхъ деформации непремѣнно сопровождаются третьей.

ПРИБАВЛЕНІЕ III.

Механическія изображенія магнитнаго поля.

Движеніе вязкой жидкости; равновѣсіе или движеніе упругаго твердаго тѣла; равновѣсіе или движеніе идеальнаго вещества, называемаго для краткости *эфиромъ*; механическое изображеніе магнитнаго поля.

[Статья сэра В. Томсона, напечатанная первый разъ въ Math. Phys. Pap. 3, ст. XCIX, 436—465,—въ сокращеніи М. Бриллюэна].

Напомнимъ извѣстныя уравненія, относящіяся къ вязкимъ жидкостямъ (§§ 1—11) и къ упругимъ твердымъ тѣламъ (§§ 12—13), сэръ В. Томсонъ переходитъ къ *гиростатическому эфиру* (§§ 14—20; стр. 166). Онъ опредѣляетъ его, какъ сплошное тѣло, которое оказываетъ безконечно-большое сопротивленіе измѣненію объема; которое оказываетъ сопротивленіе, но подчиняется парамъ силъ, стремящимся его поворачивать, и которое безъ всякаго сопротивленія поддается любой деформации безъ вращенія. Упругое несжимаемое тѣло,—желе,—наоборотъ, оказываетъ сопротивленія деформациямъ, не сопровождаемымъ никакимъ вращеніемъ, и поддается безъ сопротивленія парамъ силъ. Если обозначить черезъ u , v , w перемѣщенія какой нибудь точки, то гиростатическія силы X , Y , Z , дѣйствующія на грани, перпендикулярныя къ x , y , z , даются (въ прямоугольныхъ координатахъ) слѣдующей таблицей

	X	Y	Z
Грань, нормальная къ Ox ,	$-p$	$n\left(\frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy}\right)$	$n\left(\frac{dw}{dx} - \frac{du}{dz}\right)$

$$\begin{aligned} \text{Грань, нормальная къ } Oy, & \quad n\left(\frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx}\right) - p \quad n\left(\frac{dw}{dy} - \frac{dv}{dz}\right) \\ \text{» » } Oz, & \quad n\left(\frac{du}{dz} - \frac{dw}{dx}\right) \quad n\left(\frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}\right) - p \end{aligned}$$

Уравненія поступательнаго движенія элемента объема, подверженнаго дѣйствию силъ X , Y , Z , рассчитанныхъ на единицу массы, будутъ, какъ и для желе,

$$\begin{aligned} \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} &= 0, \\ \rho \frac{d^2u}{dt^2} &= n \Delta u - \frac{dp}{dx} + X. \end{aligned}$$

Слѣд., распространеніе поперечныхъ колебаній происходитъ въ немъ такъ же, какъ въ упругомъ желе.

На поверхности раздѣла двухъ средъ, у которыхъ коэффициентъ крѣпости n одинаковъ, но которыя отличаются только плотностью, условія непрерывности силы будутъ одинаковыми для желе и для эфира сэра В. Томсона; давленіе p , перемѣщенія u , v , w и девять первыхъ производныхъ отъ u , v , w по x , y , z непрерывны. Когда же коэффициенты крѣпости различны, то производныя отъ тангенціального перемѣщенія, взятые по направленію нормали, будутъ различны съ той и съ другой стороны поверхности; давленіе же непрерывно для эфира и представляетъ разрывъ непрерывности для желе ¹⁾.

Зависящая отъ данной деформаціи энергія единицы объема имѣетъ не одинаковыя выраженія для эфира и для несжимаемаго желе (§§ 21—28). Общая сумма — та же, когда объемъ ограниченъ неподвижными стѣнками, но распредѣленіе различно, и, кромѣ того, реакціи среды на стѣнки не одинаковы.

¹⁾ Въ грани, нормальной къ Ox , непрерывны u , v , w , а, слѣд., и $\frac{du}{dy}$, $\frac{du}{dz}$; $\frac{dv}{dy}$, $\frac{dv}{dz}$; $\frac{dw}{dy}$, $\frac{dw}{dz}$; и $\frac{du}{dx}$ — вслѣдствіе несжимаемости.

$$\text{Силы будутъ } \begin{cases} \text{въ желе} & -p + 2n\frac{du}{dx}, & n\left(\frac{dv}{dx} + \frac{du}{dy}\right), & n\left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx}\right), \\ \text{въ эфирѣ} & -p, & n\left(\frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy}\right), & n\left(\frac{dw}{dx} - \frac{du}{dz}\right). \end{cases}$$

Разсмотримъ, напр. (§ 26), цилиндрическую деформацію, при которой часть, находящаяся внутри цилиндра радіуса a , повернулась, какъ неизмѣняемое твердое тѣло, на уголъ θ , а внѣшняя часть подалась за нею, безъ элементарныхъ вращеній, круговыми перемѣщеніями $\frac{\theta a^2}{r}$, обратно пропорціональными разстоянію до оси. Для желе вся энергія, $2\pi\theta^2 a^2$, находится внѣ цилиндра a и распредѣлена тамъ такъ же, какъ электромагнитная энергія постояннаго электрическаго тока, силою $\frac{1}{2} a^2 \theta$, проходящаго по центральному цилиндру, причемъ перемѣщеніе представляетъ магнитную силу. Для *гиростатическаго эфира* та же общая сумма энергіи заключена цѣликомъ въ центральномъ цилиндрѣ и распредѣлена, какъ электромагнитная энергія поля, вызываемаго бесконечно-длиннымъ соленоидомъ, навитымъ на этотъ цилиндръ радіуса a , и въ которомъ плотность тока на единицу длины производящей равна $\frac{\theta}{2\pi}$; при этомъ вращеніе представляетъ магнитную силу ¹⁾.

¹⁾ Въ этой деформаціи перемѣщенія не представляютъ разрыва непрерывности на поверхности цилиндра радіуса a , но тангенціальныя слагаемыя силы, приложенныя къ поверхности цилиндра перпендикулярно къ производящимъ, имѣютъ различныя значенія съ той и съ другой стороны этой поверхности. Слѣдовательно, нужно представить себѣ приложенными къ этой поверхности тангенціальныя силы, равныя $2n\theta a^2$ на единицу поверхности и дающія пару силъ, равную $2n\theta a^3$ на единицу длины цилиндра и дѣйствующую по направленію вращенія θ (напр., можно представить себѣ цилиндръ изъ металлической сѣтки, погруженный въ желе и къ которому приложена эта пара). Эта пара непосредственно уравновѣшивается вращеніемъ внутри лежащаго цилиндра въ случаѣ гиростатическаго эфира; но въ случаѣ желе дѣйствіе ея цѣликомъ передается во внѣшнее пространство и должно быть уравновѣшено тангенціальными силами противоположнаго направленія, приложенными на очень большомъ разстояніи отъ цилиндра, — силами, которыя можно свести къ единицѣ поверхности, не мѣняя общей величины пары для какой нибудь замкнутой линіи, окружающей центральный цилиндръ. Сила, приложенная къ цилиндру a и рассчитываемая на единицу длины, изображаетъ ту электростатическую силу, которую нѣкоторая внѣшняя электродвижущая сила должна поддерживать для того, чтобы было равновѣсіе въ случаѣ желе;

§§ 29—45. *Механическое изображение магнитной силы электромагнита.*

Сэр В. Томсонъ возвращается здѣсь къ сравненію, указанному имъ первый разъ въ 1847 г. ¹⁾ и въ которомъ электромагнитная сила изображается вращеніемъ $w'_y - v'_z, \dots$, плотность тока—выпуклостью, которую приобретаетъ плоскость, первоначально нормальная къ току (суммою величинъ, обратныхъ радіусамъ кривизны этой поверхности или $\Delta u, \Delta v, \Delta w$) и потенциалъ-векторъ—перемѣщеніемъ (u, v, w). Онъ показываетъ, что такое изображение удовлетворительно для гиристатического эфира, но не для желе.

Для линейнаго тока, имѣющаго форму безконечной веревки,—какъ бы ни были запутаны узлы (не затянутые), ею образуемые, эта деформация получается, если приложить къ веревкѣ извнѣ тангенціальную силу, имѣющую постоянную величину на единицу длины; каждая изъ слагаемыхъ перемѣщенія, u, v, w , можетъ быть вычислена, какъ потенциалъ нѣкотораго распределенія массъ, дѣйствующихъ согласно съ закономъ Ньютона и имѣющихъ плотности, измѣряемые соответствующими слагаемыми X, Y или Z внѣшней силы, дѣленными на 2π . Общнѣе, предположимъ, что мы приложимъ во всей средѣ силы X, Y, Z , отнесенныя къ единицѣ объема и такія, что можно раздѣлить весь объемъ на безконечныя трубки, каса-

ту же роль въ случаѣ гиристатического эфира играетъ сила на единицу поверхности этого цилиндра.

Вмѣсто того, чтобы развивать далѣе параллельно эти двѣ аналогіи, принимая за изображение магнитной индукціи въ одномъ случаѣ перемѣщеніе, а въ другомъ случаѣ—вращеніе, сэр В. Томсонъ стремится показать, въ слѣдующихъ параграфахъ и статьяхъ, что, если изображать магнитную индукцію въ обоихъ случаяхъ вращеніемъ, то эфиръ-желе является неудовлетворительнымъ и, наоборотъ, гиристатическій эфиръ даетъ вѣрное изображение фактовъ. [М. Бриллюэнъ].

¹⁾ Сэр В. Томсонъ. *О механическомъ изображеніи электрической, магнитной и гальванической силъ.* [On a Mechanical Representation of Electric, Magnetic, and Galvanic Forces, *Cambr. Dubl. Math. Jour.*, 2, 1847, *Math. Phys. Pap.*, 1, 76—80]

тельные къ силѣ по всей своей длинѣ и нормальное сѣченіе которыхъ обратно пропорціонально силѣ ¹⁾; перемѣщенія u, v, w будутъ потенциалами распределенія

$$\frac{X}{4\pi n}, \frac{Y}{4\pi n}, \frac{Z}{4\pi n},$$

подчиняющагося закону Ньютона, какова бы ни была объемная сжимаемость среды, и это перемѣщеніе вполнѣ соответствуетъ электромагнитному потенциалу-вектору токовъ силою X, Y, Z , въ средѣ съ магнитной проницаемостью n , если вращеніе ($w'_y - v'_z, \dots$) соответствуетъ магнитной индукціи.

«44. Теперь мы закончимъ тѣ развитія, которыя я въ моей коротенькой статьѣ, написанной 43 года назадъ, «откладывалъ до будущей статьи». Все, въ этихъ развитіяхъ, приложимо безразлично и къ нашему идеальному веществу, которое мы называли «эфиромъ», и къ обыкновенному несжимаемому упругому твердому тѣлу (желе). Отчего бы въ такомъ случаѣ не удовлетвориться для нашего механическаго изображенія обыкновеннымъ твердымъ тѣломъ? Своеобразное дѣйствіе на линіи магнитной силы, зависящее отъ «индуктированнаго намагничиванія», не разсматривалось въ моей статьѣ 1847 года. Можно было бы вообразить, что эти дѣйствія можно было бы включить въ эту аналогію, придавъ желе въ различныхъ мѣстахъ различныя крѣпости, чтобы это соответствовало ихъ различнымъ магнитнымъ проницаемостямъ. Но это не такъ: и именно эти то удивительныя требованія, которыя были предъявляемы попыткѣ включить индуктированное намагничиваніе въ это механическое изображеніе, и привели къ допущенію нѣкоторой quasi-упругой силы, зависящей отъ абсолютнаго вращенія и только такимъ образомъ отъ деформации; а это привело ко введенію того новаго идеальнаго вещества, которое мы называли здѣсь «эфиромъ».

Поверхностныя условія, которыя должны удовлетворяться

$$1) \quad \frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 0.$$

на поверхности раздѣла двухъ веществъ различной проницаемости, находящихся въ магнитномъ полѣ, заключаются въ томъ, что нормальныя слагаемыя магнитной силы равны съ обѣихъ сторонъ раздѣла, тогда какъ тангенціальныя слагаемыя относятся другъ къ другу, какъ магнитныя проницаемости веществъ, находящихся съ той и съ другой стороны, причемъ терминъ «магнитная сила» употребленъ здѣсь согласно съ тѣмъ опредѣленіемъ, которое я назвалъ электромагнитнымъ опредѣленіемъ ¹⁾. Такъ какъ магнитную силу въ нашей аналогіи представляетъ вращеніе желе или эфира, то изъ § 20 мы видимъ, что требуемое условіе на поверхности раздѣла между веществами различной крѣпости (n) не выполняется въ желе и выполняется въ эфирѣ.

«45. Теперь мы можемъ вполне понять въ нашемъ механическомъ изображеніи то обстоятельство, что энергія стержневого электромагнита съ сердечникомъ изъ мягкаго желѣза значительно больше энергіи равнаго и подобнаго стержневого электромагнита съ тою же силою тока, но безъ сердечника изъ мягкаго желѣза. Мы должны предположить, что эфиръ на мѣстѣ, занимаемомъ сердечникомъ изъ мягкаго желѣза, обладаетъ много меньшею крѣпостью, чѣмъ эфиръ въ остальномъ пространствѣ, будетъ ли тамъ мѣдь или воздухъ. Если мы предположимъ, что мѣдь, по которой идетъ электрическій токъ, образуетъ тонкую цилиндрическую трубку со среднимъ радіусомъ a , то механическая аналогія, для случая отсутствія сердечника изъ мягкаго желѣза, представляетъ собой случай, вполне изслѣдованный въ §§ 26—28. Теперь, чтобы изобразить случай сердечника изъ мягкаго желѣза съ проницае-

¹⁾ Т. е. магнитная сила въ воздухѣ въ идеальной полости, перпендикулярной къ линіямъ намагничиванія. Во избѣжаніе оговорокъ, я буду всегда употреблять терминъ «магнитная сила» согласно этому опредѣленію, если только не будетъ спеціально указано, что идетъ рѣчь о «полярномъ опредѣленіи» или магнитной силѣ въ воздухѣ въ идеальной полости, касательной къ линіямъ намагничиванія. См. Томсонъ, *Electrostatics and Magnetism*, прим. къ §§ 516 и 517 и конецъ post-scriptum 'a § 517.
(Прим. автора).

мостью 300, предположите, что значеніе n для эфира пространства, соответствующаго сердечнику изъ мягкаго желѣза, равно $\frac{1}{300}$ его значенія во всѣхъ другихъ мѣстахъ, и пусть вращательныя силы будутъ тѣ же, что и въ предыдущемъ случаѣ. Замѣтите, что внутри цилиндра и окружающемъ его съ внѣшней стороны пространствѣ на разстояніяхъ отъ оси, меньшихъ въ сравненіи съ разстояніями отъ концовъ, равновѣсіе эфира зависитъ просто отъ равновѣсія между суммой паръ силъ, оказывающихъ сопротивленіе вращенію эфира внутри цилиндрической оболочки, и вращательныхъ силъ въ оболочкѣ, причемъ въ эфирѣ, находящемся внѣ оболочки, нѣтъ вращенія и нѣтъ поэтому никакого отношенія къ уравниваемымъ силамъ, за исключеніемъ мѣстъ, близкихъ отъ концовъ. Поэтому, въ этомъ случаѣ, вращеніе, а, слѣдовательно, и энергія эфира внутри оболочки должны быть въ 300 разъ больше, чѣмъ они были въ предыдущемъ случаѣ, кромѣ мѣстъ около концовъ. По сосѣдству съ концами мы должны были бы рѣшить для эфира ту трансцендентную задачу, за которую Гринъ взялся и которую онъ рѣшилъ для магнитной индукціи съ довольно несовершеннымъ приближеніемъ [въ чемъ онъ открыто и сознается въ § 17 ¹⁾ его прославленнаго теперь этюда о приложеніи математическаго анализа къ теоріямъ электричества и магнетизма].

Противопоставимъ это тому, что мы получимъ, взявъ «желе» вмѣсто «эфира». Такъ какъ внутри цилиндра (за исключеніемъ мѣстъ, близкихъ къ концамъ) нѣтъ деформаций, то большая или меньшая крѣпость желе тамъ не дѣлаетъ никакой разницы въ результатѣ. Дѣйствительно, мы могли бы предположить, что желе вынуто и внутри цилиндра осталось пустое пространство,—и движеніе безъ вращенія во всемъ желе снаружи (за исключеніемъ сосѣднихъ съ концами мѣстъ) было бы такимъ, какъ если бы все пространство было заполнено однороднымъ матерьяломъ. Мѣстонахожденіе энергіи будетъ цѣли-

¹⁾ См. собраніе математическихъ работъ Грина [Math. Pap., 107].

(Прим. автора).

комъ снаружи цилиндра, какъ это было указано выше (§ 27). Равновѣсіе желе въ этомъ случаѣ состоитъ въ уравновѣшиваніи вращательныхъ силъ, дѣйствующихъ на нашу оболочку, силами упругаго сопротивленія деформации всего окружающаго желе, и въ его перемѣщеніи безъ вращенія въ частяхъ, окружающихъ средину цилиндра, и вращательныхъ перемѣщеніяхъ, соответствующихъ линіямъ магнитной силы, по сосѣдству съ концами.

«46. Врядъ ли нужно говорить, что «эфиръ», который мы придумали, есть чисто идеальное вещество. Тѣмъ не менѣе мнѣ кажется въ высокой степени вѣроятнымъ, что принятая нами зависимость его силъ отъ абсолютнаго вращенія во всякомъ случаѣ похожа на то, что дѣйствительно соответствуетъ настоящему эфиру. Даже при простомъ допущеніи § 14, къ которому насъ привело одно разсмотрѣніе магнитной проницаемости, мы молча приняли свойство, которое прямо ведетъ къ объясненію Стоксовской теоріи абберраціи ¹⁾, заключающейся въ томъ, что земля и другія небесныя тѣла своими движеніями черезъ эфиръ сообщаютъ ему только движенія безъ вращенія. Такъ, будетъ дѣйствительно, въ случаѣ бесконечно-малыхъ движеній гладкихъ и твердыхъ или пластичныхъ твердыхъ тѣлъ, заполняющихъ пузырьчатыя пустоты въ нашемъ эфирѣ. Вообще нашъ «эфиръ», — будетъ ли онъ простирается въ бесконечность во всѣхъ направленіяхъ, будетъ ли онъ имѣть пузырьчатыя или трубкообразныя пустоты, или же будетъ дана конечная часть его, заключенная въ оболочки какой угодно формы, лишь бы на нее дѣйствовали только нормальныя давленія, — принимаетъ, при какомъ угодно движеніи оболочки, то же самое движеніе, какое принимаетъ несжимаемая жидкость безъ тренія въ томъ же пространствѣ при томъ же движеніи оболочки. Мнѣ врядъ ли нужно напоминать лицамъ, знающимъ гидрокинетику, что скорость какойнибудь части вещества будетъ всегда такой, которая для данныхъ нор-

¹⁾ Стоксъ, Math. Phys. Pap., I, 124, 153—156.

(Прим. автора.).

мальныхъ слагаемыхъ скоростей всякой части оболочки даетъ минимумъ кинетической энергіи ¹⁾.

«47. До сихъ поръ наше изображеніе было чисто статическимъ. Изъ уравненій движенія § 12 получается очевидное кинетическое распространеніе его на любой случай, въ которомъ силы (X , Y , Z) приложены къ ограниченной части желе или эфира и представляютъ періодическую функцію времени. Такимъ образомъ мы прямо получаемъ *волновую теорію свѣта*, какъ неизбежное слѣдствіе предположенія, что перемѣщеніе упругаго твердаго тѣла, посредствомъ котораго я, въ моей прежней статьѣ, давалъ только «*изображеніе*» электрическихъ токовъ и соответствующихъ магнитныхъ силъ, представляетъ собою дѣйствительность. Но, чтобы дать что нибудь вродѣ удовлетворительнаго матеріальнаго осуществленія электромагнитной теоріи свѣта Максвелла, необходимо: показать соотношеніе *электростатической силы* къ силамъ X , Y , Z моихъ формулъ; объяснить выдѣленіе тепла, происходящее, согласно съ закономъ Джоуля ²⁾, благодаря этимъ силамъ, когда онѣ заставляютъ электрическій токъ течь по проводнику; и показать, какимъ образомъ скорость свѣта *въ эфирѣ* равна или, можетъ быть, мы скорѣе должны сказать, *есть* число электростатическихъ единицъ количества электричества въ единицѣ электромагнитной. Все это существеннымъ образомъ влечетъ за собою разсмотрѣніе вѣсомой матеріи, проникаемой эфиромъ или погруженной въ него, и нѣкотораго *tertium quid*, которое мы можемъ назвать электричествомъ, — нѣкоторой жидкости-посредника, служащей для того, чтобы передавать силу между вѣсомой матеріей и эфиромъ, и вызывать своимъ теченіемъ тѣ молекулярныя движенія вѣсомой матеріи, которыя мы называемъ тепломъ. Я не вижу никакого пути, указывающаго свойства матеріи, электричества или эфира, которыя давали бы все это или нѣчто бѣльшее, чѣмъ очень слабое приближеніе къ

¹⁾ См. Томсонъ и Тэтъ, Natur. Phil., I, § 317. Примѣръ 3.

(Прим. автора.).

²⁾ У Томсона по ошибкѣ сказано «Ома».

(Прим. перев.).

этому, и я думаю, мы должны чувствовать теперь, что тройственный союзъ, эфиръ, электричество и вѣсомая матерія, есть скорѣе результатъ недостатка нашихъ познаній и способности придумать что нибудь, выходящее за предѣлы теперешняго ограниченнаго горизонта физики, какъ науки,—чѣмъ нѣчто, дѣйствительно существующее въ природѣ».

Въ статьѣ «Эфиръ, электричество и вѣсомая матерія» (Приб. IV) есть параграфъ, посвященный этому тройственному союзу и который кстати привести здѣсь (Math. Phys. Pap., 3, 502, § 18):

«Пусть у насъ будетъ упругое твердое тѣло чрезвычайно малой плотности и пусть трубкообразная часть его будетъ пористой, но съ тѣмъ же среднимъ коэффициентомъ крѣпости, какъ и сплошная упругая матерія, ее окружающая. Пусть поры эти будутъ заполнены плотной вязкой жидкостью и пусть жидкость проталкивается черезъ трубку, при помощи поршня или какимъ нибудь другимъ способомъ. Увлекающая сила жидкости, дѣйствующая на пористое тѣло, вызоветъ статическое круговое смѣщеніе вокругъ осей, касательныхъ къ окружностямъ, имѣющимъ центры на оси трубки, и прямо пропорциональное продолжающемуся круговому движенію, такъ что вращеніе будетъ распределено совершенно такъ же, какъ магнитная сила вокругъ электрическаго тока. Нѣкоторыя изъ самыхъ интересныхъ практическихъ задачъ электромагнитной индукціи могутъ быть, такъ сказать, динамически осуществлены моделями, построенными согласно съ этой идеей,—и, дѣйствительно, если бы у насъ были только электричество и эфиръ, то все вышло бы, какъ нужно. И если бы не было этой грубой вѣсомой матеріи, которую намъ приходится разсматривать, то я былъ бы совершенно удовлетворенъ, по отношенію къ задачѣ электромагнитной индукціи, принявъ электричество за вязкую жидкость, а эфиръ за упругое твердое тѣло, пористое въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и сплошное или непористое во всѣхъ другихъ».

ПРИБАВЛЕНІЕ IV.

Эфиръ, электричество и вѣсомая матерія.

(Часть предсѣдательской рѣчи, произнесенной 10 января 1889 г. въ Институтъ Электрическихъ Инженеровъ).

[Math. Phys. Pap., 3, 484—516].

(Въ сокращеніи М. Бриллюэна).

Первые параграфы этой очень интересной рѣчи посвящены различнымъ практическимъ вопросамъ электричества,—телеграфированію черезъ кабели, телефоніи, распределенію переменныхъ токовъ на поверхности проводниковъ и аналогіи диффузіи переменнаго тока диффузіи движенія въ вязкой жидкости или тепла въ проводящемъ тѣлѣ.

«§ 19. Вообразимъ, что постоянный токъ проходитъ по обыкновенной катушкѣ или по соленоиду, снабженному сердечникомъ изъ куска мѣди. Какова бы ни была природа электрическаго тока, я вѣрю, что *слѣдующее* соотвѣтствуетъ дѣйствительности: *токъ поворачиваетъ эфиръ вокругъ* внутри соленоида. Я не думаю, что это мечтанія электромагнитной теоріи; какъ ни трудна эта мысль, я вѣрю, что она соотвѣтствуетъ дѣйствительности.

Что бы эфиръ ни представлялъ собой, мы двигаемся черезъ него,—земля двигается черезъ него. Астрономы и оптики не кричатъ и не дѣлаютъ себѣ жизнь несчастной изъ за абераціи свѣта. Френель и профессоръ Стоксъ сдѣлали все, что могли сдѣлать люди, до 9-го января 1889 года, для механи-

ческого объясненія абберраціи свѣта. Вѣроятно, полное рѣшеніе вопроса, какимъ образомъ земля можетъ проходить черезъ этотъ упругій твердый эфиръ, а свѣтовые волны могутъ между тѣмъ распространяться въ немъ такъ, какъ онѣ распространяются въ дѣйствительности,—не находится за предѣлами человеческого разсудка. Абберрація свѣта есть до сихъ поръ абсолютная тайна. И однако, нельзя ожидать, чтобы люди, занимающіеся оптикой и астрономіей, становились несчастными на всю жизнь изъ за того, что это затрудненіе находится у нихъ всегда передъ глазами. Ну, а мы тоже должны стать совершенно несчастными изъ за того, что, когда мы видимъ, что подвижная проволока, благодаря току, идущему по ней, приводится въ движеніе электромагнитной силой, то мы не можемъ усмотрѣть никакой возможности объяснить, какъ среда, могущая подвергаться «магнитному натяженію», можетъ позволять ей двигаться? Въ концѣ концовъ, какъ ни велика здѣсь тайна, есть тайна еще больше этой. Актъ свободной воли есть, по отношенію къ законамъ, управляющимъ матеріей, еще болѣе тайна, чѣмъ что либо, что когда либо высказывали или воображали по отношенію къ механикѣ эфира, или электромагнетизму, или свѣту.

Такъ или иначе, эфиръ, какъ бы то ни было, поворачивается вокругъ, эфиръ получаетъ вращательное движеніе внутри соленоида; такъ или иначе, электрическій токъ, проходящій черезъ окружающую эфиръ проволоку, дѣйствительно, сообщаетъ вращательное движеніе эфиру въ нашемъ предполагаемомъ мѣдномъ сердечникѣ и въ воздухѣ, заключенномъ между нимъ и проволокой, несущей токъ».

«20. Но перейдемъ теперь къ желѣзу. Что можетъ сдѣлать постоянный токъ, проходящій черезъ катушку? Одно изъ двухъ: или этотъ постоянный токъ все время увлекаетъ за собой эфиръ внутри катушки, или же онъ увлекаетъ его на нѣкоторый уголъ, пропорціональный силѣ электрическаго тока и повернувъ его такимъ образомъ, приводитъ его къ статическому равновѣсію. Токъ дѣлаетъ или то, или другое.

Въ чемъ же *можетъ* желѣзо отличаться отъ мѣди, если

основываться на условіи, относящемся къ поверхности раздѣла? Наше пограничное условіе, основанное на равенствѣ вязкостей, вполне ясно, но, когда вы вводите желѣзо, вы вводите вмѣстѣ съ тѣмъ нѣкоторое, зависящее отъ вращенія, различіе на поверхности, не имѣя одного ничего такого, что бы могло, можетъ быть, быть причиной какого нибудь вязкаго дѣйствія или какого нибудь упругаго дѣйствія. Упругое дѣйствіе (исключая сжатія или разрѣженія, не входящія въ предметъ нашего настоящаго разсужденія) требуетъ деформаціи. Въ несжимаемомъ упругомъ тѣлѣ нѣтъ никакой упругости, если нѣтъ деформаціи. Если, прилагая тангенціальную силу по всей поверхности, окружающей пространство, заключенное внутри цилиндра, вы будете поддерживать вращеніе этой окружности, то вы будете поддерживать тѣмъ самымъ вращеніе всего содержимаго. Напослѣдокъ, вся жидкость, заключающаяся внутри, будетъ вращаться съ тою же самою угловою скоростью, какъ и поверхность, касающаяся цилиндра. Такимъ образомъ наша аналогія съ вязкой жидкостью вполне соответствуетъ своему назначенію для магнитной силы внутри соленоида, заключающаго внутри себя любой немагнитный матерьялъ, и служить иллюстраціей факту, что эта сила одинакова для проводящаго и непроводящаго вещества. Но съ желѣзомъ будетъ нѣчто, совершенно иное. Наша аналогія съ вязкой жидкостью должна дать намъ болѣе постоянную вращательную скорость или болѣе статическое вращательное смѣщеніе въ пространствѣ, занимаемомъ желѣзомъ въ сравниваемой съ этою аналогіею магнитной системѣ, чѣмъ въ этомъ окружающемъ пространствѣ. Такимъ образомъ основное явленіе намагничиванія желѣзнаго стержня внутри катушки вполне превышаетъ наши средства, выбиваетъ у насъ всякую почву изъ подъ ногъ, будемъ ли мы придерживаться нашей аналогіи съ вязкой жидкостью, или нашей аналогіи съ упругимъ твердымъ тѣломъ. Если это будетъ жидкость, все время вращающаяся и вращающаяся, то мы должны имѣть взаимодействіе между частями жидкости по обѣ стороны раздѣла, зависящее не отъ деформаціи, а отъ вращенія. Если же мы примемъ аналогію съ упругимъ твердымъ тѣломъ, то мы

должны имѣть статическое равновѣсіе упругаго цилиндра, у котораго внутренняя часть повернута на большій уголъ, чѣмъ вращательная часть перемѣщенія окружающаго вещества. Если прибавить къ этому круговое смѣщеніе безъ вращенія внѣшней части, то будетъ удовлетворено условіе *отсутствія скользящаго* на поверхности раздѣла. Отсюда слѣдуетъ, что мы должны придумать такое устройство вещества, въ которомъ постоянная пара силъ производила бы постоянное угловое смѣщеніе въ тѣлѣ и не производила постоянного вращенія. Единственная вещь, которая можетъ дать этотъ результатъ, есть врожденное вращеніе, существующее въ молекулахъ вещества. Это вращеніе, повидимому, единственная вещь, могущая сдѣлать это, и оно, дѣйствительно, *можетъ* сдѣлать это. Но вспомните, что гиростатъ доставляетъ намъ какъ разъ достиженіе этого; и я закончу, съ вашего позволенія, однимъ простымъ гиростатическимъ опытомъ,—очень хорошо извѣстнымъ, старымъ опытомъ,—который я покажу вамъ потому, что мнѣ нужно выставить ясно на видъ его примѣненіе къ дальнѣйшему.

«21. Относя этотъ опытъ къ идеѣ о средѣ, я покажу вамъ, при помощи его, среду, имѣющую свойства несжимаемой жидкости и не имѣющую никакой крѣпости, кромѣ той, которая сообщается ей гиростатическими дѣйствіями. Вотъ, такъ сказать, молекулярный остовъ, который можетъ дать намъ такую жидкость; онъ состоитъ изъ ряда крѣпкихъ квадратовъ, сосѣдніе углы которыхъ соединены безконечными, гибкими, нерастяжимыми нитями, проходящими безъ тренія сквозь отверстія на углахъ или вокругъ блоковъ, укрѣпленныхъ на этихъ углахъ (рис. 62). Вотъ построенная такимъ образомъ модель,—25 крѣпкихъ квадратовъ и 36 безконечныхъ кусковъ веревки, соединяющихъ углы этой модели, представляющей родъ ткани. Если мы возьмемъ обыкновенную суконную ткань и потянемъ ее по различнымъ направленіямъ, то по направленію основы и по направленію утка вы не будете въ состояніи вытянуть ее; но подѣ угломъ въ 45° къ основѣ и къ утку вы можете очень свободно ее растянуть. Мы всѣ понимаемъ это,—и вы знаете, какъ хирурги пользуются этимъ въ ихъ наискось

нарѣзанныхъ бинтахъ. Но предъ вами находится ткань, которая одинаково легко растяжима по всѣмъ направленіямъ и площадь которой однако постоянна,—постоянна для безконечно-малыхъ перемѣщеній, а не для очень большихъ. Периметръ каждаго крѣпкаго и каждаго гибкаго квадрата данъ; и если мы безконечно мало измѣнимъ квадратъ, превращая его въ неквадратный прямоугольникъ или въ ромбъ, то площадь его остается почти неизмѣнной. Первое измѣненіе площади есть уменьшеніе ее, въ какомъ бы мы направленіи ни растягивали ее; но это

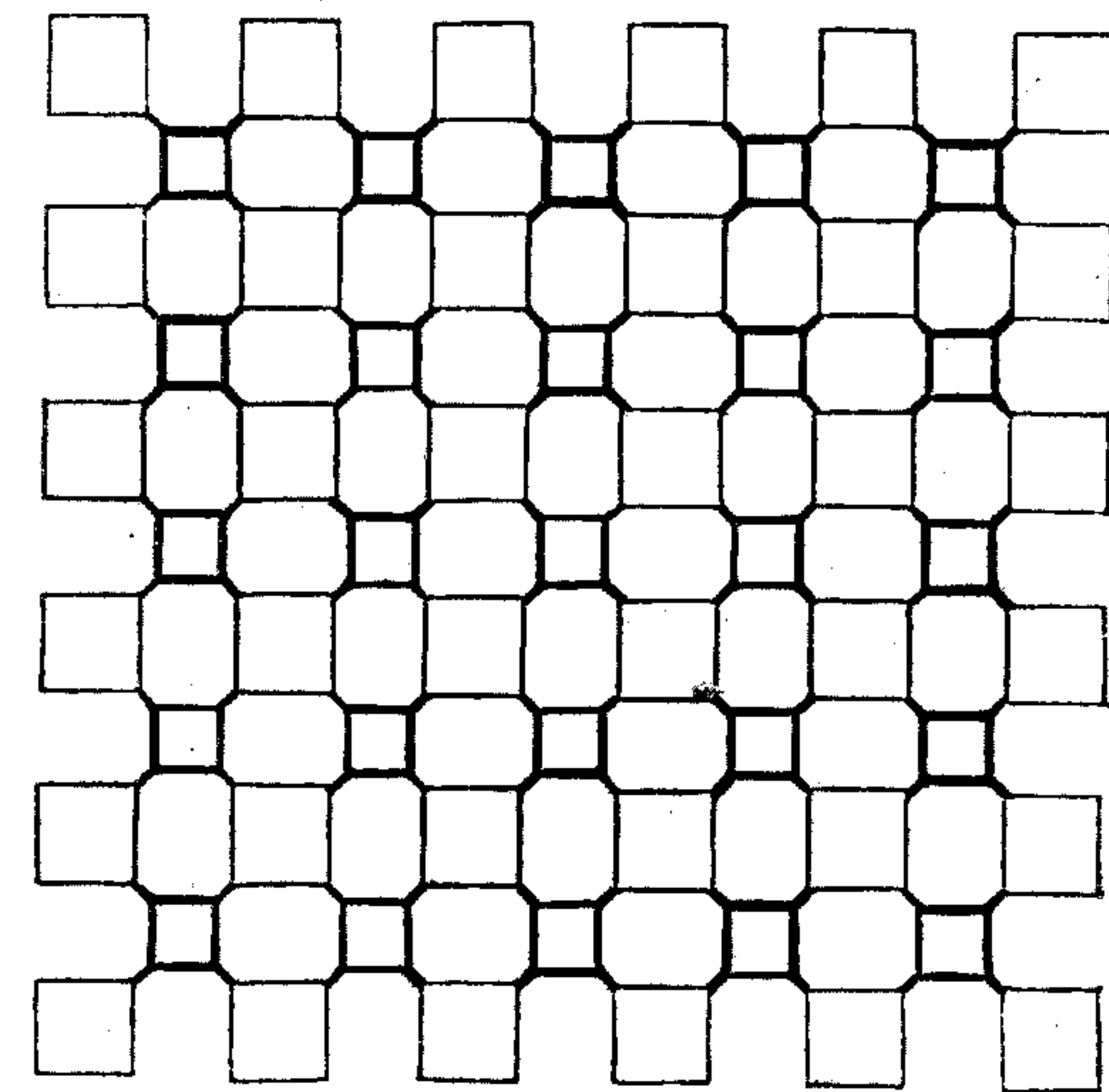


Рис. 62.

уменьшеніе пропорціонально квадрату растяженія, такъ что, выражаясь языкомъ безконечно-малыхъ величинъ, мы можемъ сказать, что площадь не измѣнилась. Слѣд., постоянство периметра каждой изъ этихъ фигуръ ведетъ за собой и вызываетъ условіе приблизительнаго постоянства площади. Такимъ образомъ, въ этомъ остовѣ мы имѣемъ, въ двухъ измѣреніяхъ, работающую модель среды, неизмѣняемой по площади, но легко растяжимой въ любомъ направленіи, если только вы дадите ей пропорціонально стянуться въ направленіи перпендикулярномъ.

«Помѣстимъ теперь въ каждый изъ этихъ квадратовъ по

гиростату (рис. 63),—и у васъ будетъ все, что требуется для того, чтобы осуществить то странное,—почти непостижимое,—условіе для механической модели электромагнитной индукціи въ желѣзѣ, которое я вамъ указалъ. Я сейчасъ сдѣлаю опытъ, иллюстрирующий это свойство, если только это не займетъ слишкомъ много времени (*сэръ В. Томсонъ пустилъ тогда гиростатъ*). Я вращаю по азимуту квадратную раму, за которую я держу этотъ гиростатъ, сначала въ одномъ направленіи, и тогда красный конецъ подставки оси махового колеса поднимается вверхъ; я вращаю въ другомъ направленіи,—

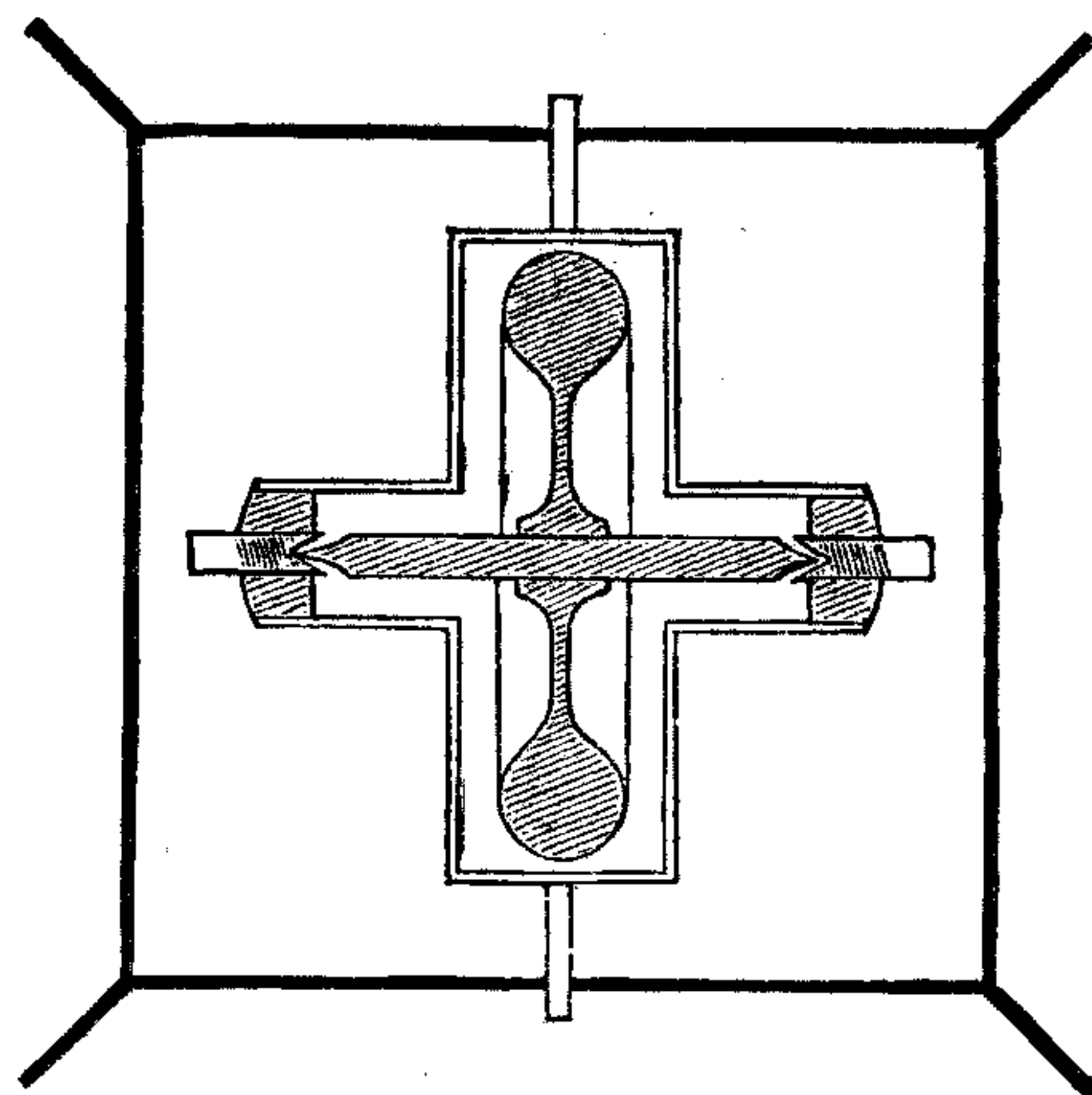


Рис. 63.

и вверхъ поднимается синій конецъ. Гиростатъ укрѣпленъ, какъ вы видите, въ квадратной рамкѣ, которую я держу въ рукѣ. Крѣпкая коробка, несущая ось махового колеса, можетъ, какъ вы видите, свободно вращаться вокругъ оси этихъ цапфъ укрѣпленной горизонтально въ подставкахъ на противоположныхъ сторонахъ квадратной рамы, которую я держу въ рукѣ. Ось этихъ цапфъ перпендикулярна къ оси махового колеса. Я долженъ все время идти кругомъ направо, чтобы удерживать красный конецъ въ верхнемъ положеніи; я пойду кругомъ налѣво,—и синій конецъ держится наверху. Это любопытный

и интересный опытъ. Вотъ три маленькихъ предмета на подносѣ, такъ сказать. Представьте себѣ, что это подносъ официанта съ рюмками, наполненными виномъ, которыя представлены этими каучуковыми пробками. Пока я, даже настолько медленно, поворачиваюсь налѣво, все идетъ благополучно; если я иду прямо впередъ, дѣло сомнительно; но, если я повернусь на безконечно-малый уголъ направо, подносъ опрокидывается и все падаетъ съ него.

«22. Взгляните теперь на нашъ гиростатъ, находящійся въ покоѣ и опирающійся въ этомъ положеніи на свои цапфы, причемъ оси цапфъ и махового колеса обѣ горизонтальны въ настоящее время. Внѣшнюю квадратную раму, повидимому, нельзя сдвинуть по азимуту. Когда я прилагаю пару силъ, стремящуюся сдвинуть ее по азимуту, она остается неподвижной. Она не движется по азимуту, пока гиростатъ поворачиваетъ вокругъ ось своихъ цапфъ и стремится поставить ось махового колеса перпендикулярно къ плоскости, въ которой я теперь пытаюсь сдвинуть квадратную рамку. И, чтобы перевести гиростатъ изъ положенія, при которомъ синій конецъ находится наверху, въ положеніе, при которомъ наверху находится красный конецъ, я долженъ приложить такую пару силъ, которой интегралъ по времени равенъ удвоенному моменту количества движенія махового колеса.

«23. Эта закрытая латунная коробка, заключающая въ себѣ быстро вращающееся маховое колесо, укрѣпленное на оси внутри ея, называется гиростатомъ¹⁾, потому что благодаря вращенію она стоитъ, какъ бы вы ее ни помѣстили, ставя любымъ краемъ на твердый, гладкій столъ. Вы видите, я ставлю ее, какъ хочу, и она не падаетъ. Если я помѣщаю ее такъ, что ея центръ тяжести находится надъ точкой опоры, она стоитъ въ покоѣ. Если же ея центръ находится выше точки опоры, но *не* на проходящей черезъ нее вертикальной линіи, то она вращается по азимуту, *но не падаетъ*.

«24. Теперь вообразите, что въ каждомъ изъ крѣпкихъ

¹⁾ (См. прим. 1 стр. 325.

(Прим. перев.).

квадратовъ этой ткани укрѣпленъ гиростатъ, точно такъ, какъ этотъ гиростатъ въ той квадратной рамѣ, которую я держу въ рукахъ. Если скорость вращенія маховыхъ колесъ будетъ достаточно велика, то каждый изъ этихъ крѣпкихъ квадратовъ практически нельзя сдвинуть по азимуту. Я не говорю, что его вовсе нельзя сдвинуть, но я говорю, что вы можете сдѣлать, чтобы его практически нельзя было сдвинуть,—дѣлая скорость махового колеса достаточно большой.

«25. Такимъ образомъ мы получили остовъ модели особеннаго упругаго твердаго тѣла со строеніемъ, крѣпость котораго опредѣляется существеннымъ образомъ гиростатическими дѣйствіями. И не думайте, что строеніе такого рода, какъ оно ни грубо, будетъ непремѣнно не поучительно. Посмотрите на строеніе живыхъ существъ, посмотрите на все то, что намъ нужно объяснить въ электричествѣ и магнетизмѣ,—и допустите, по крайней мѣрѣ, что послѣднія молекулы проводниковъ, непроводниковъ, магнитныхъ и немагнитныхъ тѣлъ должны имѣть нѣкотораго рода строеніе, которымъ бы объяснялись ихъ чудесныя свойства, извѣстныя намъ теперь, но не объясненныя. Мы не можемъ предположить, что вся мертвая матерія безформенна, пуста и лишена всякаго строенія; ея молекулы должны имѣть нѣкоторый видъ; онѣ должны стоять въ нѣкоторомъ отношеніи другъ къ другу.

«26. Итакъ я не признаю, что, если при помощи модели, какъ бы она ни была груба и неудобноисполнима, мы показываемъ, что можно воспроизвести такое строеніе, которое соотвѣтствуетъ несжимаемой и лишенной тренія жидкости, когда въ немъ нѣтъ никакихъ гиростатическихъ приспособленій, и которое пріобрѣтаетъ особенную вращательную упругость или крѣпость, какъ слѣдствіе введенія въ эти квадраты гиростатовъ,—то это будетъ простой игрой въ теорію, а не средствомъ, помогающимъ нашему разсудку представлять себѣ различныя возможности. Вообразите соотвѣтственную модель въ пространствѣ трехъ измѣреній, съ крѣпкими кубами вмѣсто крѣпкихъ квадратовъ, которые вы видите въ находящейся предъ вами модели. Вмѣсто безконечныхъ веревокъ, которыя вы видите,

вы можете представить себѣ упругія нити, натянутыя между сосѣдними углами кубовъ. Въ каждомъ кубѣ укрѣплено три гиростата, оси цапфъ которыхъ перпендикулярны къ тремъ парамъ граней куба. Устроенное такимъ образомъ гиростатическое управленіе заставляеть кубы быть практически неподвижными для вращеній, но оставляетъ имъ полную свободу поступательнаго движенія. Вы, слѣд., имѣете здѣсь тѣло, которое вы не могли бы отличить отъ обыкновеннаго упругаго твердаго тѣла по отношенію къ какой угодно деформациі безъ вращенія или по отношенію къ поступательному движенію всего тѣла, но которое, если вы попытаете повернуть его, окажетъ сопротивленіе этому. Оно не будетъ неподвижно по отношенію къ вращенію, но оно будетъ уравниваться постоянной парой силъ при постоянномъ вращательномъ смѣщеніи. Такимъ образомъ дѣйствіе постоянной силы на это твердое тѣло будетъ состоять не въ произведеніи постояннаго вращенія, а въ произведеніи и уравниваніи нѣкотораго постояннаго смѣщенія; и это равновѣсіе можетъ длиться сколь угодно долгое время, если только моментъ вращенія маховыхъ колесъ достаточно великъ.

«27. Теперь, наслѣдокъ, я вкратцѣ объясню только, что эта вращательная крѣпость эфира должна быть равна въ мѣди и всѣхъ другихъ немагнитныхъ металлахъ и въ воздухѣ и другихъ непроводникахъ, но что она должна быть очень значительно меньше въ желѣзѣ. Эти условія соотвѣтствуютъ какъ разъ тому, что намъ требуется для состоянія эфира между воздухомъ и желѣзомъ внутри катушки электромагнита¹⁾. Но увы! это только приводитъ насъ къ неразрѣшимымъ затрудненіямъ. Насколько же наше упругое твердое тѣло приближается къ объясненію явленій, когда самъ основной фактъ тѣхъ относительныхъ движеній, которыми обнаруживаются для насъ электромагнитныя силы, даетъ силу (подобную силѣ деформированнаго твердаго тѣла) между тѣлами,—магнитами

¹⁾ См. ст. XCIX, Прибавленіе III, § 45, стр. 342—344.

(Прим. автора).

или проводниками,—движенія которыхъ обнаружили Эрстеду и Амперу существованіе электромагнитной силы? Почему же эти деформации не уравниваютъ просто другъ друга въ твердомъ тѣлѣ? Какъ можетъ существовать твердое тѣло, могущее породить то удивительное состояніе, которое мы имѣемъ въ воздухѣ между полюсами электромагнита,—такое, напр., что кусокъ мѣди будетъ падать черезъ этотъ воздухъ со скоростью, можетъ быть, четверти сантиметра въ секунду? Взгляните на этотъ предметъ глазами инженеровъ и подумайте о «сопротивленіи матерьяловъ», требующемся для эфира въ воздухѣ, молекулы котораго проскакиваютъ сквозь него во всѣхъ направленіяхъ со скоростями, равными, въ среднемъ, метрамъ 500 въ секунду, или бѣльшими, или меньшими этой величины, смотря по температурѣ. И подумайте о доходящихъ до 110 килограммовъ вѣса на квадратный сантиметръ силахъ, съ которыми влекутся другъ къ другу два желѣзныхъ стержня, намагниченныхъ до 1,700 *C. G. S.* единицъ, съ основаніями, раздѣленными тонкимъ слоемъ воздуха, и съ 46,000 *C. G. S.* единицъ магнитной силы, которыя наблюдалъ Юингъ въ воздухѣ, окружающемъ эти стержни. Какъ можетъ быть, чтобы эти чудесныя силы проявлялись въ эфирѣ, упругомъ твердомъ тѣлѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ вѣсомыя тѣла могли вполнѣ свободно двигаться черезъ это твердое тѣло? Я скажу просто, что всѣ попытки обсудить этотъ предметъ дали намъ только механическую теорію одной части его. Я совершенно—не игнорировалъ, потому что я раза два-три говорилъ объ этомъ,—но оставлялъ въ сторонѣ, электростатическую часть, — то, что было извѣстно раньше всего. Электростатика была нашей первой страстью. Мы теперь совершенно оставили ее въ сторонѣ; мы не касаемся ея. Мы не приближаемся къ объясненію взаимодѣйствія между двумя наэлектризованными тѣлами ни въ одной изъ этихъ иллюстрацій или попытокъ объясненій; мы даже не приближаемся къ объясненію взаимнаго притяженія между желѣзомъ электромагнита или сталью постоянного магнита и его арматурой; мы не приближаемся къ объясненію возможности движениій тѣлъ, которыми обнаруживаются эти силы. Мы только пы-

таемся объяснить для находящейся въ покоѣ системы проводниковъ и изоляторовъ перемѣнное распредѣленіе электрическихъ токовъ, въ существованіи которыхъ мы убѣждаемся изъ математической теоріи и экспериментальныхъ наблюденій.

«28. А теперь, я боюсь, я долженъ закончить признаніемъ, что трудности на пути составленія чего нибудь вродѣ понятной теоріи такъ велики, что мы не можемъ даже представить себѣ руку съ указательнымъ перстомъ, указывающимъ на путь, который могъ бы привести насъ къ объясненію. Я не выражаюсь слишкомъ сильно. Я только говорю, что мы теперь не можемъ вообразить это. Но черезъ годъ,—черезъ десять лѣтъ,—черезъ сто лѣтъ,—это, вѣроятно, будетъ такъ же легко, какъ намъ теперь кажется легко понять стаканъ воды, который намъ кажется такимъ яснымъ и простымъ. Я не сомнѣваюсь, что эти вещи, которыя теперь кажутся намъ такими таинственными, не будутъ вовсе тайнами: что чешуя спадетъ у насъ съ глазъ; что мы научимся смотрѣть на вещи другимъ образомъ,—и что тогда то, что теперь представляется трудностью, будетъ лишь здравомысленнымъ и понятнымъ взглядомъ на предметъ.

«Я прошу васъ извинить меня, что я привелъ васъ къ заключенію о столь дѣйствительномъ безсиліи нашемъ проникнуть сколько нибудь подъ поверхность того великаго предмета, который составляетъ область Института Электрическихъ Инженеровъ.

ПРИБАВЛЕНИЕ V.

О гиростатическомъ адинамическомъ строеніи для „эфира“.

(§ 1—6, C. R., 109, 453, 1889; § 7—15, Proc. Roy. Soc. Ed., 17 марта 1890; Math. Phys. Pap., 3, 466—472).

«1. Разсмотримъ двойное собраніе черныхъ и бѣлыхъ атомовъ, составленное слѣдующимъ образомъ: бѣлые атомы составляютъ правильное тетраэдрическое собраніе, какъ центры равныхъ сферъ, расположенныхъ въ кучи ядеръ, какъ можно болѣе плотныя; черные атомы составляютъ собраніе, подобное и параллельное, причемъ каждый изъ черныхъ атомовъ за-

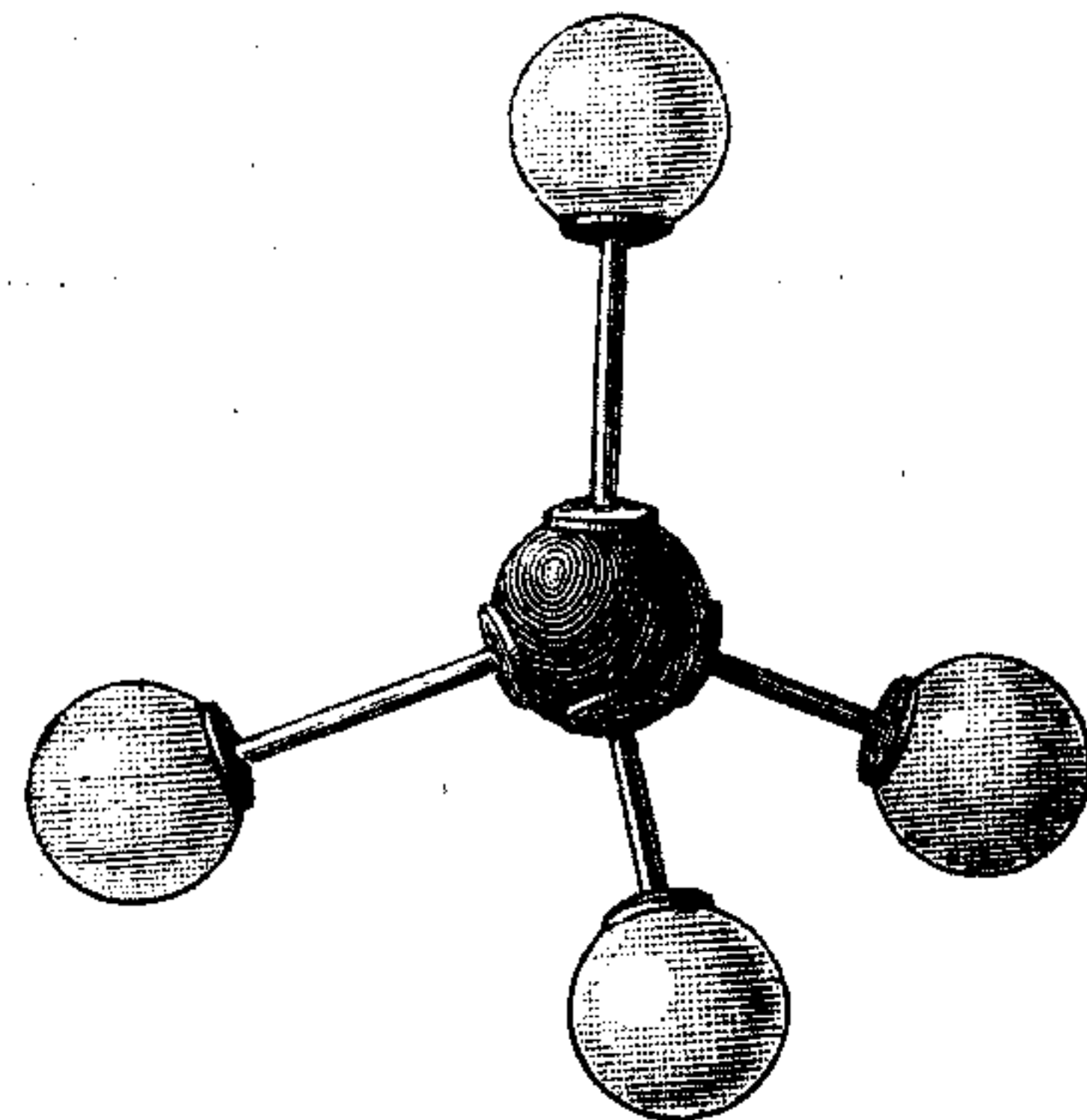


Рис. 64.

нимаетъ центръ тяжести тетраэдра сосѣднихъ бѣлыхъ атомовъ и обратно. Сдѣлаемъ равными нулю всѣ силы притяженія и отталкиванія между атомами. Соединимъ каждый черный атомъ съ сосѣднимъ бѣлымъ крѣпкимъ стержнемъ, какъ на небольшой модели, изображенной на рис. 64. Мы получимъ, такимъ образомъ, четыре примыкающіе къ каждому черному атому и къ каж-

дому бѣлому атому стержня, составляющихъ между собой тупые углы, равные, каждый,

$$\pi - \arccos \frac{1}{3}.$$

«2. Положимъ, что каждый атомъ вмѣсто точки представляетъ собой небольшую сферу; что каждый стержень снабженъ, на концахъ, сферическими чашками, которыя накрѣпко къ нему прикрѣплены и опираются на поверхность сферъ такъ, что онѣ могутъ свободно скользить по этимъ поверхностямъ, но не могутъ сойти съ нихъ. Мы бы осуществили такимъ образомъ молекулярное суставчатое строеніе, которое, въ массѣ, составляетъ quasi совершенную и несжимаемую жидкость. Но деформации должны быть бесконечно-малыми; а такія деформации вызываютъ пропорціональныя ихъ квадратамъ уменьшенія объема,—т. е. бесконечно-малыя второго порядка, которыми мы пренебрегаемъ. Вслѣдствіе этого ограниченія мы и не получаемъ совершенной и несжимаемой жидкости безъ наименованія «quasi». Но это ограниченіе не измѣняетъ ни въ чемъ совершенства нашего эфира по отношенію къ его способности передавать свѣтоты волны.

«3. Теперь, чтобы придать нашему строенію ту quasi упругость, которая нужна ему для совершенія колебаній, составляющихъ свѣтоты волны, прикрѣпимъ къ каждому стержню двойной гиростатическій приборъ, состоящій изъ двухъ гироскоповъ Фуко, установленныхъ по нижеслѣдующимъ указаніямъ.

«4. Вмѣсто простого стержня, возьмемъ стержень, центральная часть котораго, на протяженіи, напр., трети его длины, состоитъ изъ двухъ колецъ, плоскости которыхъ взаимно перпендикулярны, причемъ центръ и одинъ изъ діаметровъ каждого кольца находятся на оси этого стержня. Примемъ эти два кольца за внѣшнія кольца гироскоповъ (рис. 63) и поставимъ оси внутреннихъ колецъ перпендикулярно къ оси стержня. Помѣстимъ, далѣе, внутреннія кольца такъ, чтобы ихъ плоскости лежали въ плоскостяхъ внѣшнихъ колецъ и чтобы, слѣдовательно, оси ихъ маховыхъ колецъ лежали по оси стержня. Придадимъ этимъ двумъ маховымъ колесамъ скорости вращенія, равныя, но противоположнаго направленія.

«5. Построенный такимъ образомъ (т. е. такимъ образомъ построенный и такимъ образомъ приведенный въ движеніе) двойной гиростатическій приборъ обладаетъ тѣмъ особеннымъ

свойствомъ, что для того, чтобы удерживать стержень въ покоѣ въ нѣкоторомъ положеніи, наклоненномъ къ первоначально данному направленію его, нужно приложить въ плоскости, заключающей въ себѣ ось стержня, пару Пуансо. Моментъ этой пары, L , остается замѣтно постояннымъ, пока оси маховыхъ колесъ не повернулись на значительный уголъ по отношенію къ ихъ первоначальному направленію по оси стержня; величину этого момента даетъ слѣдующая формула, которую легко вывести изъ теоріи гироскопа,—а именно

$$L = \frac{(mk^2\omega)^2}{\mu} i,$$

гдѣ i означаетъ уголъ,—предполагаемый безконечно-малымъ,—между направленіемъ стержня въ его смѣщенномъ положеніи и въ его первоначальномъ положеніи, m —масса одного изъ маховыхъ колесъ, mk^2 —его моментъ инерціи, ω —его угловая скорость, а μ —моментъ инерціи, относительно оси цапфъ внутренняго кольца, всей массы (кольца и маховыхъ колесъ), которую эти цапфы поддерживаютъ.

«6. Наше суставчатое строеніе со стержнями между черными и бѣлыми атомами, снабженными гиростатическими приборами, болѣе не представляется лишеннымъ, какъ прежде, крѣпости,—а обладаетъ теперь совершенно особенной крѣпостью, не похожей на крѣпость обыкновенныхъ твердыхъ тѣлъ, силы упругости которыхъ зависятъ лишь отъ деформаций, ими претерпѣваемыхъ. Наоборотъ, его силы зависятъ прямо отъ абсолютныхъ вращеній стержней и зависятъ отъ деформаций только потому, что эти послѣднія суть кинематическія слѣдствія вращеній стержней. Это соотношеніе между quasi-упругими силами и абсолютнымъ вращеніемъ и есть именно то, какое намъ нужно для эфира,—въ особенности для объясненія явленій электродинамики и магнетизма.

«7. Хотя составленное такимъ образомъ строеніе имѣетъ нѣкоторый интересъ, какъ строеніе, показывающее особый родъ quasi-твердой упругости, зависящей отъ вращенія матеріи, кромѣ твердости и инерціи не имѣющей другихъ свойствъ, но

оно не удовлетворяетъ условіямъ § 14 статьи ХСІХ (Прибавленіе ІІІ). Деформація безъ вращенія вещества или строенія, разсматриваемаго, какъ однородное собраніе двойныхъ точекъ, непременно влечетъ за собой вращеніе нѣкоторыхъ изъ соединительныхъ стержней и требуетъ поэтому уравновѣшивающихъ силовыхъ дѣйствій. Для «эфира» статьи ХСІХ не требуется никакихъ силовыхъ дѣйствій, чтобы вызвать какую либо деформацию безъ вращенія, и любое перемѣщеніе, будетъ ли оно просто вращательнымъ, или же вращательнымъ и деформационнымъ, требуетъ приложенія постоянной пары силы, прямо пропорціональной вращенію и вокругъ той же оси. Въ сообщеніи, сдѣланномъ мною годъ тому назадъ Королевскому Эдинбургскому Обществу, я поставилъ задачу построенія суставчатой модели съ гиростатическимъ управленіемъ, которая бы выполняла условія не имѣть крѣпости противъ деформаций безъ вращенія и противодѣйствовать вращенію или вращательной деформации quasi-упругими силовыми дѣйствіями, прямо пропорціональными вращенію. Я далъ рѣшеніе и иллюстрировалъ его моделью для случая точекъ, которыя находятся всѣ въ одной плоскости; но я не усматривалъ тогда никакого весьма простаго рѣшенія для трехъ измѣреній. Послѣ многихъ безплодныхъ усилій, я въ настоящее время нашелъ слѣдующее рѣшеніе.

«8. Возьмите шесть тонкихъ прямыхъ стержней и шесть прямыхъ трубокъ, всѣ одинаковой длины, причемъ внутренній діаметръ трубокъ какъ разъ равенъ внѣшнему діаметру стержней. Соедините всѣ двѣнадцать концами въ одной точкѣ P ; механически это можно было бы сдѣлать (но это не стоитъ дѣлать) при посредствѣ механизмовъ изъ шара съ двѣнадцатью чашечками; условіе, которое нужно выполнить, заключается просто въ томъ, чтобы оси шести стержней и шести трубокъ проходили всѣ чрезъ одну точку P . Сдѣлайте большое число такихъ пучковъ изъ шести трубокъ и шести стержней и, для начала, соедините ихъ концами такъ, чтобы они образовали равностороннее однородное собраніе точекъ $P, P', \dots$, присоединенныхъ каждая къ ея двѣнадцати ближайшимъ сосѣдямъ такъ, что

стержень отъ одной изъ нихъ скользнуть въ трубку отъ другой. Это собраніе точекъ назовемъ нашимъ первоначальнымъ собраніемъ. Эти механическія соединенія между точками не налагаютъ на нихъ никакого стѣсненія: каждая точка собранія можетъ быть двинута произвольно въ любомъ направленіи, причемъ всѣ остальные останутся въ покоѣ. Эти механическія соединенія существуютъ только для того, чтобы снабдить насъ крѣпкими линиями, соединяющими эти точки, или, вѣрнѣе, крѣпкими цилиндрическими поверхностями, оси которыхъ расположены по соединительнымъ линиямъ. Сдѣлайте далѣе крѣпкую раму G (рис. 65) изъ трехъ стержней, скрѣпленныхъ перпендикулярно другъ къ другу въ одной точкѣ O . Помѣстите ее такъ, чтобы три стержня ея прикасались къ тремъ парамъ крѣпкихъ сторонъ какое нибудь тетраэдра

$(PP', P''P''')$, $(PP'', P'''P')$, $(PP''', P''P')$

въ нашемъ первоначальномъ собраніи. Помѣстите подобнымъ же образомъ подобныя крѣпкія рамы G, G', G'' и т. д. на ребра всѣхъ тетраэдровъ, соотвѣтствующихъ тому, который мы первый выбрали: центры этихъ рамъ образуютъ второе однородное собраніе, расположенное такъ по отношенію къ точкамъ P , какъ бѣлые атомы по отношенію къ чернымъ (§ 1).

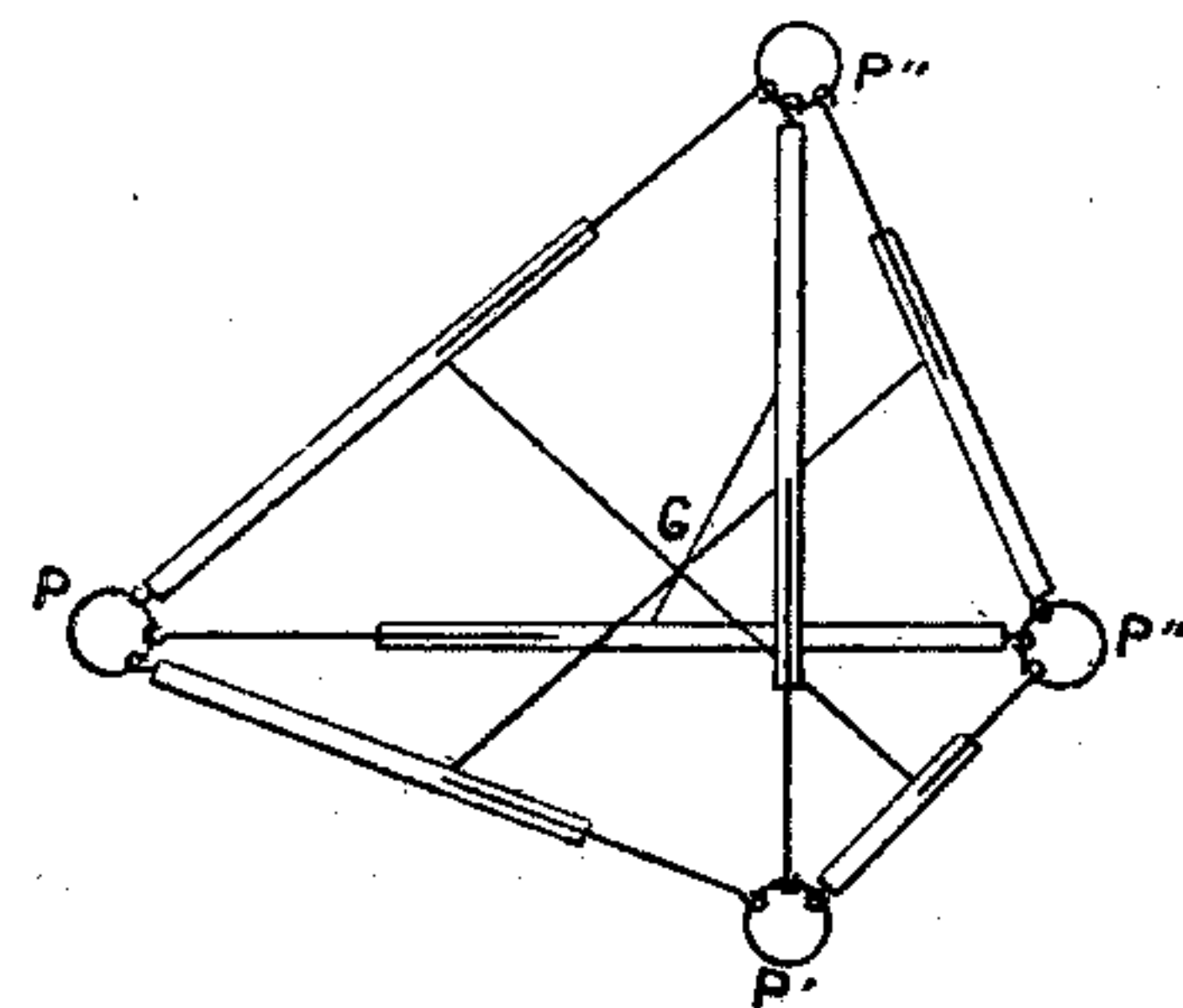


Рис. 65

«9. Положеніе этой рамы G , т. е. направленіе ея стержней и положеніе ея центра (шесть величинъ, которыми можно располагать), вполне опредѣляется четырьмя точками P, P', P'' и P''' (Томсонъ и Тэтъ, *Natural Philosophy*, § 198). Если бы ея стержни могли оторваться отъ трехъ паръ реберъ тетраэдровъ, то мы могли бы выбрать за шесть координатъ рамы шесть разстояній трехъ стержней отъ трехъ паръ реберъ; но мы предполагаемъ, что они связаны условіемъ оста-

ваться въ соприкосновеніи съ ними. И если теперь какая нибудь изъ точекъ P, P', P'', P''' или всѣ они будутъ какимъ либо образомъ сдвинуты, положеніе рамы G всегда вполне опредѣлено. Это иллюстрируется моделью, сопровождающей настоящее сообщеніе и изображающей одинъ тетраэдръ первоначальнаго собранія и одну раму G . Ребра тетраэдра сдѣланы изъ мѣдныхъ проволокъ, скользящихъ въ стеклянныхъ трубкахъ. Проволоки и трубки снабжены, каждая, скобочкой, черезъ которую проходитъ кольцо, удерживающее три конца вмѣстѣ на углахъ. На два изъ этихъ колецъ такимъ образомъ надѣто на каждое по двѣ стеклянныхъ трубки и одной мѣдной проволоки, а на другіе два—по двѣ мѣдныхъ проволоки и одной стеклянной трубкѣ.

«10. Возвратимся теперь къ нашему сложному собранію. Пусть оно будетъ смѣщено натяженіемъ всѣхъ реберъ, параллельныхъ PP' , безъ вращенія реберъ PP' или $P''P'''$. Это будетъ однородной деформаціей безъ вращенія этого первоначальнаго собранія. Рамы $G, G', \dots$ испытываютъ лишь поступательныя движенія безъ всякаго вращенія, въ чемъ мы легко убѣждаемся, обращая наше вниманіе на G и тетраэдръ $PP', P''P'''$. Разсмотримъ такимъ же образомъ пять другихъ перемѣщеній, производимыхъ вытягиваніемъ, параллельнымъ пяти другимъ ребрамъ тетраэдра. Какая угодно бесконечно-малая однородная деформация первоначальнаго собранія (§ 8) можетъ быть опредѣленнымъ образомъ разложена на шесть такихъ простыхъ вытягиваній и всякія бесконечно-малыя вращательныя деформации могутъ быть произведены наложеніемъ нѣкотораго вращенія безъ деформации на эту деформацию безъ вращенія. Отсюда слѣдуетъ, что бесконечно-малая однородная деформация первоначальнаго собранія безъ вращенія производитъ только поступательное движеніе, безъ вращенія, рамъ G ; и какое бы то ни было бесконечно-малое однородное смѣщеніе первоначальнаго собранія производитъ вращеніе каждой рамы, равное вращательной составляющей этого смѣщенія и направленное по той же оси.

«11. Теперь остается только придать рамамъ устойчивость

по отношенію къ вращенію. Это можно сдѣлать, помѣстивъ подходящимъ образомъ на нихъ гиростаты, на основаніи принциповъ, изложенныхъ выше въ §§ 3—5 и въ §§ 21—26 статьи СII (Прибавленіе IV). Достаточно было бы трехъ гиростатовъ, но для симметріи и для уничтоженія всякаго окончательнаго момента количествъ движенія всѣхъ вращающихся частей, помѣщенныхъ на одной рамѣ, можно взять ихъ двѣнадцать. Въмѣсто обыкновенныхъ гиростатовъ съ крѣпкими маховыми колесами мы можемъ взять жидкіе гиростаты, какъ описано ниже (§ 12), и сдѣлать такимъ образомъ небольшой шагъ по направленію къ уничтоженію грубаго механизма маховыхъ колесъ и осей и цапфъ съ масломъ, но я выбираю теперь жидкій гиростатъ только потому, что его легче описать.

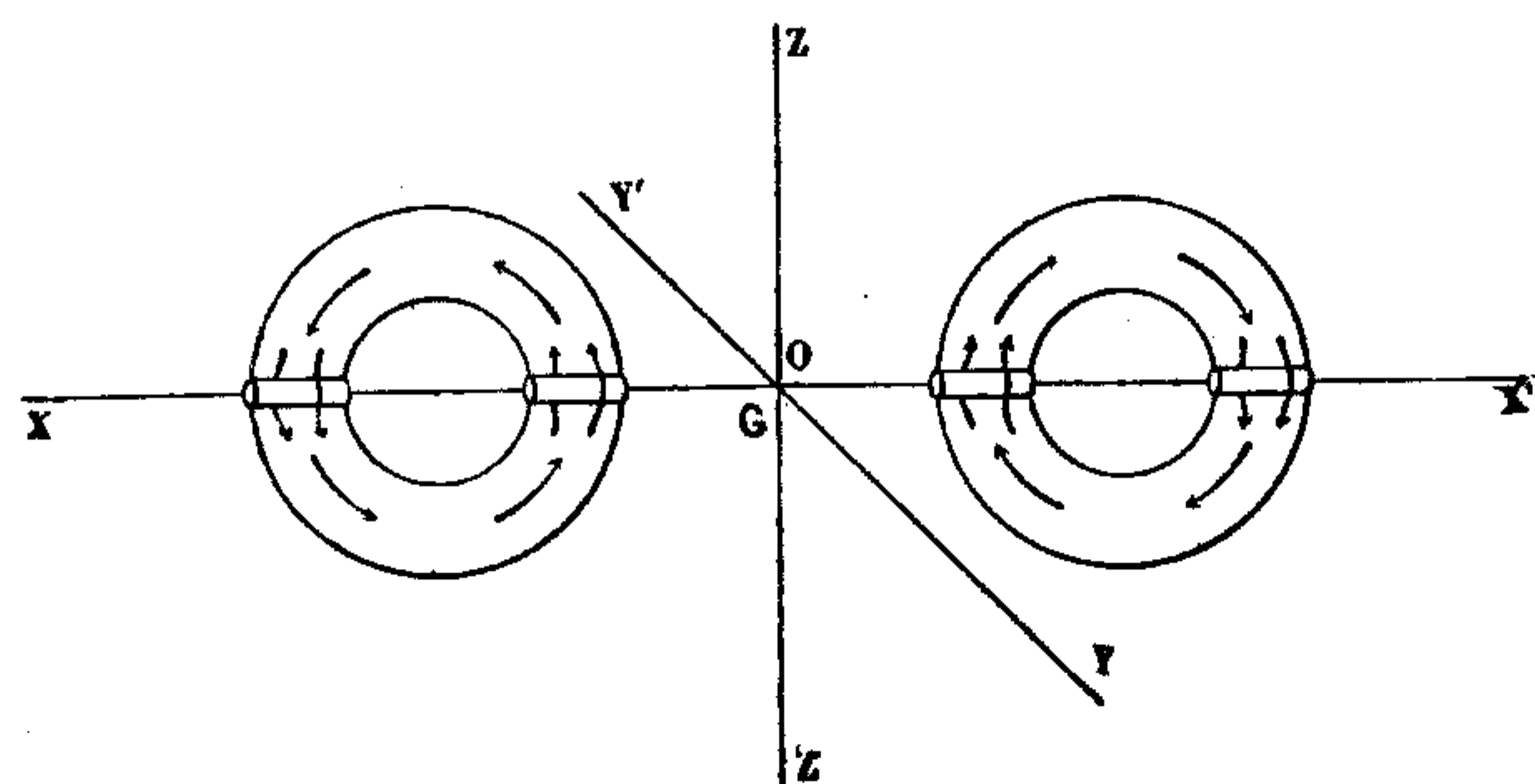


Рис. 66.

«12. Вообразите пустое якорное кольцо или торъ, т. е. бесконечную круговую трубку съ круговымъ сѣченіемъ. Просверлите его по діаметру и укрѣпите тамъ трубки, чтобы закрыть просверленные отверстія, какъ показано на рис. 66. Наполните его жидкостью, лишенной тренія, и дайте этой жидкости круговое движеніе безъ вращенія ¹⁾, какъ показано стрѣлками на рисункѣ. Это устройство представляетъ гидрокинетическую замѣну нашего механическаго махового колеса.

¹⁾ Для этого линейная скорость жидкости должна быть обратно пропорціональна разстоянію отъ оси вращенія тора.

[М. Бриллюэнъ].

Укрѣпите его на твердомъ стержнѣ, проходящемъ черезъ діаметральныя отверстія, и оно станетъ закрѣпленнымъ гиростатомъ или гироскопомъ Фуко, требующимся для нашей модели. Обратившись обратно къ § 3—4, мы увидимъ, насколько его употребленіе могло упростить и сократить данныя тамъ описанія, которыя были однако нарочно даны такъ, какъ есть, потому что они описываютъ дѣйствительный механизмъ, который практически осуществляетъ требованія, предъявляемыя нашей модели, очень интереснымъ и поучительнымъ образомъ, какъ можно видѣть изъ §§ 21—23 статьи СII (Прибавленіе IV).

«13. Пусть XOX' , YOY' , ZOZ' будутъ три стержня рамы G . Помѣстите на каждый изъ нихъ по четыре нашихъ жидкихъ гиростата, расположивъ ихъ на XOX' такъ, какъ сейчасъ будетъ описано, и соотвѣтственнымъ образомъ на остальныхъ стержняхъ. Изъ четырехъ колецъ, расположенныхъ на XX' , два нужно помѣстить въ плоскости YY' , XX' , а другіе два въ плоскости ZZ' , XX' . Круговыя движенія жидкости должны быть противоположно направлены въ каждой парѣ.

«14. Примѣняя гиростатическій принципъ, изложенный выше въ § 5, къ нашей рамѣ G , съ двѣнадцатью жидкими гиростатами, прикрѣпленными такимъ образомъ на ней, мы увидимъ, что, если, изъ положенія, въ которомъ она дана, со всѣми кольцами въ покоѣ, повернуть ее на бесконечно-малый уголъ i вокругъ какой нибудь оси, то для того, чтобы удерживать ее въ покоѣ въ этомъ измѣненномъ положеніи, требуется пара силъ, прямо пропорціональная i , и что эта пара остается почти постоянной, пока плоскости всѣхъ гиростатовъ отклоняются лишь на очень небольшіе углы отъ параллельности своимъ первоначальнымъ направленіямъ. Итакъ, съ этимъ ограниченіемъ по отношенію ко времени, наше первоначальное однородное собраніе точекъ, контролируемое управляемыми гиростатами рамами G , G' ..., точно выполняетъ условія, поставленныя въ § 14 статьи XCIX (Прибавленіе III). Если скорость движенія жидкости въ каждомъ гиростатѣ бесконечно-велика, система оказываетъ бесконечное сопротивленіе вращенію вокругъ любой оси; и если стержни и трубки, составляющіе ребра тетра-

эдра и стержни рамы G , всё совершенно крѣпки, то первоначальное собраніе неспособно на вращеніе или на вращательную деформацию; но, если ребра тетраэдра или стержни рамы G , или всё они, хоть немного упруго поддаются гнутію, то первоначальное собраніе выполняетъ условія, опредѣляющія гиристатическую крѣпость § 14 статьи ХСІХ, безъ всякаго ограниченія по отношенію ко времени, т. е. съ совершенной длительною его quasi-упругой крѣпости.

«15. Однородное собраніе точекъ съ гиристатической quasi-крѣпостью, сообщаемой ему такъ, какъ описано въ §§ 8—14, передавало бы, если бы построить его въ достаточно маломъ масштабѣ, свѣтовые колебанія совершенно такъ, какъ передастъ ихъ эфиръ въ природѣ: и оно было бы не способно передавать волны сгущенія и разрѣженія, потому что оно абсолютно свободно отъ сопротивленія сгущенію и разрѣженію. Оно представляетъ собой, на дѣлѣ, механическое осуществленіе той среды, къ которой я, полтора года тому назадъ, исходя изъ оригинальной теоріи Грина, пришелъ изъ чисто оптическихъ причинъ, для объясненія результатовъ наблюденій надъ преломленіемъ и отраженіемъ свѣта ¹⁾).

¹⁾ Phil. Mag., ноябрь 1888 ²⁾; Объ отраженіи и преломленіи свѣта, сэра В. Томсона [On the reflection and refraction of light].

(Прим. автора).

²⁾ 21, 414, 500.

(Прим. перев.).

ПРИБАВЛЕНІЕ VI.

Опроверженіе ученія Максвелла-Больтцманна, относящагося къ распредѣленію кинетической энергіи. Рѣшающій примѣръ.

Лорда Кельвина.

(Сэра В. Томсона).

[Proc. Roy. Soc., 51, 397, 28 апрѣля 1892].

«Ученіе, о которомъ идетъ рѣчь, есть то, которое было высказано Максвеллемъ въ слѣдующихъ словахъ:

«Въ окончательномъ состояніи системы, среднія кинетическія энергіи двухъ данныхъ частей системы будутъ относиться другъ къ другу, какъ числа степеней свободы этихъ двухъ частей (числа отдѣльныхъ геометрическихъ перемѣнныхъ, необходимыхъ для опредѣленія ихъ формы)». [О среднемъ распредѣленіи энергіи въ системѣ материальныхъ точекъ (Cambr. Phil. Soc. Trans., 6 мая 1878); перепечатано во II томѣ *Научныхъ работъ Максвелла*].

«Предположимъ, что система составлена изъ трехъ тѣлъ, A , B , C , могущихъ двигаться по одной и той же прямой KHL :

«Тѣло B колеблется подъ вліяніемъ пружины, достаточно крѣпкой, чтобы амплитуда колебаній оставалась небольшою, если даже случится, что тамъ скопится вся энергія системы;

«Тѣла A и C имѣютъ равныя массы;

«Тѣло C не подвержено вліянію никакихъ силъ, за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда оно ударяетъ неподвижную стѣнку L или когда оно ударяетъ тѣло B или получаетъ отъ него ударъ;

«Тѣло A не подвержено вліянію никакихъ силъ, за исключеніемъ тѣхъ моментовъ, когда оно ударяетъ тѣло B или когда оно приближается къ неподвижной стѣнкѣ K ; послѣдняя оказываетъ нѣкоторое отталкивательное дѣйствіе, постоянное или не постоянное на всемъ промежуткѣ NK , но которое становится безконечно большимъ, когда тѣло A приближается безконечно близко къ этой стѣнкѣ.

«Положимъ, что всѣ эти тѣла движутся туда и обратно, соударенія между тѣломъ *B* и равными тѣлами *A* и *C* вызовутъ и будутъ поддерживать равенство средняго значенія кинетической энергіи тѣла *A*, измѣряемой или непосредственно до соударенія, или тотчасъ послѣ соударенія, и средней кинетической энергіи тѣла *C*. Тогда, если принимать въ расчетъ время, проведенное тѣломъ *A* въ области *HK*, среднее значеніе суммы потенциальной и кинетической энергіи тѣла *A* равно средней кинетической энергіи тѣла *C*. Но потенциальная энергія тѣла *A* положительна во всѣхъ точкахъ пространства *HK*; ибо, вслѣдствіе нашего предположенія объ отталкивательныхъ дѣйствіяхъ,

скорость тѣла A уменьшается въ то время, какъ движеніе направлено отъ H къ K , и увеличивается во время обратнаго движенія. Средняя *кинетическая* энергія тѣла A меньше. слѣд., средней кинетической энергіи тѣла C .

«Этотъ примѣръ очень характеристиченъ для теоріи температуры и соотвѣтствуетъ предположенію, что температура твердаго или жидкаго тѣла равна средней кинетической энергіи каждаго атома: это—гипотеза, которую Максвелль принималъ за слѣдствіе его мнимой теоремы и которую, якобы установленную такимъ образомъ, всѣ разсматривали и несправедливо употребляли, какъ основное предположеніе Термодинамики.

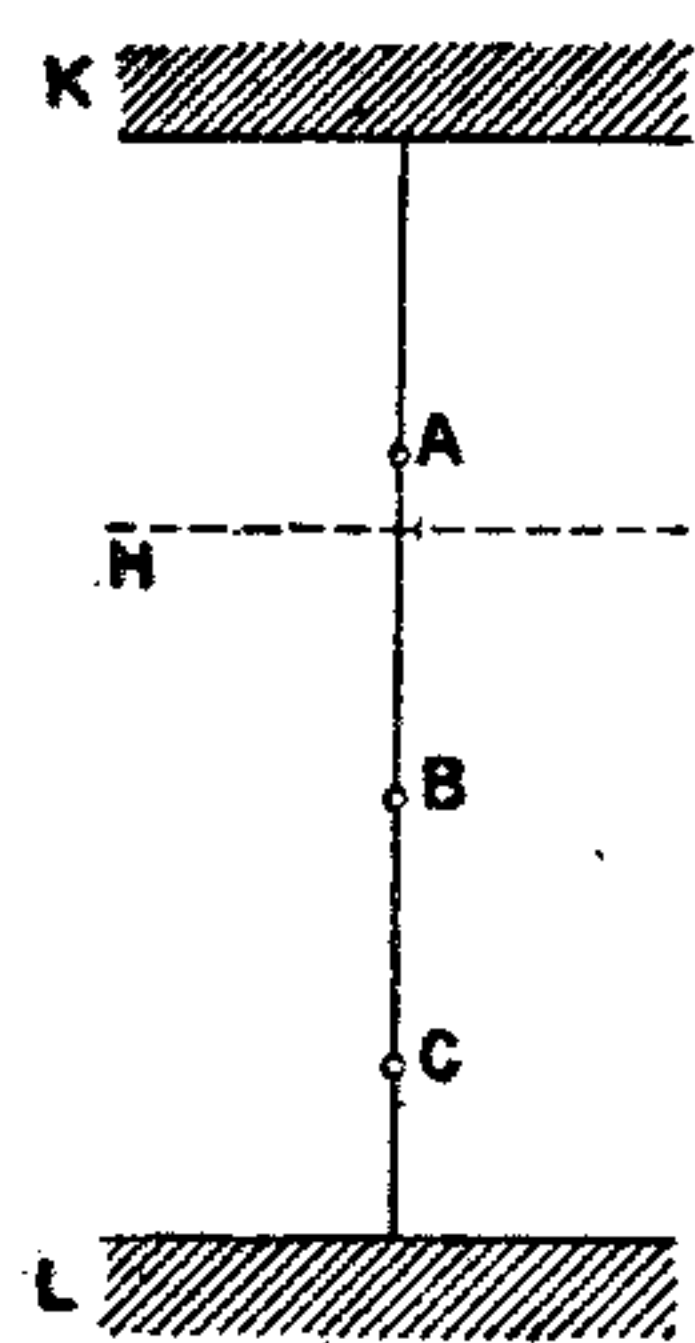


Рис. 67.

«Только для газа, достаточно *совершеннаго*, т. е. для собранія молекулъ, каждая изъ которыхъ движется втеченіе сравнительно долгаго времени по линіи, достаточно прямой, и испытываетъ измѣненія въ направленіи и въ скорости вслѣдствіе ударовъ, чрезвычайно недолго длящихся, и только по отношенію къ кинетической энергіи *поступательныхъ* движеній молекулъ совершеннаго газа, температура равна средней кинетической энергіи каждой молекулы, какъ предполагали сначала Уатерстонъ, затѣмъ Джуль и какъ первый доказалъ Максвеллъ».

Я счелъ нужнымъ присоединить къ книгѣ эту самую послѣднюю замѣтку лорда Кельвина, относящуюся къ этому, столь интересному, вопросу о механическомъ опредѣленіи температуры. Въ настоящее время мнѣнія очень раздѣляются относительно этого важнаго предложенія Максвелля-Больтцманна, самая формулировка котораго, безъ всякаго сомнѣнія, недостаточно точна по отношенію къ перечисленію необходимыхъ условій. Мы видимъ, что лордъ Кельвинъ становится рѣшительнымъ образомъ въ ряды ея противниковъ, а лордъ Рэлэй откладываетъ свое сужденіе, оставаясь скорѣе сочувствующимъ. Фраза, напечатанная здѣсь курсивомъ, кажется мнѣ немного быстрымъ заключеніемъ, и мнѣ не кажется очевиднымъ, что должно установиться нѣкоторое среднее постоянное состояніе, не зависящее отъ начальнаго состоянія. Предположимъ, дѣйствительно, что точка *C* будетъ въ покоѣ гдѣ нибудь между *L* и *B*, а точка *A* въ движеніи; можетъ установиться нѣкоторое постоянное состояніе, въ которомъ тѣло *B* будетъ болѣе или менѣе правильно колебаться вокругъ нѣкотораго средняго положенія, отличнаго отъ его положенія равновѣсія, и въ которомъ пружина, его поддерживающая, будетъ натянута подѣ влияніемъ одностороннихъ ударовъ, имъ испытываемыхъ. Это тѣло *B* не играетъ роли уравнивателя энергіи, которую приписываетъ ему лордъ Кельвинъ. Если эти двѣ точки *A* и *C* имѣютъ неравныя начальныя энергіи, но изъ условія постоянства мы получаемъ только, что пружина, поддерживающая тѣло *B*, натянется такимъ образомъ, чтобы величина отдѣльныхъ толчковъ могла быть неодинаковой и чтобы произведеніе числа ударовъ на среднюю живую силу въ моментъ удара получило опредѣленную величину для каждой изъ двухъ точекъ *A* и *C*.

Но можно сказать точнѣе: каково бы ни было начальное состояніе, можно всегда найти такое, соотвѣтствующее данному положенію стѣнки K , положеніе стѣнки L , чтобы число ударовъ C и A о B было одно и то же и чтобы тѣло B колебалось около естественнаго

его положенія равновѣсія безъ *инутія пружины* и играло роль свободнаго и проводящаго тепло поршня, находящагося между газообразной и жидкой массой. Тогда средняя кинетическая энергія тѣлъ *C* и *A* около *B* будетъ одинакова,—и вся остальная часть разсужденія лорда Кельвина остается въ силѣ и его заключенія нисколько не теряютъ своей убѣдительности.

Средній путь *A* очевидно короче средняго пути *C* и тѣмъ короче, чѣмъ болѣе область *НК* приближается къ *B* и чѣмъ энергичнѣе тамъ отталкивательная сила.

Что касается до меня, то я остаюсь при убѣжденіи, что опредѣленіе температуры, какъ количества энергіи, потенціальной или кинетической, полной или частной, одной обыкновенной матеріи представляется ошибочнымъ. Температура, опредѣляемая такимъ образомъ, будучи довольно просто связанной съ термодинамическими свойствами газовъ, не имѣетъ, повидимому, никакой связи съ условіями равновѣсія при излученіи въ пространство, свободное отъ матеріи. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, неизбѣжное вмѣшательство эфира привело г. Буссинеска къ совершенно иному опредѣленію температуры,—опредѣленію, которое очень мало извѣстно, но кажется мнѣ гораздо болѣе удовлетворительнымъ и плодотворнымъ: «для того, чтобы опредѣлить температуру въ какой нибудь точкѣ тѣла, вообразимъ, что мы удалимъ матерію вокругъ этой точки: температурой будетъ живая сила, на единицу объема, эфира пустоты, который занимаетъ эту выемку». Вотъ это опредѣленіе *температуры*, вполне удовлетворительное съ точки зрѣнія излученія, мнѣ казалось бы очень важнымъ дополнить и связать съ принципомъ Карно болѣе опредѣленно, чѣмъ сдѣлалъ это г. Буссинескъ ¹⁾.

[М. Бриллюэнъ].

Конецъ.

¹⁾ См. Буссинескъ. *Изслѣдованія принциповъ механики, молекулярнаго строенія тѣлъ и новой теоріи совершенныхъ газовъ* (Recherches sur les principes de la Mécanique, sur la Constitution moléculaire des corps et sur une nouvelle théorie des gaz parfaits, *Journal de Liouville*, 1873, 18, 337). «Можно назвать абсолютной температурой небольшого объема эфира половину живой силы, которой онъ обладаетъ при единицѣ массы, или количество, пропорціональное ей. Тѣло считается имѣющимъ нѣкоторую абсолютную температуру, когда его колебанія не увеличиваются и не уменьшаются при помѣщеніи его въ эфиръ, имѣющий ту же температуру».

См. также отчетъ Бріана о принципѣ Карно въ Rep. Brit. Ass., 1891, 85—122.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

Аберрація свѣта, 344, 347—348.

Абнэй [Abney], 202.

Абсолютная система единицъ, 60—68, 84—88.

Амперъ [Ampère], 55, 58, 59, 304, 356.

Ангстрёмъ [Ångström], 224 прим. 1, 248 прим. 1, 249 прим. 3, 250 прим. 2, 252 прим. 1, 254 прим. 2, 255 прим. 2, 259 прим. 1, 261 прим. 2, 265 прим. 1, 267 прим. 1, 268 прим. 1, 276 прим. 3.

Анизотропныя тѣла, 333—336.

Аномальная дисперсія, 319—325.

Атомическая теорія, 41, 43.

Атомы,

- » опредѣленіе размѣровъ атомовъ, основанное на волновой теоріи свѣта, 106—112, 121—122, 125—149.
- » капиллярномъ притяженіи, 116—121, 122—125.
- » кинетической теоріи газовъ, 149—152.
- » явленіяхъ электричества при соприкосновеніи, 112—115, 122—125.
- » величина ихъ, 48, 103—153.
- » разстояніе между ними, 48.

Ауэрбахъ [Auerbach], 55 прим. 1.

Бадень Пауэлль [Baden Powell], 128 прим. 1 (129).

Баркеръ [Barker], 235.

Бернулли [Daniel Bernoulli], Даниилъ, 100, 155, 158.

Бетховенъ [Beethoven], глухота его, 185—186.

Бирмингемъ [Birmingham], 58, 179, 191, 199, 390.

Блондло [Blondlot], 203 прим. 1.

Болль [Ball], 262 прим. 1, 285.

Болометръ, 222, 225.

Больцманъ [Boltzmann], 177, 178, 367, 369, 391.
 Босковичъ [Boscovich], 41, 161, 327, 329.
 Бостонъ [Boston], 157 прим. 1.
 Боттомлей [Bottomley, J. T.], Дж. Т., 156 прим. 2.
 Бойль [Robert Boyle], Робертъ, 100 прим. 1, 101, 155, 198.
 Бойсъ [Boys], 2 прим. 1, 27 прим. 1.
 Бравэ [Bravais], 329.
 Бранде [Brande], 121.
 Брайтъ [Sir Charles Bright], сэръ Чарльзъ. 62, 79, 89.
 Бриллюэнъ [M. Brillouin], М., VII, 319, 322 прим. 1 (323),
 325 прим. 2, 326, 331 прим. 1 (332), 337, 339 прим. 1 (340),
 347, 364 прим. 1, 370, 391.
 Британской ассоціаціи, единица, 61—62, 64—65, 93—94,
 312—313.
 » комитетъ для электрическихъ эталоновъ, 61,
 65, 84, 90, 92, 312.
 Брианъ [Bryan], 370 прим. 1.
 Брюстеръ [Sir David Brewster], сэръ Дэвидъ, 146 прим. 1 (147).
 Буніанъ [John Bunyan], Джонъ, «Врата Познанія», 179, 186, 189,
 199.
 Буссинескъ [Boussinesq], 319—370.
 Бутиньи [Boutigny], 14.
 Бэккерель [Edmond Becquerel], Эдмондъ, 148, 198.
 Бэйли [Baily], 72.
 Бунзенъ [Bunsen], 249.
 Варлэй [Cromwell F. Varley], Кромвэлль Ф., 40, 65, 183.
 «v» (отношеніе электростатической единицы къ электромагнитной
 единицъ счета), 60, 79, 83—84, 88, 93, 309—311.
 Вашингтонъ [Washington], 281.
 Веберъ [Weber], 55, 59, 60, 62, 304, 305, 309, 310, 312.
 Взаимодѣйствіе сталкивающихся частицъ, 158—163, 174—175,
 328—329.
 Виолль [Violle], 322 прим. 1.
 Видманштеттенъ [Widmanstätten], 295 прим. 3 (296).
 Вилльямсонъ [Williamson], 165.
 Вильсонъ [Dr. George Wilson], д-ръ Джоржъ, о чувствахъ, 179.
 Винеръ [Wiener], 122 прим. 1, 123 прим. 1.
 Вихревое движеніе, 167—177.
 Возрастъ солнечнаго тепла, 243—259.
 Волна, см. длина волны.
 Вольтовъ [Volta] конденсаторъ, 123, 124.
 Газы, диффузія ихъ, 156—157.

Газы, измѣненіе температуры съ давленіемъ, 281.
 » кинетическая теорія ихъ, 154—165.
 Гаррисъ [Sir Wm. Snow Harris], сэръ Вил. Сно, 301.
 Гартингъ [Harting], 136 прим. 1.
 Гауссъ [Gauss], 4, 5, 7, 55, 58, 59, 60, 65, 67, 304, 305.
 Гайдингеръ [Haidinger], 233.
 Гельмгольтцъ [Helmholtz], 175, 176, 193 прим. 1 (194), 203
 прим. 1, 251, 257, 262, 276.
 Генричи [Henrici], 191.
 Герцогъ Девоншайрскій [Duke of Devonshire], 300.
 Герцъ [Hertz], 55 прим. 1, 203 прим. 1.
 Гершель, [prof. A. S. Herschel], проф. А. С., 297.
 Гершель [Sir John Herschel], сэръ Джонъ, 146 прим. 1 (147),
 224, 248, 249, 263, 275, 293, 322 прим. 1.
 Геттингенское Магнитное Общество [Goettingen], 59.
 Гиксъ [Hicks], 175 прим. 1.
 Гильомъ [Guillaume], 27 прим. 1.
 Гиостатическій эфиръ, 336—346, 358—366.
 Гиостаты, 164—170, 325, 350—354, 359—361, 364—365.
 Глазго [Glasgow], I, IV, V, 35, 39, 66, 80 прим. 2, 191,
 248, 207, 295 прим. 1, 296, 314 прим. 1, 315, 389.
 Гладстонъ [Gladstone], 135.
 Глазбрукъ [Glazebrooke], 319.
 Гоккинъ [Hockin], 65.
 Гоксби [Hawkesbee], 4.
 Голубое небо, цвѣтъ его, 238—240.
 » Тиндалля, 138—143, 240.
 Гопкинсъ [John Hopkins], Джонъ, 319, 391.
 Гопкинсонъ [Hopkinson], 135.
 Грагамъ [Graham], 45.
 Графическій способъ рѣшенія уравненія капиллярныхъ поверх-
 ностей, 20—25.
 Графическія изображенія и ихъ значеніе, 191—193.
 Гринъ [Green], 55, 166 прим. 1, 329, 333, 343, 366.
 Грэй [Gray], 60 прим. 3.
 Гунтеръ [Hunter], 295 прим. 1 (296).
 Гуттонъ [Hutton], 4 прим. 1.
 Гюйгенсъ [Huygens], построеніе для передней части волны, 127.
 Давленіе на поверхности жидкости, 11.
 Даниэль [Daniell], 57, 94, 123 прим. 2, 124.
 Дарвинъ [Darwin], 206, 253.
 Движеніе вихревое, 171—177.

- Движеніе, отталкивательное Дэви, 158, 161, 269, 277.
 Движенія, зависящія отъ капиллярности, 34 — 38, 39 — 41, 49—52.
 » камфары, 49—52,
 Девильтъ [Saint Clair Deville], Сенъ Клэръ, 164, 165.
 Девоншайрскій [Duke of Devonshire], герцогъ, 300.
 Деламбръ [Delambre], 74.
 Де Ла Рю [De La Rue], 146.
 Демокритъ [Democritus], 154.
 Демонъ-распределитель Максвелла, 96—99, 159, 160 прим. 1.
 Дженкинъ [Fleeming Jenkin], Флимингъ, 61 прим. 2, 91, 312.
 Жильбертъ [Gilbert], 1.
 Джуль [Joule], 55, 93, 94, 100, 114, 124 прим. 1, 155, 158, 159, 160, 254 прим. 1, 258, 313, 345, 369.
 » измѣреніе ома, 93—94, 312—313.
 Дисперсія, см. свѣтотрѣсѣніе и аномальная дисперсія.
 Диссоціація, 164—165.
 Диффракціонныя рѣшетки, 76—78, 138, 234—238.
 Диффузионныя способности, 156 прим. 2 и 4.
 Длина волны звука, 215—217.
 » свѣта, 106—108, 217—219, 222—224, 227, 234—238.
 » модель, изображающая ее, 108—111.
 » рисунки, изображающіе ее, 130—133.
 Дорнъ [Dorn], 64 прим. 1, 94 прим. 1.
 Дюбуа [Dubois], 206 прим. 1.
 Дѣлимость матеріи, 103—105.
 Дэви [Sir Humphry Davy], сэръ Гемфри, 157, 158, 161, 269, 277.
 Дэль [Dale], 135.
 Дьюаръ [Dewar], 100, 125, 156.
 Единица Британской Ассоціаціи, 61—62, 64—65, 312—313.
 » времени, 78—84.
 » длины, 74—78, 106.
 » массы и силы, въ системѣ всемірнаго тяготѣнія 66, 68—73.
 » проводимости, 89—93.
 » Сименса, 63—65, 78, 94, 311—312.
 » сопротивленія, 61—65, 78, 86—88, 93—95.
 Единицы, абсолютная система ихъ, 60—68, 84—85, 304—313.
 » воспроизведеніе ихъ, 74—84.
 » для электрическихъ измѣреній, 54—95.
 » Q. G. S., 85—86.

- Единицы, практическая система электрическихъ ед-цъ, 84—86.
 » C. G. S., 67—68, 73—86.
 Звукъ, 185—196, 212—218.
 » длина волны его, 215—217.
 » распространеніе его, 212—218.
 » частота колебаній въ немъ, 194—196, 213—216, 219—220.
 » сила въ его колебаніяхъ, 213, 227—228.
 » скорость его, 214.
 Зодіакальный свѣтъ, 246.
 Жамень [Jamin], 117 прим. 4 (118).
 Желе, 101, 108, 238—240, 336—345.
 Излученіе солнца, 248—255, 275—276.
 » » опредѣленіе Лэнгленъ, 276.
 » » опредѣленіе Пулье, 248—249, 258, 276.
 » » опредѣленіе Форбеса, 276.
 Изотропное тѣло, 326—327.
 Инерція, электромагнитная, 80—83.
 Исландскій шпатъ, 230—232.
 Камфара, движеніе ея по поверхности воды, 49—52.
 Кантъ [Kant], 257 прим. 2.
 Капиллярное притяженіе, 1—39.
 » работа, совершаемая имъ, 7—10.
 » молекулярная теорія его, 3—7.
 Капиллярныя поверхности, 15—16, 18—19, 23, 25—30.
 Капля воды, 23, 25, 26—33.
 Карно [Carnot], 370.
 Квинке [Quinke], 5, 53.
 Кельвинъ [Lord Kelvin], лордъ, I, 367, 369, 370, 391, см. сэръ Вилльямъ Томсонъ.
 Кеплеръ [Kepler], 68.
 Кинетическая теорія газовъ, 154—165.
 » матеріи, 100—102, 154—178.
 Кирхгофъ [Kirchhof], 249.
 Клаузиусъ [Clausius], 45, 48, 100, 152, 155, 156, 158, 162, 165, 279 прим. 1, 327.
 Клеркъ Максвеллъ [Clerk-Maxwell], см. Максвеллъ.
 Клэркъ [Latimer Clark], Латимеръ, 62, 79, 89, 312.
 Колебаніе массы воды, 11—12.
 Колебанія въ упругой средѣ, 194—196, 238—240.
 » звуковыя, см. звукъ.
 » свѣтотвыя, см. свѣтъ.

Колебания, электрическія, 80—84, 203 прим. 1.
 Кольраушъ [Kohlrausch], 60, 313.
 Комитетъ Британской Ассоціаціи объ электрическихъ эталонахъ
 61, 65, 84, 90, 92, 312.
 Корню [Cornu], 72 прим. 1.
 Коши [Cauchy], 128, 134, 136, 137, 166 прим. 1, 169.
 Коэффициенты упругости твердаго тѣла, 329—333.
 Кривая, показывающая измѣненіе одной переменнѣй, 191—194.
 Крова [Crova], 322 прим. 1.
 Крофордъ [Lord Crawford], лордъ, 183.
 Круксъ [Crookes], 100, 155.
 Крѣпость твердыхъ тѣлъ, 55.
 Кулонъ [Coulomb], 55, 58, 59, 86, 299, 300, 301, 302,
 303, 304.
 Куперъ [Cooper], 22 прим. 1.
 Кэвендишъ [Cavendish], 2, 41, 55, 58, 59, 72, 300, 301,
 302, 303, 304, 308.
 Кэлэй [Cayley], 191, 192, 194.
 Кэмбриджъ [Cambridge], I, III, 141, 178, 300.
 Лагъ, см. счисленіе по лагу.
 Лапласъ [Laplace], 4, 5, 7, 47, 287 прим. 2, 293.
 Латимеръ Кларкъ [Latimer Clark], 62, 79, 89, 312.
 Ле-Веррье [Le Verrier], 246.
 Ленцъ [Lenz], 55.
 Ле-Сажъ [Le Sage], 102.
 Лесли [Sir J. Leslie], сэръ Дж., 48, 223 прим. 1.
 Лейденфростъ [Leidenfrost], 14.
 Лейпцигъ [Leipzig], 60.
 Либихъ [Liebig], 235.
 Ливерпуль [Liverpool], 191.
 Линдсэй [Lord Lindsay], лордъ, 183.
 Логика, 199—201.
 Лоджъ [Lodge], 203 прим. 1.
 Локьеръ [Lockyer], III, 272.
 Лондонъ [London], 66, 178, 191,
 Лошадиная сила, 254 прим. 1 и 2.
 Лошмидтъ [Loschmidt], 136 прим. 1, 152, 156 прим. 2.
 Лукрецій [Lucretius], 100, 154.
 Лунная теплота, 224—225.
 Лэнглэй [Langley], 202, 222, 223, 225, 248 прим. 1, 249
 прим. 3, 250 прим. 2, 252 прим. 1, 254 прим. 2, 255 прим. 2,

259 прим. 1, 261 прим. 2, 265 прим. 1, 267 прим. 1, 268 прим. 1,
 275, 276, 322 прим. 1.
 Лэнфайнъ [Lanfine] 295 прим. 1 (296).
 Лэнь [J. Homer Lane], Дж. Гомеръ, 262 прим. 1, 281, 282,
 283, 285.
 Люголь [P. Lugol], II, VII.
 Магнетизмъ, 59—60.
 Магнитная проникаемость, 342—343.
 Маклеодъ [Macleod], 75.
 Максвэлль [Clerk Maxwell], Клеркъ, 36, 37, 45, 48, 60, 69,
 80, 81 прим. 1, 96, 100, 152, 155, 156, 157, 158, 159 прим. 3,
 160 прим. 1, 162, 177, 178, 203 прим. 1, 300, 303, 312, 327,
 345, 367, 368, 369, 389, 391.
 Малевраншъ [Malebranche], о вихряхъ, 154.
 Манчестеръ [Manchester], 191.
 Марриотъ [Marriot], 155.
 Маскелинъ [Maskelyne], 41.
 Математика, 190—194.
 Матерія, диффузія ея, 156 прим. 2.
 » дѣлимость ея, 103—105.
 » кинетическая теорія ея, 100—102, 154—178.
 » крупно-зернистость ея, 153.
 » объясненіе ея свойствъ, 163—165.
 » теорія коренной ея однородности, 4, 7—12.
 » тяжесть ея, 1, 2.
 Маттиссенъ [Matthiessen], 65.
 Майеръ [Mayer], 257.
 Менсбрюггъ [van der Mensbrugghe], фанъ-дербъ-, 49.
 Металлы, ихъ прозрачность, 125—126.
 Метеориты, 294—298.
 Метрическая система, 105—106, 213—214, 264—265, 308.
 Механическая модель, вещества, обладающаго крѣпостью благодаря
 вращенію, 353—354.
 » волнообразныхъ колебаній, 108—111.
 » газа (гидрокинетическая), 175—177.
 » изображающая флуоресценцію и фосфоресцен-
 цію, 144—146.
 » индуктированнаго намагничиванія въ желѣзѣ,
 350—355.
 » quasi-совершенной жидкости, 358—359.
 » несжимаемаго твердаго тѣла, 329—330.
 » полезность ихъ, 354.

Механическая модель, свѣтового эфира, 239—240,
 » солнца, 265—271.
 » среды, подобной свѣтовому эфиру, 361—366.
 » твердаго тѣла, обладающаго 21 коэффициентомъ упругости, 330—333.
 » упругаго сопротивленія газа, 277—280.
 » упругаго твердаго тѣла (гидрокинетическая), 171—175.
 » упругаго твердаго тѣла (гиростатическая), 166—170.
 » упругости quasi-твердаго тѣла, 359—360.
 Механическое изображеніе, магнитной силы въ электромагнитѣ, 340—346.
 » электромагнитной теоріи свѣта, 345.
 Миддлсбургъ [Middlesbrough], 297.
 Молекулы, см. атомы
 «Мо»-«омъ», 89—93.
 Мортонъ [Morton], 211.
 Мыльные пленки, 6—7, 47, 116—121.
 Мэшенъ [Méchain], 74.
 Мэшъ [Maiche], 90 прим. 1.
 Навье [Navier], 166 прим. 1, 169, 327, 331, 333.
 Направленіе свѣтовыхъ колебаній, 139—143.
 Натяженіе поверхности раздѣла, 13—17.
 Натяженіе свободной поверхности, 13—17.
 Неоднородность матеріи, 3—6, 41—43, 127—128, 196 прим. 1.
 Непонятность большихъ чиселъ, 103, 220—221.
 Нейманъ [Neumann], 4.
 Николева [Nicol] призма, 139, 140, 143, 231.
 Нобертъ [Nobert], 136.
 Нью-Йоркъ [New York], 207, 334.
 Ньюкомбъ [Newcomb], 262 прим. 1, 274, 285.
 Ньютоновскій законъ притяженія, 2—6, 41—42, 171.
 Ньютоновы кольца, 109—111, 116, 138.
 Ньютонъ [Sir Isaac Newton], сэръ Исаакъ, 1, 2, 3, 6, 68, 70 прим. 3, 73, 101, 109, 116, 117, 138, 171, 226, 227, 327, 340, 341.
 Обоняніе, 203—205.
 Омъ [Ohm], 55, 312, 345 прим. 2.
 » единица, 61—65, 86—88, 93—95, 312—313.
 Органныя трубы, 214—215.

Отношеніе электростатической и электромагнитной единицы, 60, 79, 83—84, 88, 93, 309—311.
 «Отталкивательное движеніе» Дэви, 158, 161, 269, 277.
 Пальмерстонъ [Lord Palmerston], лордъ, 314, 316, 317.
 Парижскій [Paris] международный съѣздъ относительно электрическихъ единицъ, 62—63, 65, 86.
 Пауэлль [Powell], см. Баденъ Пауэлль.
 Плато [Plateau], 117 прим. 1.
 Пленка, идеальная, 10—12.
 » осуществленіе ея, 26—31.
 » работа, совершаемая ею соотвѣтственно уменьшенію поверхности воды, 10—12.
 Пленки, мыльные, 6—7, 47, 116—121.
 Плотность земли, 72—73.
 » эфира, 322 прим. 1.
 Поверхностное натяженіе, 10, 13, 20, 22, 32—37, 39—40, 45—47, 49—53.
 » дѣйствіе на него тепла, 36—37.
 Поверхность раздѣла, ея натяженіе, 13—17.
 » ея сморщиваніе, 13, 37.
 Показатели преломленія, 135.
 Поляризація свѣта, 139—143, 230—234, 238—240.
 » плоскость ея, 139—143, 232, 239—240.
 » магнитное вращеніе плоскости ея, 170.
 Практическія примѣненія науки, 58.
 Притяженіе, зависящее отъ тяготѣнія, 1—3.
 » капиллярное, 1—39.
 » «коренная» теорія его, 4, 7—12.
 » между двумя различными жидкостями, 12—13, 17—20, 33—38.
 » между различными частями одной и той же жидкости, 7—12.
 » между твердымъ тѣломъ и жидкостью, 13—17, 20—30.
 » работа, совершаемая капиллярнымъ притяженіемъ, 7—10.
 Проводимость, единица электрической п—сти, 89—93.
 Пуанкаре [Poincaré], 319, 330.
 Пуансо [Poinsot], 360.
 Пуассонъ [Poisson], 55, 166 прим. 1, 169, 304, 327, 329, 331, 333.
 Пузыри, мыльные, 6, 27, 47.

- Пульс [Pouillet], 248, 249, 251, 255 прим. 2, 258, 275, 276, 332 прим. 1.
- Пучки Гайдингера [Haidinger's brushes], 233—234.
- Пэрри [John Perry], Джонъ, 22.
- Работа, совершаемая измѣненіемъ формы, 11—12.
- » » капиллярнымъ притяженіемъ, 7—10.
- » » капиллярнымъ притяженіемъ въ связи съ поверхностнымъ натяженіемъ, 13—14.
- Равновѣсіе двухъ несмѣшивающихся жидкостей, 17—20.
- » жидкости, соприкасающейся съ твердымъ тѣломъ, 20—30.
- » отдѣльной массы жидкости, 11—12.
- » пара на кривой поверхности жидкости, 43—49.
- Разсѣяніе энергіи, 96—99, 162—163, 177—178, 243.
- Разстояніе молекулъ, 48, 53, 153, 325 прим. 2.
- » столкновенія, 174,
- Расширяемость солнца, 250—252.
- Ренкинъ [Rankine], 255.
- Рейдъ [Dr. Thomas Reid], д-ръ Томасъ, о чувствахъ, 180, 181, 207.
- Рейнольдъ [Reinold], 6, 52, 117 прим. 1 и 4.
- Робинсонъ [Robinson] 299, 300, 301, 303, 304.
- Рубенсъ [Rubens], 101.
- Румкорфъ [Rumkorf], 224 прим. 1,
- Румфордъ [Count Rumford], графъ, 157.
- Рутерфордскія [Rutherford] рѣшетки, 138.
- Рюккеръ [Rücker], 6, 52, 117 прим. 1 и 4.
- Рэлэй [Lord Rayleigh], лордъ У, 12 прим. 1, 49, 53, 64, 65, 75, 78, 93, 94, 107 прим. 1, 212, 369, 389.
- » движеніе камфары по водѣ, 49—53.
- » исправленіе ома Британской ассоціаціи, 64—65.
- Сванъ [Swan], 90.
- Свѣтоносный эфиръ, 217, 228—230, 240—241.
- Свѣторазсѣвательная молекула, 320—322.
- Свѣторазсѣяніе, теорія Коши, 128—136.
- » » Томсона, 319—325.
- Свѣтъ, 197—203, 205—207, 211—242.
- » волновая теорія его, 211—245.
- » длины волны его, 106—108, 218—219, 223, 224 прим. 1, 227, 234—238.
- » измѣреніе длинъ волнъ его, 76—78, 234—238.
- » направленіе его колебаній, 139—143.
- » поляризація его, 139—143, 230—234, 238—240.
- » преломляемость его, 126—137, 139 прим. 1.

- Свѣтъ, распространеніе его, 212, 218—220.
- » сила въ его колебаніяхъ, 227—228.
- » скорость его, 126—135, 238.
- » частота колебаній въ немъ, 197—198, 220—224, 227—228, 238.
- » «фотографовъ», 223—224, 226.
- Сенъ Клэръ Девиаль, см. Девиаль.
- Сиджвикъ [Mrs. Sidgwick], г-жа, 64, 78, 94.
- Сила, 203—205.
- » въ звуковыхъ и свѣтовыхъ колебаніяхъ, 227—228.
- » лошадиная, 254 прим. 1 и 2.
- Сименсовская единица сопротивленія, 63—65, 78, 94, 311—312.
- Сименсъ [Dr. Werner Siemens], д-ръ Вернеръ, 63, 64, 299, 311, 312.
- Сименсъ [Sir William Siemens], сэръ Вилльямъ, 63, 78, 86, 87, 90, 91, 94, 311 прим. 1, 312.
- Системы единицъ, см. единицы.
- Скорость звука, 214.
- » какъ мѣра сопротивленія въ электромагнитной системѣ, 65, 78, 86—87, 304—306.
- » какъ мѣра проводимости въ электростатической системѣ, 87—88, 306—309.
- » свѣта, 126—135, 238, 310.
- «Слезы крѣпкаго вина», 35—36, 39—40.
- Солнце, вѣковое его охлажденіе, 245—253.
- » вѣроятные его предшественники, 285—298.
- » дѣйствіе на него уплотненія, зависящаго отъ тяготѣнія 250—251, 258—259, 262—263, 271—275, 276—277.
- » конвенціонные потоки въ немъ, 263—264, 269—272, 285.
- » механическая аналогія его, 265—271.
- » настоящая его температура, 254—255, 283—285, 290—291.
- » плотность его, 274—275, 282—293.
- » ранняя (туманная) исторія его, 285—293.
- » расширяемость его, 250—252.
- » теплоемкость его, 249, 252—253.
- » термическая дѣятельность его, 264—265.
- Солнечное излученіе, 248—255, 275—276.
- » опредѣленіе Лэнглэ, 276.
- » опредѣленіе Пулье, 248—249, 258, 276.

- Солнечное тепло, опредѣленіе Форбеса, 276.
 Солнечное тепло, 243—298.
 » возрастъ его, 243—335.
 » метеорная теорія его, 245—247, 257—258, 262—298.
 » туманная теорія его, 285—293.
 » химическая теорія его, 247 прим. 1, 271—272.
 » происхожденіе и количество его, 254—259.
 Соудареніе молекулъ, 158—163, 174—175, 279, 328—329, 367—369.
 Сно Гаррисъ [Sir Wm. Snow Haggis], сэръ Вил., 301.
 Спектръ, 138, 225—227, 234—238.
 Спиритизмъ, 182—183.
 Спонъ [Spon], 61 прим. 2.
 Стоксъ [Stokes], 134, 139, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 198, 204, 248, 249, 319, 344, 347.
 Студень (несжимаемое упругое твердое тѣло), см. Желе.
 Стюартъ [Balfour Stewart], Бальфуръ, 312.
 Сцѣпленіе, 41—43.
 Счисленіе по лагу, 200—201.
 Сфероидальное состояніе жидкости, 15.
 Твердость, опредѣленія и измѣренія ея, 54—55.
 Температура и кинетическая энергія, 159—160, 369—370.
 » солнца, 254—255, 283—285, 290—291.
 Теорія, кинетическая т—я газовъ, 154—165.
 » кинетическая т—я матеріи, 100—102, 154—178.
 » коренной однородности матеріи, 4, 7—12.
 » происхожденія солнечнаго тепла, 285—293.
 Тепло, диффузія его, 156 прим. 2.
 » дѣйствіе его на поверхностное натяженіе, 36—37.
 » какъ движеніе, 100, 157—158.
 » лучистое, 198—199, 201—203, 205—207, 221—224.
 » отъ луны, 224—225.
 » солнца, см. солнечное тепло.
 Теплоемкость, 249 прим. 1.
 Тиндалль [Tyndall], 100, 138, 139, 147, 211.
 Тихо де Брагѣ [Tycho Brahe], 287 прим. 2.
 Томлинсонъ [Tomlinson], 49.
 Томсонъ [J. J. Thomson], Дж. Дж., 176 прим. 1, 389.
 Томсонъ [James Thomson], Джемсъ, 35, 36 прим. 1, 39.
 Томсонъ [Sir William Thomson], сэръ Вилльямъ, I, III, IV, VII, 12 прим. 2., 13 прим. 2, 27 прим. 1, 36 прим. 4, 53, 71 прим. 1, 81

- прим. 2, 83 прим. 1, 107 прим. 1, 103 прим. 3, 113 прим. 1, 119 прим. 1, 123 прим. 2, 159 прим. 1, 165 прим. 1, 166, 169 прим. 1, 175 прим. 1, 176 прим. 1, 180 прим. 1, 200 прим. 1, 203 прим. 1, 215 прим. 1, 241 прим. 2 (242), 248 прим. 1, 253 прим. 2, 265 прим. 2, 281 прим. 1, 287 прим. 3, 291 прим. 1, 319, 320, 321, 322 прим. 1, 323, 325, 326, 329, 330, 331 прим. 1, 333, 337, 338, 340, 342 прим. 1, 345 прим. 1 и 2, 352, 362, 366 прим. 1, 367, 391.
 Туманная теорія солнца, 285—293.
 Тяготѣніе всемірное, 1—2.
 » единицы массы и силы въ системѣ всемірнаго тяготѣнія, 66—73.
 » какъ причина сцѣпленія, 42—43.
 Тяжесть, 41—43.
 Тяжесть матеріи, 1—2.
 Тэтъ [Tait], 71 прим. 1, 100, 113 прим. 1, 156, 165 прим. 1, 166, 315, 326 прим. 1, 327, 345 прим. 1, 362.
 Уатерстонъ [Waterston], 257, 369.
 Уаттъ [Watt], 254 прим. 1 и 2.
 Уайтъ [White], 315.
 Уголь соприкосновенія, 14—15, 20.
 Упругій свѣтоносный эфиръ, 228—230.
 Упругое сопротивленіе газа, 163.
 » механическое подобіе его, 277—280.
 Упругое твердое тѣло, вихревое движеніе, 175—177.
 » » гидрокинетическая модель его, 171—175.
 » » гиростатическая модель его, 166—170.
 » » несжимаемое, см. желе.
 Упругость газа, 163—165, 174—177.
 » какъ родъ движенія, 100—102, 166—170.
 » коэффициенты γ —сти, 329—333.
 Уравненіе капиллярныхъ поверхностей, 20—23.
 Урановое стекло, 146, 197—198.
 Уэльшъ [Welsh], 280.
 Ванъ-деръ-Менсбрюггѣ [van der Mensbrugghe], 49.
 Фарадей [Faraday], 6, 55, 170, 171, 183, 303, 304, 305.
 Фаренгейтъ [Fahrenheit], 97, 214 прим. 1.
 Феддерсенъ [Feddersen], 82.
 Фиккъ [Fick], 156 прим. 2.
 Филадельфія [Philadelphia], 211, 214, 233, 390.
 Флуоресценція, 146—149, 198, 323.
 » механическая модель ея, 144—146.

- Форбесъ [Forbes], 275, 276.
 Фосфоресценція, 146—149, 198, 323.
 » механическая модель ея, 144—146.
 Франклинъ [Franklin], 243, 390.
 Фраунгоферовы линіи, 227.
 Фраунгоферъ [Fraunhofer], 108, 138, 227.
 Френель [Fresnel], 166 прим. 1, 347.
 Фуко [Foucault], 78, 183, 365.
 Фурье [Fourier], 69.
 Христиансенъ [Christiansen], 319.
 Хукъ [Hooke], 327.
 Цельзій [Celsius], 114, 120, 121, 214 прим. 1, 248, 249, 250, 252, 253, 254 прим. 1, 290.
 Частота колебаній, 107, 212.
 Черное пятно на пленкѣ, 6, 47, 116—119.
 » въ центрѣ Ньютоновыхъ колець, 111—112, 118 прим. 1.
 Чувства, «Шесть вратъ познанія», 179—210.
 Чувство вкуса, 203—205.
 » запаха, 203—205,
 » зрѣнія, 197—203.
 » магнитное, 182—184.
 » мускульное, 207—210.
 » осязанія, 181—182, 205—210.
 » силы, 182, 207—210.
 » слуха, 185—196.
 » тепла, 181, 205—207.
 » электрическое, 184—185.
 Шиллеръ [Schiller], 82.
 Шуманъ [Schuman], 202 прим. 1, 224 прим. 1.
 Эбердинъ [Aberdeen], 314.
 Эвереттъ [Everett], 70, 80, 84.
 Эдинбургъ [Edinburgh], I, 299, 361, 389, 391.
 Эдисонъ [Edison], 90.
 Эккъ [Aske], 295 прим. 1 (296).
 Электрическая проводимость, 89—93, 193, 305—309, 310—313.
 Электрическія единицы, 54—95, 301
 » измѣренія, 54—95, 299—318.
 » колебанія, 80—84, 203 прим. 1.
 Электрическое сопротивленіе, 65, 78, 86—87, 305—306.
 Электромагнетизмъ, 59.

- Электромагнитная инерція, 80—83.
 Электромагнитныя измѣренія, 303—306.
 Электрометры, 313—318.
 Электростатическая емкость, 301—309.
 Электростатическія измѣренія, 299—309.
 » » Кэвендиша, 300—303, 308.
 » » Кулона, 299.
 » » Робинсона, 299.
 Золотропія, 333.
 Эпикуръ [Epicurus], 154.
 Эрстедъ [Ørsted], 304, 306, 356.
 Эфиръ, 217, 228—230, 240—241, 261, 320—325, 336—366, 370.
 » гиростатическій, 336—346, 358—366.
 » движеніе его въ мѣди и желѣзѣ, 347—350.
 » плотность его, 322 прим. 1.
 Юингъ [Bishop Ewing], епископъ, 298.
 Юингъ [Ewing], проф., 356.
 Юнгъ [Young], 39.
 Явленія при соприкосновеніи двухъ различныхъ жидкостей, 17—20, 33—38, 39—40,

ВАЖНѢЙШІЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка.	Напечатано:	Должно быть:
5	2 снизу	Entlarmung	Entfernung
13	3 снизу	resultis	result is
49	1 сверху	<i>Прибавленіе С.</i>	<i>Прибавленіе D.</i>
50	14, 20 и 25 сверху	камфоры	камфары
55	4 сверху	коэффициента	коэффициента
57	10 снизу	который	которой
88	8 »	косростью.	скоростью
101	6 »	выбрасываемыя	выпускаемыя
105	4 сверху	непостимою	непостижимую
108	5 »	Фрауэнгоферомъ	Фраунгоферомъ
117	18 »	0.119×10^{-2}	0.119×10^{-5}
134	12 »	критическаго	критического
138	15 снизу	Фрауэнгоферъ	Фраунгоферъ
147	12 и 11 снизу	способности преломленія	преломляемости
155	13 сверху	Мариотта	Марриота
158	5 »	центробъжнаа	центробъжная
159	18 »	близко	вблизи
164	14 »	матерій	матеріи
169	8 снизу	Adinamic	Adynamic
172	5 сверху	образующіеся	образующееся
173	7 »	гидрокинетической	гидрокинетической
175	19 »	Гельмгольцевской	Гельмгольтцевской
176	10 »	Гельмгольцев-	Гельмгольтцев-
198	10 снизу	Эдмундъ	Эдмондъ
202	6 »	Schumann	Schuman
212	18 »	школы	шкалы
217	3 сверху	двигается	движется
227	18 »	фрауэнгоферовыми	фраунгоферовыми
240	15 снизу	Такъ, вы	Такимъ образомъ вы
247	1 »	должны	то мы должны

257	8 сверху	Ватерстономъ	Уатерстономъ.
—	19 »	тепла	солнечнаго тепла.
266	9 »	самое	само
270	1 »	сраженіяхъ	движеніяхъ
276	11 »	Гельмгольцевскихъ	Гельмгольтцевскихъ
277	13 снизу	Гѳфри	Гѳфри
283	2 сверху	и, кажется, въ	и кажется въ
—	3 »	вѣроятно,	вѣроятнымъ,
287	10 снизу	въ 1572 году	Тихо де Браге въ 1572 году.
295	2 сверху	шое—	шее—
296	6 »	камня,	камня и
299	4 »	Collection	Collection
301	12 »	насадъ	назадъ
304	19 »	токи и	токи и,
311	5 »	припомнить	припомнить,
312	12 »	измѣрить	измѣрить
315	16 »	электрометра	электрометра
325	6 »	потому	потому
331	18 »	(100)	(001)
341	18 »	изобрѣтеніе	изобрѣтенія
343	5 сверху	и	и въ
344	16 снизу	Такъ,	Такъ
»	6 »	простанствѣ	пространствѣ
349	5 сверху	одного	однако
353	8 »	подаетъ	падаетъ
362	14 »	какое	какого

О Г Л А В Л Е Н І Е.

	Стр.
Предисловіе къ первому изданію	II
Предисловіе ко второму изданію	V
Предисловіе переводчика	VI
Капиллярное притяженіе.	1
Пятничное вечернее чтеніе въ Королевскомъ Институтѣ 29 Января 1886.	
Прибавленіе А. О нѣкоторыхъ любопытныхъ движеніяхъ, наблю- даемыхъ на поверхностяхъ вина и другихъ спиртныхъ напитковъ .	39
Сообщеніе, сдѣланное профессоромъ Джемсомъ Томсономъ въ секціи А Британской Ассоціаціи на съѣздѣ въ Глазго въ 1855 г.	
Прибавленіе В. Замѣтка о тяготѣніи и сдѣвленіи.	41
Сообщеніе, сдѣланное въ Единбургскомъ Королевскомъ Об- ществѣ 21 Апрѣля 1862.	
Прибавленіе С. О равновѣсіи пара на кривой поверхности жид- кости	43
Сообщеніе, сдѣланное въ Единбургскомъ Королевскомъ Об- ществѣ 7 Февраля 1870.	
Прибавленіе D. Объ измѣреніи количества масла, достаточнаго для прекращенія движенія камфары на водѣ.	49
Сообщеніе, сдѣланное лордомъ Рэлеемъ въ Королевскомъ Обществѣ 27 Марта 1890 и перепечатанное здѣсь съ его разрѣшенія.	
Единицы для электрическихъ измѣреній	54
Лекція въ Институтѣ Гражданскихъ Инженеровъ, 3 Мая 1883.	

Демонъ-распреѣлитель Максвелля	Стр. 96
Извлеченіе изъ пятничнаго вечерняго чтенія въ Королевскомъ Великобританскомъ Институтѣ 28 Февраля 1879.	
Упругость, разсматриваемая, какъ возможный родъ движенія. 100	
Извлеченіе изъ пятничнаго вечерняго чтенія въ Королевскомъ Великобританскомъ Институтѣ 4 Марта 1881.	
Величина атомовъ	103
Пятничное вечернее чтеніе въ Королевскомъ Великобританскомъ Институтѣ 3 Февраля 1883.	
Шаги къ кинетической теоріи матеріи	154
Рѣчь при открытіи секціи математики и физики Британской Ассоціаціи на сѣздѣ въ Монреалѣ въ 1884 г.	
Прибавленіе къ статьѣ „Шаги къ кинетической теоріи матеріи“	
Шесть вратъ познанія	179
Предсѣдательская рѣчь въ Бирмингемскомъ и Мидлэндскомъ Институтѣ 3 Октября 1883.	
Волновая теорія свѣта	211
Лекція, прочитанная по предложенію Франклиновскаго Института въ Академіи Музыки въ Филадельфіи 29 Сентября 1886.	
О возрастѣ солнечнаго тепла	243
Перепечатано изъ «Macmillan's Magazine» за Мартъ 1862.	
Часть I. О вѣковомъ охлажденіи солнца	244
Часть II. О настоящей температурѣ солнца.	254
Часть III. О происхожденіи и общей суммѣ солнечнаго тепла	256
О солнечномъ теплѣ	260
Пятничное вечернее чтеніе въ Королевскомъ Великобританскомъ Институтѣ 21 Января 1887.	
Электрическія измѣренія.	299
Рѣчь, произнесенная 17 Мая 1876 года передъ секціей механики на собраніяхъ, засѣдавшихъ по случаю специальной выставки коллекціи научныхъ приборовъ Лона (the Special Loan Collection of Scientific Apparatus) въ Саусъ-Кенсингтонскомъ музеѣ.	

ПРИБАВЛЕНІЯ.

I.—Молекулярная механика.	Стр. 319
Двадцать лекцій, прочитанныхъ сэромъ В. Томсономъ въ университетѣ Джона Гопкинса; записаны и изложены М. Бриллюэномъ.	
II.—Молекулярное строеніе матеріи.	326
Сообщеніе сэра В. Томсона въ Единбургскомъ Королевскомъ Обществѣ; въ сокращеніи и съ примѣчаніями М. Бриллюэна.	
III.—Механическія изображенія магнитнаго поля. (Движенія вязкой жидкости; равновѣсіе или движеніе упругаго твердаго тѣла; равновѣсіе или движеніе идеальнаго вещества, называемаго для краткости <i>эфиромъ</i> ; механическое изображеніе магнитной силы)	337
Статья сэра В. Томсона, въ сокращеніи М. Бриллюэна.	
IV.—Эфиръ, электричество и вѣсомая матерія	347
Рѣчь сэра В. Томсона въ Институтѣ Электрическихъ Инженеровъ; въ сокращеніи М. Бриллюэна.	
V.—О гиростатическомъ адиабатическомъ строеніи для «эфира»	358
Статья сэра В. Томсона.	
VI.—Опроверженіе ученія Максвелля-Больцмана, относящагося къ распреѣленію кинетической энергіи. Рѣшающій примѣръ.	367
Статья лорда Кельвина (сэра В. Томсона).	
Алфавитный указатель	371
Важнѣйшія опечатки	387
Оглавленіе	389