

Опровергает ли современная электрическая теория материи—материализм?

За последние двадцать пять лет, благодаря целому ряду новых открытий, возникла и развилась совершенно новая наука—наука о строении атома. Этот выдающийся успех истолковывается присяжными философами, занимающими кафедры во всех университетах Западной Европы и Америки и, в значительной степени, в Р.С.Ф.С.Р как полное крушение старой науки, как окончательное раскрепощение человеческой мысли от, приводящего в содрогание всякого „порядочного“ человека, материализма!

В научно-популярной литературе, почти всегда находящейся под исключительным влиянием философов, и очень далеко стоящей от живых источников самой науки, эта точка зрения самым ревностным образом поддерживается и распространяется в широких кругах читателей.

Нельзя не отметить, что и сами представители науки—сами авторы новейших исследований, хотя они в своей работе и остаются почти без исключения последовательными материалистами, сплошь и рядом поддаются общему настроению и в своих, весьма ценных исследованиях, немногими заключительными фразами присоединяются к хору философов буржуазного мира. Что эти заключительные фразы и выводы противоречат содержанию самого исследования, может заметить тот, кто хорошо знает суть дела; а тот кому хочется во чтобы то ни стало услышать эти выводы, понятно будет всегда утверждать, что перед ним не уступка требованиям „приличия“ современного культурного общества, а строго-логические выводы из строго-научного исследования и притом высказанные не кем-нибудь, а самими авторами этих ценных исследований.

В самом деле, как часто приходится слышать, что атомная теория окончательно опровергнута, так как ученые делят теперь атомы на части; что материя вообще не существует, потому что теперь выяснено строение атома, состоящего из электрически заряженных частиц, а масса этих частиц не материальная, а электро-магнитная! Наконец, энергия имеет массу, следовательно масса есть свойство энергии, а не материи, бесследно исчезнувшей с горизонта изумленного физика.

Последнее соображение на счет массы энергии затронуто в статье Дарвина, напечатанной в переводе на страницах настоящего журнала. Дарвин излагает дело так, как-будто понятие о массе энер-

гии вытекает только из современного принципа относительности ¹⁾, в дальнейшем мы увидим, что это далеко не так.

Попробуем дать ответ на все эти возражения. Начнем с самого нелепого; будто раздробление атома опровергает атомную теорию! Если мы заглянем в историю химии, то мы увидим, что великие умы, введшие в начале XIX века в науку атомную теорию и поставившие эту теорию впервые на прочную почву меры и числа, мыслили, как и подобает всем крупным ученым диалектически, а не метафизически. Приняв, для объяснения основных химических законов—закона постоянства состава и закона кратных отношений существование неразложимых обычными приемами частиц или атомов, они вовсе не предполагали абсолютной неделимости атома; наоборот, уже в 1815 году Вилиам Проут высказал предположение, что атомы всех т.-н. элементов составлены из атомов водорода, который являются чем-то в роде первичной материи и, что кажущаяся неразложимость элементов на составляющие их атомы водорода обусловлена исключительной прочностью этого рода соединений. Эту мысль пытались тогда доказать тем, что атомные веса всех элементов являются кратными атомного веса водорода; как известно, это не удалось. Зато опыты Рутерфорда 1919—1921 года, в которых искусственно были разложены атомы азота, бора, фосфора, натрия и алюминия, причем в качестве одного из продуктов распада был обнаружен водород, возвращают нас снова к взглядам Проута. О других доказательствах гипотезы Проута в связи с опытами Астона, см. статью Дарвина, напечатанную на стр. (58).

Является ли поэтому современная наука опровержением смелых взглядов основателей научного атомизма, как это хотят изобразить буржуазные философы и их легковверные последователи, предоставляем судить читателям ²⁾.

1) Для характеристики настроения современного ученого мира любопытно отметить статью философа проф. Г. Вальдон'а Карр'а „Метафизика и Материализм“, напечатанная в „Nature“ 20 октября 1921 года в этой статье доказывається, что преимущество принципа относительности перед всеми другими теориями физики состоит в том, что он наносит „смертельный удар материализму“.

2) Как относились великие ученые к вопросу о неделимости атома еще задолго до открытия расщепления атомов лучше всего показывают слова, написанные Д. И. Менделеевым в его знаменитых основах химии: „Для нас ныне атом есть неделимое не в геометрическом, абстрактном смысле, а только в реальном, физическом и химическом. А потому лучше было бы назвать атомы индивидуумами—неделимыми. Греческое атом=индивидууму латинскому по сумме и смыслу слов; но исторически этим двум словам придан равный смысл. Индивидуум механически и геометрически делим и только в определенном реальном смысле неделим. Земля, солнце, человек, муха суть индивидуумы, хотя геометрически делимы. Так атомы современных естествоиспытателей, неделимые в физико-химическом смысле, составляют те единицы, с которыми имеют дело при рассмотрении естественных

Гораздо сложнее вопрос об электро-магнитной массе. В самом начале упомянутой выше статьи Дарвина есть указание, что много лет тому назад Дж. Дж. Томсону удалось показать, что всякое заряженное электричеством тело, должно обладать добавочной массой в силу своего заряда.

Первое указание на эту добавочную электро-магнитную массу встречается в обстоятельном теоретическом исследовании Дж. Дж. Томсона, напечатанном в журнале „Philosophical Magazine“ в апреле 1881 года, т.-е. более чем сорок лет тому назад. Впоследствии Томсон все более и более подробно развивал эти взгляды в своих двух книгах „Новейшие успехи в области учения об электричестве и магнетизме“¹⁾, „Электричество и материя“²⁾, а также в речи, произнесенной на годовичном собрании Британской ассоциации в Виннипеге в 1909 году³⁾. И, наконец, в статье „Масса, энергия и излучение“ в 1920 году⁴⁾. Хотя обо всех этих работах знаменитого физика везде отзываются с большим почтением, но их почти никогда и нигде не излагают. Даже более того, когда речь заходит об электро-магнитной массе—основном понятии в современной теории атома, почти никогда не упоминают о том, что это понятие было установлено Томсоном, который, по общему признанию, является едва ли не самым выдающимся из живущих теперь физиков на всем земном шаре. Почему? Потому что даваемое им объяснение электро-магнитной массе и все изложение этого учения ведется с точки зрения самого строгого материализма—о чем вероятно и сам Томсон не подозревает и если бы ему сказали, что он материалист, он может-быть с негодованием стал бы возражать.

В силу своего материалистического характера картина, даваемая Томсоном, очень проста и понятна, а между тем в новейших исследованиях, где на первый план выдвигается формальная математическая сторона, совершенно затушевана физическая картина явления—она по-просту отсутствует, за то в выводах красуются фразы: электро-магнитная масса электронов не материальна; электромагнитная масса есть масса энергии, а не материи, как раньше думали, потому что материи вообще больше не существует!

явлений вещества, подобно тому, как при рассмотрении людских отношений человек есть неделимая единица или как в астрономии единицей служат светила, планеты, звезды... (Основы химии стр. 164, 5 издание 1889 г.)

¹⁾ Recent researches in Electricity and Magnetism Oxford 1893 г.

²⁾ Electricity and Matter London 1903 есть немецкий перевод в серии „Wissenschaft“ Vieweg, Braunschweig 1904 г.

³⁾ Эта речь имеется в переводе на русский язык, Петербург 1919 г. Исправленный и дополненный перевод этой речи войдет в сборник „Естественно-научные основы материализма“, I часть—физика, издаваемый Госиздатом.

⁴⁾ „Philosophical Magazine,“ June 1920 г.

Попробуем разобраться в этом вопросе.

Представим себе шар, имеющий массу M грамм и пусть мы бросили этот шар, сообщив ему скорость v сантиметров в секунду. Механика учит нас, что при этом мы должны были затратить энергию, численно равную произведению квадрата скорости (т.-е. скорость умноженную самое на себя) на массу шара, деленную пополам или $\frac{Mv^2}{2}$. Представим теперь, что мы сильно зарядили электричеством тот же шар и опять бросили его с той же скоростью. Как указал впервые Томсон в 1881 году, нам придется в этом случае затратить больше энергии. В самом деле, движущийся, электрический заряд проявляет все действия электрического тока: он будет, например, отклонять магнитные стрелки, мимо которых мы заставим его пролетать, а на это требуется энергия.

Таким образом, приводя в движение заряженный шарик, мы должны сообщить ему больше энергии, мы должны одновременно „создавать“ электро-магнитное поле с его энергией—электро-магнитное поле движущегося заряда. Так как скорость будет по предположению та же, что и раньше, а энергия должна быть больше, то вместо $\frac{Mv^2}{2}$ нам придется написать $\frac{(M + m)}{2} v^2$, т.-е. дело происходит так, как будто при той же скорости масса стала больше: вместо M — $M + m$. Вот эта добавочная масса m и называется электромагнитной массой. Но эта электро-магнитная масса обладает удивительной особенностью, если мы вычислим ее, исходя из основных уравнений электро-магнитного поля, то оказывается, что она непостоянна, что она возрастает по мере возрастания скорости движения, а если эта скорость приближается к скорости света, то электромагнитная масса растет беспрестанно стремясь к бесконечности...

Кроме того, если мы хотим летящий, заряженный шар подтолкнуть в том же направлении, в котором он двигается, нам придется преодолеть инерцию массы $M + m$, если же мы хотим подтолкнуть этот летящий шар под прямым углом к его движению, то дело будет происходить так, как будто нам приходится преодолевать инерцию не $M + m$, а $M + m'$, где m' электро-магнитная масса „поперечная“, которая меньше m — „продольной“; т.-е. эта масса различна, пытаемся ли мы ее продвинуть в сторону, куда она уже движется, или под прямым углом к ее прежнему движению. Но и это еще не все!

Опыты с электронами показали, что у них вся масса электромагнитная и никакой другой нет, что в книжках, за исключением Томсоновских, формулируется как доказательство не материальности электрона, как полный разрыв с механикой Ньютона, где нет никакой

продольной и поперечной или изменяющейся со скоростью массы, а есть одна постоянная и неизменная.

Постараемся теперь выяснить какую наглядную и простую картину нарисовал Томсон для этих таинственных, но строго установленных теперь фактов. Для этого рассмотрим сначала несколько простых примеров из области механики, примеров, имеющих некоторое сходство с упомянутыми выше фактами.

Пусть у нас имеется твердый шар, который погружен в воду и мы привели его в движение под водой, толкнув его в ту или другую сторону. Если бы вода удовлетворяла требованиям идеальной жидкости—не имела следов вязкости, то шар двигался бы по инерции с неизменной скоростью. Какую требуется сообщить энергию шару, чтобы заставить его двигаться в воде со скоростью v ? Оказывается, что к массе шара M при расчете энергии надо добавить некоторую массу окружающей его воды: получится $\frac{M+m}{2}v^2$. Почему?

Потому что двигать шар в воде нельзя иначе, как двигая при этом воду. Шар будет толкать воду перед собой и она струйками будет обтекать его, заполняя прежде занятое им место, а для того, чтобы привести в движение воду, нужна энергия. Итак, масса воды увлекаемая движущимся шаром является аналогией электро-магнитной массе. Как мы увидим дальше, Томсон электро-магнитную массу так и считает за массу увлекаемой электроном среды—эфира. Но аналогию можно провести еще и дальше. Пусть шар у нас полый с очень легкими но вместе с тем прочными стенками, а из полости пусть выкачан воздух самым совершенным из существующих насосов.

Тогда мы приближаемся к случаю электрона, у которого вся масса—масса электро-магнитная, движущаяся масса практически сводится к массе воды, окружающей легкую шарообразную оболочку, а внутри шара будет пустое пространство.

В примере движущегося шара, из которого выкачан воздух, само собой разумеется нет никакого опровержения материализма: движется материя, а расположена ли она внутри шара или снаружи—это конечно дела не меняет; к приведенному примеру очень близко подходит практически часто встречающийся случай—движение пузырьков воздуха в воде, так как воздух приблизительно в 1000 раз легче воды, то масса воды приводимая в движения пузырьком во много раз больше содержимого пузырька.

Представим себе теперь, что в воде находится не шар, а цилиндр и представим себе, что он двигается параллельно оси, т. е. торцом вперед: при своем движении он будет также двигать воду; таким образом, при расчете энергии потребной для приведения в движение цилиндра, надо принять в расчет не только его собствен-

ную массу, но и массу воды увлекаемой цилиндром—это и будет по-прежнему аналогия электро-магнитной массы. Теперь предположим, что мы стали двигать под водой цилиндр в направлении, образующем прямой угол с его осью. При таком боковом движении он будет увлекать с собой больше воды: он не будет так легко „разрезать“ воду как при движении торцом вперед. Добавочная масса воды будет в этих двух случаях разная—вот, следовательно, пример из области механики на „продольную“ и „поперечную“ массу, опять таки не заключающий в себе ничего таинственного и непонятного.

Остановимся еще на одном примере из той-же области, который поможет нам разобраться в более сложных электро-магнитных процессах. Положим, что мы имеем ряд, погруженных, в воду цилиндров, которые движутся перпендикулярно к их осям и все расположены параллельно друг к другу; оказывается, что если цилиндры стоят близко друг к другу, они увлекают при своем движении больше воды, чем если они отстоят друг от друга на больших расстояниях. Таким образом количество воды, увлекаемое при движении твердого тела, погруженного в воду зависит от того двигаются ли рядом с ним другие тела и близко ли или далеко они расположены ¹⁾.

Переходим теперь к основному вопросу о движении электрического заряда. Со времени Фарадея в науку введено понятие о т.-н. силовых линиях или силовых трубках. Эти линии на опыте наблюдаются следующим образом. В расплавленный парафин, к которому подмешана угольная пыль, опускают, подвешенный на шелковинке металлический, заряженный шарик. Дадим парафину затвердеть. Разрезая затем затвердевшую массу парафина по различным направлениям ножом, мы увидим, как вкрапленные в нем угольные пылинки располагаются по направлениям радиусов, погруженного в парафин заряженного шарика (см. рис. 1). Получается картина, как-будто из центра шарика по всем направлениям выходят эти, отмеченные угольной пылью, линии—это как раз направления, по которым действуют силы притяжения и отталкивания: для заряженного шара эти силы всегда направлены к центру или от центра. Фарадей приписывал этим линиям, заметным для нашего глаза, благодаря присутствию угольной пыли, реальное существование, а Томсон в 1881 году высказал предположение, что эти линии представляют собой род вихревых ниток в эфире, которые при своем движении увлекают с собой часть окружающего их эфира ²⁾ из которых в свою очередь они сами

¹⁾ J. J. Thomson „Elektricität und Materie“ p.25 Vieweg Braunschweig 1904.

²⁾ В настоящее время даже Эйнштейн, отрицавший недавно существование эфира, заполняющего собой все пространство, считает его необходимым для своей теории „всеобщей относительности“.

состоят, на подобие воронкообразных вихрей, возбуждаемых в воде веслом. Эти силовые линии по Томсону, при своем движении увлекают эфир также, как твердые цилиндры увлекают воду в разобранных нами примерах.

Разобрав детально этот вопрос Томсон показал, что чем быстрее будет двигаться заряженный шарик или электрон, тем больше силовых линий соберется в области его экватора EQ (см. рис. 2). Здесь происходит примерно то же, что происходит с полуоткрытым зонтиком при ходьбе против ветра: зонтик сам открывается и совершенно ясно, что идти против ветра с полуоткрытым зонтиком легче чем с

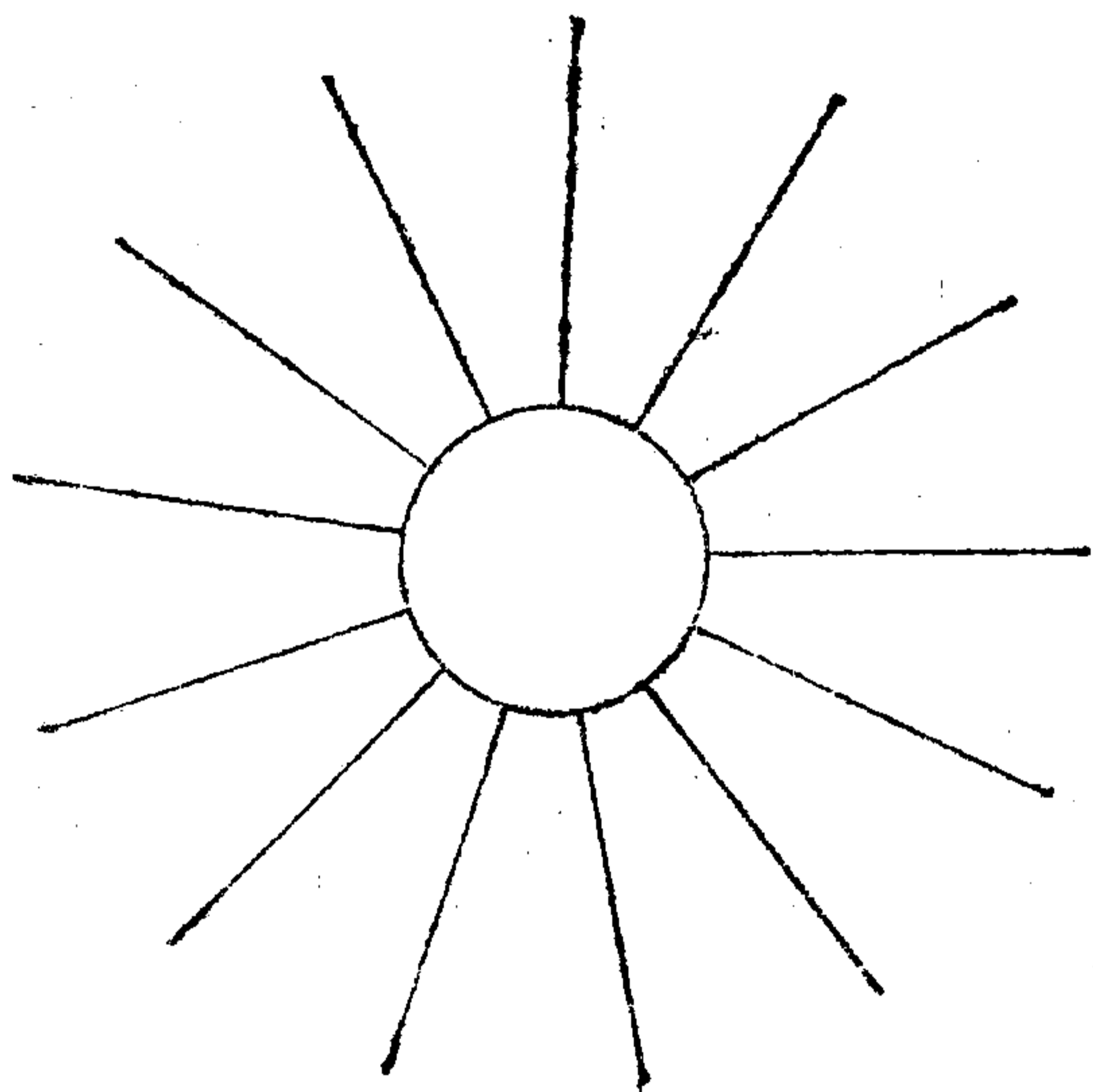


Рис. 1.

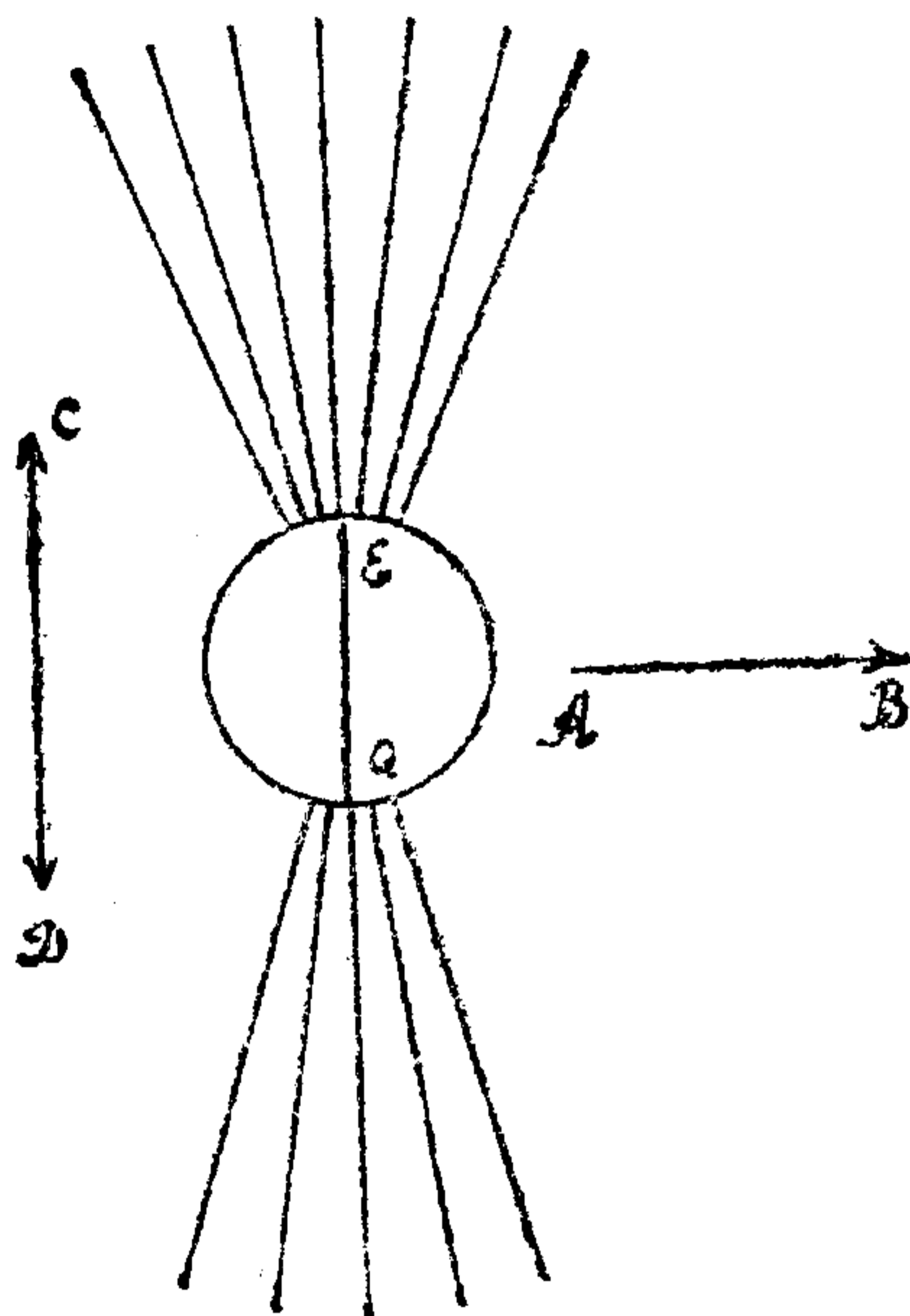


Рис. 2.

открытым: открытый зонтик больше увлекает с собой воздуха. Таким образом, по Томсону, наглядно объясняется таинственное возрастание электро-магнитной массы в зависимости от скорости. Чем быстрее движение, тем гуще в экваториальной области скучиваются силовые линии, так как в таком положении они оказывают большее сопротивление движению, а всякое тело движется именно так: сухой лист с дерева падает всегда плашмя, а не в разрез. С другой стороны, чем гуще расположены силовые линии, тем больше вещества каждая из них захватывает с собой из окружающей среды. Точно также наглядно объясняется разница между продольной и поперечной массой. Представим себе, что мы сделаем попытку сообщить добавочную скорость в направлении AB рис. 2. Нам придется привести в движение

гораздо больше вещества окружающей среды, чем если мы попытаемся продвинуть нашу систему в направлении СД, когда наши цилиндры—силовые линии скотавшиеся в области экватора должны будут двигаться почти все торцем вперед.

Это объяснение изложено Томсоном в целом ряде цитированных сочинений, удостоившихся самых похвальных отзывов, но нигде, кроме как у самого Томсона, такого изложения нет. Содержание его работ в несколько измененном виде, не изменяющем однако существа дела, обыкновенно излагается формально математически по рецепту Маха, рекомендовавшего пользоваться исключительно „точным описанием, составленным по принципу экономии“, устраняя всякие попытки „метафизических объяснений“; а в результате, испугав читателя „продольными“ и „поперечными“ не материальными массами, ему говорят, что никакой материи не существует!

В заключение остановимся на затронутом в статье Дарвина вопросе о массе энергии. Этот вопрос был также подробно разработан Томсоном. Мы видим, что густота силовых линий определяет количество, захватываемой ими, среды—эфира, т.-е. того, что составляет движущуюся массу; но где гуще линии, там больше электрические силы—там больше энергия самого поля сил. Таким образом, если мы станем на точку зрения электрической теории материи и будем рассматривать энергию положения частиц, составляющих атомы, как энергию электрического поля, то каждому изменению взаимного расположения частиц, сопровождающемуся изменением энергии будут соответствовать изменения густоты сетки, связывающих отдельные заряженные части силовых линий, в ее различных частях, а отсюда и масса, увлекаемого этой сеткой, эфира. Теперь к этим вопросам подходят с другой стороны, исходя из принципа относительности; при этом совершенно утрачивается та ясная конкретная картина, которую нарисовал Томсон, пытаюсь связать во едино эфир, материю и электричество...

Но самый сильный аргумент в пользу взглядов Томсона мы можем почерпнуть из истории науки за последние десятилетия: его взгляды опережали опыт; все же „новейшие толкования“¹⁾

¹⁾ Весьма характерно начало последней статьи I. I. Thomson'a в июньской книжке Philosophical Magazine 1920 года, развивающей точку зрения, принятую автором еще в 1881 г.

„Задачу настоящей статьи составляет попытка дать изображение физических процессов с помощью физических-же понятий. Это—попытка помочь тем, кто любит дополнять чисто аналитический прием обработки физических явлений еще и таким, который позволяет рассматривать физические процессы, как действия некоторых моделей. Эта статья написана для тех, кто, говоря коротко, при рассуждениях не менее охотно пользуется образами, чем символами“.

тех же самых задач возникали после опытных исследований. Таким образом, наглядные рассуждения и образы, развитые Томсоном послужили толчком к той длинной цепи экспериментальных и теоретических исследований последних десятилетий, которая дала нам новую науку и которая представляют собой одно из самых величайших достижений человеческой мысли.

А. Тимирязев.

* * * * *