

лучей видимого света. Это есть то, что мы могли бы ожидать, если бы поглощение молекулой зависело от энергии кванты, сконцентрированной в объеме, сравнимом с объемом молекулы. Исследования Лоренца (Logenz), Ламба (Lamb) и покойного Рэля показали, что, когда имеется резонанс между волнами, которые мы называем максвелловского типа, и молекулой, энергия, идущая в молекулу от волн, не такова, как протекающая через площадь фронта волны, равную площади поперечного сечения молекулы, но такая, как протекающая через площадь, равную $\frac{\lambda^2}{\pi}$ где λ есть длина световой волны. Таким образом, если бы волны Максвелла резонировали с молекулой, энергия в площади $\frac{\lambda^2}{\pi}$ фронта волны устремилась бы на молекулу и прошла бы сквозь нее. Но площадь кванты, согласно нашему взгляду, пропорциональна λ^2 , что, как мы видели, и есть площадь, из которой резонанс дает возможность молекуле черпать энергию. Таким образом, если энергия в кванте идет, как мы предполагаем, по пути энергии в максвелловских волнах, энергия кванты сконцентрирована, чтобы вся влилась в молекулу.

Я уже превысил положенное время для лекции и не должен дольше злоупотреблять вашим терпением, но скажу только, что я старался изложить перед вами теорию, согласно которой свет имеет дуалистическое строение, одна часть которого имеет сходство с предпосылкой волнообразной теории, другая же — сходство с предпосылкой корпускулярной теории. Эти построения имеют своим общим основанием электрические силовые линии.

РАЗВИТИЕ ВОЗЗРЕНИЙ НА ПРИРОДУ СВЕТА.

З. ЦЕЙТЛИН.

1. Древность и средние века.

Несмотря на то, что древние сравнительно много занимались вопросами оптики, Аристотель был единственным мыслителем древности, который пытался построить общую теорию световых процессов.

Некоторые исследователи (Ziaia, Wilde) утверждают даже, что Аристотель основоположник волновой теории света. Хотя историк Герлянд справедливо отмечает общую неправильность таких утверждений, все же они содержат в себе некоторую долю истины.

Аристотель, как всегда, исходил из непосредственно эмпирических соображений, которые он связывал с самыми абстрактно метафизическими. В случае звука непосредственно видно, что удар или вдвухание воздуха в трубку вызывает звук, так что Аристотелю нетрудно было дать правильную теорию звука. Но свет получается вследствие какого-то таинственного процесса горения и, кроме того, имеются тела прозрачные и темные. Это привело Аристотеля к мысли, что слова свет, видимость, прозрачность, тьма и непрозрачность соответствуют каким-то особым началам, которые находятся в телах. Аристотель полемизирует (в *Parva naturalia*, отрывках о „чувствах“, о „цветах“) с воззрением Эмпедокла и Платона, утверждающих, что свет исходит из глаз. Ибо глаз — аргументирует Аристотель — это начало водянистое, и, следовательно, не может испускать света.

Свет рассматривается Аристотелем, как активное начало (форма) тел, а тьма, как пассивное (материя). Всякая конкретность является сочетанием пассивного и активного начал; тьма — это потенция света, которая благодаря движению превращается в конкретную прозрачность, видимость. Герлянд справедливо указывает, что Аристотель отличал свет от его передачи. Огонь виден во тьме, потому что свет передается через тьму, сообщая ее прозрачность. Абсолютно прозрачным Аристотель считал „эфир“. Отсюда ясно, в чем зародыш волновой теории в учении Аристотеля. Считая, что свет (конкретный), это — энтелехия (целое осуществление) помощью движения, вызываемого формой, Аристотель рассматривал светящееся тело, как источник такой формы. И если прав Лейбниц, что единственной физической материей Аристотель в действительности считал протяженную материю, а единственной формой — движение в пространстве и времени, то учение Аристотеля в принципе совпадает с учением волновой теории. Тогда потенциальная материя (тьма) Аристотеля, это — современный эфир, свет (форма) — активное пространственное движение, исходящее от тела; это движение образует конкретный свет, — движущиеся в пространстве волны в самом общем смысле слова. Заметим здесь, что Аристотель отрицал абсолютную пустоту, так что в связи с явлением звука мысль Аристотеля легко могла склониться в сторону теории волн.

В середине века были выдающиеся оптики (Альхазен, Рожер, Бэкон, Вителло, Пекгам, Теодорих), но и они как и все почти ученые древности занимались геометрической оптикой,

связанной с нуждами астрономических наблюдений. Такое положение вещей легко объясняется тем, что с практической точки зрения основное как-будто значение имеет геометрическая, а не теоретическая оптика. С другой стороны, явление света, видимо, столь просто, а в действительности столь сложно, что много времени прошло, пока наконец появились факты, толкнувшие научную мысль за пределы простой геометрии световых лучей. Эти факты накопились к началу нового времени.

2. Новое время.

Факты эти таковы. Древние и средние века были хорошо знакомы с рефлексией, рефракцией и очень смутно с дисперсией (радуга, алмаз, цвета призматических стекол), но никакого понятия не имели об интерференции, диффракции, поляризации и двойном преломлении, т. е. о фундаментальных оптических явлениях, которые имеют основное значение для построения теории света.¹⁾ Явление дисперсии было впервые сознательно обнаружено в 1665 году Гримальди, который наблюдал преломление солнечных лучей, пропускаемая их через призму.

Тот же Гримальди открыл и описал диффракцию (1665 г.). Явление интерференции было фактически открыто, хотя научно не осознано тем же Гримальди при наблюдении диффракции. Гримальди (и Дешале) изучали также цвета заштрихованных пластинок. Гук в 1665 году открыл интерференционное явление, известное под названием цветов тонких пластинок.

Двойное преломление было открыто (1669) и описано Эразмом Бартолином в исландском шпате.

Исследуя двойное преломление, Гюйгенс фактически открыл поляризацию света (1680) — явление, которое вполне отчетливо было познано лишь в 1810 году Малюсом.

Наконец, Рэмер и Кассини (около 1676 г.) открыли скорость распространения света. Вышеперечисленные оптические факты толкали научную мысль по пути исследования сущности световых процессов. Первым крупным теоретиком нового времени в этой области необходимо считать Христиана Гюйгенса, выпустившего в 1690 году знаменитый „Трактат о свете“, в котором дока-

¹⁾ Объясняется это главным образом тем, что древность и средневековье были знакомы почти исключительно с непрозрачным и цветным стеклом.

зывалась волновая природа света. Некоторые историки физики (Погендорф, Геллер, Вильде) считают, что впервые такого рода мысль о природе света была высказана Гримальди. Это утверждение основано на одном месте из книги Гримальди о свете,¹⁾ где Гримальди сравнивает распространение света с распространением водяных волн.

Историк Герлянд оспаривает приоритет Гримальди. Если это верно, то первым, отчетливо формулировавшим идею о волновой природе света, был Р. Гук.²⁾ В своей „Микрографии“ (1665) Гук говорит о том, что свет это — колебательное движение, исходящее из светящегося тела, как из центра, и распространяющееся через окружающую среду сферическими волнами.

В 1672 году Гук выступает в Королевском обществе с докладом³⁾ о своей гипотезе света. Гук утверждает, что световые колебания происходят поперек направления распространения, т. е. выдвигает гипотезу первостепенного для теории света значения.

С наибольшей отчетливостью, однако, идея о волновой природе выступает у Гюйгенса. У него мы уже имеем дело не со счастливой догадкой, а с вполне определенной теорией. Эту теорию Гюйгенс построил на основании явления двойного преломления в исландском шпате. Исследуя лучи, получающиеся в кристалле исландского шпата, Гюйгенс путем тщательных измерений обнаружил, что лучи эти резко отличаются по своим свойствам. Один из лучей, который Гюйгенс назвал обыкновенным, подчиняется

¹⁾ *Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride. Bononiae, 1655, стр. 18.*

²⁾ Леонорд Эйлер Френель (см., например, мемуар Френеля о свете, изд. ГИЗ'а, 1928 г.) и многие другие исследователи утверждают, что одним из основателей волновой теории света был Декарт. Солидность этого утверждения видна из письма Ньютона к Ольденбургу (26 Дек. 1675 г.), представляющего ответ на инсинуацию Гука, будто бы Ньютон заимствовал волновую гипотезу из микрографии Гука. Ньютон пишет (См. III том „Истории Королевского общества Birch'a“, что „Гук только видоизменил гипотезу Декарта, превратив картезианское давление или поступательное движение медиума в вибрирующее, а вращательное движение частиц (globuli) в необходимость пульсаций“. Удивительно, однако, то, что Декарт считал световую передачу мгновенной (см. его „Du monde, où traité de la lumière“, стр. 313, изд. Кузена, IV том). К такому заключению Декарта привело отсутствие aberrаций света звезд, которая в то время не была еще установлена. Отметим еще Пардиза (1636—1673), прославившегося своей полемикой с Ньютоном. Пардиз, несомненно, был одним из первых ученых, защищавших теорию волн.

³⁾ См. *Birch History of Royal Society. Vol III, стр. 9—12.*

обычным законам преломления: падающий и преломленный лучи находятся в одной плоскости, и показатель преломления луча, равный $\frac{5}{3}$, не зависит от расположения плоскости падения-преломления в кристалле. Необыкновенный луч в общем случае не остается в плоскости падения и, кроме того, его показатель преломления зависит от направления луча в кристалле. Гюйгенс дал точный закон распространения необыкновенного луча. Этот закон был им выведен при помощи волновой гипотезы света. Здесь перед нами важный пример значения гипотезы в науке. Поггендорф¹⁾ справедливо говорит, что „совершенно невозможно (ganz unmöglich) вывести закон Гюйгенса из ряда угловых измерений и простого их сравнения“, т. е. путем простой индукции, помощью которой получают часто закономерности. Действительно, для определения хода необыкновенного луча в кристалле шпата необходимо установить, что в то время, как волновые поверхности обыкновенного луча представляют сферы, волновые поверхности необыкновенного луча — эллипсоиды вращения, с осью вращения, параллельной главной оси кристалла, с отношением осей, равным 0,60:0,67. Если отбросить волновую гипотезу, невозможно, конечно, говорить о „волновых поверхностях“. Так называемые философы „чистого описания“ утверждают, что физика должна быть построена „без гипотез“, но мы видим, что Гюйгенс прибег к гипотезе не из какой-то врожденной любви к гипотезам, а из повелительной необходимости как-нибудь разобраться в ряде эмпирических данных. Не сумев построить гипотезы, Гюйгенс не сумел объяснить явления поляризации, которое он фактически наблюдал при помощи двух ромбоэдров исландского шпата. Это важнейшее световое явление так и осталось научно не осознанным, пока, наконец, почти через полтора столетия Малюс и гипотеза поперечности световых колебаний (Араго, Френель) не овладели им. Волновая теория света Гюйгенса столкнулась с авторитетом такого мыслителя, как Ньютон. Ньютона обычно причисляют к сторонникам корпускулярной теории света, согласно которой свет состоит из мельчайших частиц (корпускул), испускаемых светящимся телом и несущихся с большой скоростью. Дж. Дж. Томсон правильно, однако, указывает, что Ньютон не был столь „корпускулярен“, как это обычно изображают, что последователи Ньютона были более „корпускулярны“, нежели сам учитель. Мы покажем, что это действительно так, что, собственно говоря, Ньютон не пришел ни к какой определенной

¹⁾ Geschichte der Physik, s. 647.

точке зрения и, если уж говорить о теории света Ньютона, то эту теорию необходимо квалифицировать, как синтез волновой и корпускулярной гипотез строения света.

3. НЬЮТОНОВА ТЕОРИЯ СВЕТА.

Анализ сочинений Ньютона показывает, что сущность метода Ньютона заключалась в предварительном формальном исследовании явлений. Конечно, такое исследование не может совершенно обойтись без тех или иных гипотез, но Ньютон старался избегать расширенных, всеобъемлющих гипотез, для оправдания которых, согласно его же словам, необходимо всестороннее формальное знание явлений. Вот почему Ньютон отказался от всеобъемлющей гипотезы Декарта о природе тяготения, а, пользуясь законом падения тел Галилея и вытекающей из него гипотезы однородности материи, нашел относительно формальный закон тяготения. Этим был проложен научный путь к построению расширенной гипотезы о природе тяготения. Ньютону приписали, однако, неправильный взгляд, будто бы с установлением закона тяготения проблема тяготения решена, ибо тяготение будто бы, согласно Ньютону, существенное свойство тел. Ньютон в предисловии к изданию „Оптики“ 1717 года отвергает приписываемый ему взгляд на природу тяготения. Ньютон говорит: „Дабы показать, что я не считаю тяготения существенным свойством тел, я добавил один вопрос, касающийся его причины, выбрав для изложения форму вопроса, ибо я не удовлетворен в этом отношении отсутствием опытов“. ¹⁾

Вот почему „Оптика“ Ньютона начинается словами: „Мое намерение в этой книге — не объяснить свойства света гипотезами, но изложить и доказать их рассуждениями и опытами“; ²⁾ в конце же „Оптики“ добавлены заключительные вопросы, в которых Ньютон ставит на обсуждение две противоположных гипотезы о строении света, волновую и корпускулярную. Из этого факта очевидно, что Ньютона ни в коем случае нельзя причислить к безусловным представителям корпускулярной теории.

Еще в 1672 году Ньютон прочел в Королевском обществе доклад, ³⁾ в котором пытался примирить обе точки зрения. Когда Гук выступил 15 февраля 1672 года со своим сообщением о свете,

¹⁾ И. Ньютон. Оптика, пер. С. И. Вавилова. Гиз. 1927, стр. 9 — 10.

²⁾ Там же стр. 13.

³⁾ Напечатан в Phil. Transactions, № 80, p. 3075.

Ньютон написал Гуку через Ольденбурга письмо, в котором выразил одобрение волновой гипотезе света и указал, что он „всегда был такого мнения“. Ньютон обещал скоро прислать подробный доклад по этому вопросу. Доклад этот, „Теория света и цветов, отчасти содержащая гипотезу для объяснения свойств света и т. д.“ был, однако представлен лишь 9 декабря 1675 года.

В этом докладе мы находим оговорки, смысл которых заключается в том, что прежде, чем говорить о той или иной гипотезе света, необходимо всестороннее формальное знание явлений. В докладе имеется характерная фраза, с полной очевидностью доказывающая, что Ньютон склонялся к синтетической точке зрения: „Я полагаю, что свет является ни эфиром ни его колебательным движением, но чем-то совершенно другого рода, исходящим и распространяющимся из светящихся тел. Те, которые хотят, могут считать свет агрегатом перипатетических качеств. Другие могут предположить, что он представляет собою множество мельчайших и быстро несущихся корпускул различных форм, выскакивающих на больших расстояниях, но через незаметные промежутки времени одна за другой из светящихся тел и непрерывно несущихся вперед благодаря принципу движения, который сначала ускоряет их, до тех пор, пока сопротивление эфирной среды не уравновесит действия этого принципа подобно тому как уравновешивается сила тяжести при падении тела в воде. Бог, который непостижимым для нас образом дал животным силу для произвольных движений, мог без сомнения снабдить тела другими принципами движения, которые мы столь же мало понимаем. Но если кто-либо полагает, что этот принцип может быть только духовной природы, ему легко доказать, что принцип этот механического характера, но я думаю, что лучше не останавливаться на этом. Те же, кто не согласны с этой точкой зрения, могут предположить, что свет это — какая-то другая телесная эманация, или импульс, или движение другой среды или тонкого эфира (aetherial spirit), разлитого по всем телам в эфире или, наконец, все то, что они только могут придумать по этому поводу“.

Такой façon de parler очень част у Ньютона и привел к тому, что различные исследователи приходят к различным заключениям по поводу действительной точки зрения Ньютона на природу света. В то время как Поггендорф, например, полагает, что Ньютон был приверженцем волновой теории, Герлянд поддерживает общераспространенное мнение о Ньюtone, как стороннике

корпускул. Историк Розенберг считает даже, что Ньютон вообще отвергал построение гипотез и являлся, стало-быть, сторонником метода чистого описания. Но сам Розенберг на основании приводимых им данных не особенно настаивает на этом пункте и ограничивается весьма неопределенными pro и contra. Действительно, если утверждения Поггендорфа и Герлянда нуждаются еще в сильных доказательствах, то метод Ньютона, выявленный в основном его труде „Математические начала естественной философии“ с несомненностью доказывает, что утверждение Розенберга неверно. Как мы уже указали выше, метод этот обнаруживает, что Ньютон как в механике, так и в оптике был диалектиком. Из вопросов Ньютоновой „Оптики“ видно, что Ньютон считал аргументы в пользу волновой и корпускулярной теории одинаково сильными и что, стало-быть, верной теорией будет та, которая сумеет синтезировать обе точки зрения, — в этом именно смысл ссылки Ньютона на всемогущество бога. История развития физики блестяще оправдала гениальную проницательность Ньютона. Но это оправдание получилось в результате диалектического процесса. Антитезис воззрений Гюйгенса был заострен последователями Ньютона. Это отрицание господствовало свыше столетия, пока не было снято отрицанием отрицания — волновой теорией Юнга-Френеля. Но Юнг и Френель не дали еще подлинного синтеза, а только развили и углубили первоначальный тезис. Но это углубление, продолженное в трудах Максвелла-Герца, творцов электромагнитной теории света и привело наконец через теорию квант к подлинному синтезу — к корпускулярно-волновой теории света Дж. Дж. Томсона. Мы проследим подробнее этапы этого диалектического процесса развития оптических воззрений.

4. ЛАПЛАС, ЮНГ, ФРЕНЕЛЬ.

Из крупных ученых XVIII века волновую теорию света поддерживал только Эйлер, который значительно усовершенствовал теорию Гюйгенса, введя понятие частоты колебаний и зависимости цвета лучей от этой частоты.

Обычно говорят, что причиной поражения теории волн был громадный авторитет Ньютона. Это, конечно, верно, но с материалистической точки зрения необходимо поставить вопрос об идеологической базе Ньютонова авторитета. История Ньютоновой физики показывает, что с этим авторитетом мало считались, когда

он входил в конфликт с желательной для господствующих классов идеологией. Дело доходило до прямой фальсификации воззрений Ньютона с целью придать этим воззрениям желательный характер. Поэтому господство корпускулярного тезиса поддерживалось не только естественным ходом научного развития, но и силами, чуждыми этому развитию, источник которых в работе идеалистической философии над приспособлением к системе научных теорий. Это хорошо видно из отношения к волновой теории знаменитого Лапласа. Дюгем говорит в „Физической теории“, что Лаплас из эмиссионной теории, „соединенной с аттракционистской космологией, согласной с принципами Босковича, которые великий голландский атомист (Гюйгенс) объявил абсурдом“, извлек оправдание построению Гюйгенса. Эта фраза Дюгема хорошо объясняет одну из причин господства теории корпускул. Дюгем противопоставляет в ней воззрение Лапласа-Босковича атомизму Гюйгенса.

Из истории философии мы знаем, что в то время, как атомизм Ньютона-Гюйгенса был материалистическим, Босковичи, следовательно, Лаплас были атомистами-идеалистами. Боскович именно один из первых выдвинул идею об атомах, как о непротяженных центрах сил, идею, которая послужила основанием Кантовской теории познания.

Что Лаплас сильно склонялся к идеалистической точке зрения, видно из его „Изложения системы мира“, в которой он защищает весьма упорно корпускулярную теорию света. Материалистический атомизм Ньютона-Гюйгенса непосредственно вытекает из признания абсолютности пространства; первым признаком идеализма является отрицание этой абсолютности, релятивизация пространства. Лаплас же говорит: „Вселенная, сузившаяся до размеров, занимаемых атомом, представляла бы наблюдателю ту же самую картину. Простота законов природы позволяет нам наблюдать и познавать только отношения“. Здесь, в сущности говоря, мы имеем прекрасную формулировку основ философии Канта.

Лаплас восстает против „философов древности“, которые, „становясь у источника всего, придумывали общие причины для того, чтобы все объяснить“. Лаплас противопоставляет метод Декарта методу Бэкона, усиленно рекомендуя индукцию последнего и подчеркивая полную бесплодность гипотез. После опубликования „Диалектики природы“ Энгельса не стоит доказывать, что борьба против гипотез и рекламирование пресловутой индукции не что иное, как идеалистическое торможение научного движения.

Нечего также говорить о том, что сам Лаплас в своих научных трудах совершенно пренебрегал собственной гносеологией и наперекор ей сделался автором одной из величайших „неиндуктивных“ гипотез — гипотезы Канта-Лапласа.

Корпускулярное упорство Лапласа удивляет даже Дюгема. „Трудно читать без улыбки, — пишет Дюгем, — те фразы, которые великий математик писал в тот самый момент, когда уже торжествовала оптика Френеля“.

Легко представить себе господствовавшее в официальной науке отношение к теории волн, если такой ум, как Лаплас, говорил об этой теории с „презрительной жалостью“ (*pitié méprisante*).

Вот почему, как это часто бывает, силы прогрессивного научного движения возникли не в официальной научной среде. Медик Юнг (1773 — 1824) и инженер путей сообщения Френель — вот кто были основоположниками волновой оптики в начале XIX столетия. Медик Томас Юнг был слишком учен, чтобы иметь хорошую практику; английская публика, как известно, с большим недоверием относится к слишком ученым врачам, так что один из известнейших докторов Редклиф утверждал даже, что он своей громадной популярностью обязан тому, что прописывал совершенно бессмысленные рецепты. Вот почему, несмотря на то, что Юнг, имея в виду расширение своей практики, тщательно скрывал свое авторство и издавал свои сочинения анонимно, у него оставалось очень много времени для различных посторонних его специальности занятий. Это свободное время Юнг использовывал удивительнейшим образом. Он занимался с одинаковым успехом как философией, математикой, астрономией, физикой, так и египетскими иероглифами, теорией зрения, музыкой, живописью, изучением нравов пауков, железными дорогами, мостовыми арками, трением в осях машин вплоть до искусства плясания на канате и верховой езды, которые он демонстрировал в цирке Франкони при громадном стечении публики.

Дж. Дж. Томсон справедливо сравнивает Юнга с Леонардо-да-Винчи. В историю наук Юнг вошел главным образом, как один из основоположников волновой теории света, как автор учения о цветоощущении Юнга-Гельмгольца и как человек, расшифровавший иероглифы так называемого камня Розетты, открытого в 1799 году инженером Брусаром около Розетты в Египте.

В теории света Юнг должен быть поставлен рядом с Френелем. В сочинении „Lectures on Nature Philosophy“ (1807) Юнг с полной отчетливостью выдвигает основной принцип волновой тео-

рии — принцип интерференции и обосновывает его своим известным интерференционным опытом. Гипотеза поперечности колебаний была сформулирована Юнгом (в письме к Араго в 1817 г.) лишь после исследований Малюса (1808) над поляризацией через отражение.

Любопытный пример диалектического закона перехода количества в качество представляет тот путь, которым Юнг пришел к открытию интерференции. Юнг, как и Гук, обратил внимание на цвета мыльных пузырей. Ему пришло в голову, что цвета эти обусловлены тонкостью пленки, так что при уменьшении толщины жидкого слоя (количества) появляется удивительное качество окрашивания.

Юнг приложил принцип интерференции также к объяснению дифракционного спектра и изобрел прибор эриометр, в котором дифракционный спектр служил для измерения величины мельчайших тел, как кровяных шариков, волокон шерсти и т. д.

Учению Юнга не удалось, однако, одержать победы над эмиссионной теорией. — Он не владел в достаточной мере математическим анализом, и изложение его было очень темным и малодоступным. Эту победу над господствующей оптической теорией одержал Августин Френель. В высшей степени замечательна история его оптических работ. Френель, как инженер путей сообщения, 9 лет провел в самой дикой французской провинции — в Вандее и Дрôme. В 1815 году он, как антибонапартист, был лишен службы и жил в Нионе (Дром) под надзором полиции. Эта именно эпоха и является началом научных работ Френеля. Сначала он занимался аберрацией, гидравликой, технико-химическими вопросами. В середине 1814 года он заинтересовался оптикой, прочтя в Монитере сообщение о докладе Био в Институте на тему о поляризации света. Обширность тогдашних оптических познаний Френеля видна из его письма (28 декабря 1814 г.) к другу, в котором Френель говорит: Я не знаю, что понимают под поляризацией света; попросите моего дядю Мериме прислать мне сочинения, в которых я мог бы изучить этот новый вопрос". Спустя 8 месяцев Френель сделался основоположником современной оптики, представив в академию знаменитый „Мемуар о световой дифракции"; этот мемуар, премированный в 1819 году, давал полное объяснение известному явлению, впервые предсказанному Пуассоном (на основании работы Френеля) и опытно подтвержденному Араго, именно: если узкий пучок света падает на небольшой диск, то вследствие

дифракции в середине тени диска получается столь яркое пятно, как будто диска совершенно не было.

Достойны быть отмеченными те экспериментальные средства, при помощи которых Френель производил свои исследования — куски проволоки с картоном заменяли ему микрометр, простая линза — гелиостат.

Этот случай как и случай Фарадея, Лебедева (знаменитый „лебедевский подвал") и др. доказывает, что великие научные открытия можно делать без роскошно оборудованных лабораторий, которые очень часто скрывают напыщенную и чванливую академическую пустоту. Араго, ознакомившись с работами неизвестного провинциального инженера, к счастью, оказался на высоте понимания интересов науки (что не очень часто случается с ее официальными представителями) и немедленно выхлопотал Френелю отпуск. В 1816 году Френель поставил в Академии знаменитый интерференционный опыт, на который, по словам Араго, многие мужи науки смотрели, как на бред болезненного мозга. К величайшему ошеломлению адептов формальной логики свет, соединившись со светом, породил тьму.

В работах по дифракции и интерференции света Френель не входил еще в подробности касательно структуры света и той среды, в которой свет распространяется. Последним вопросам посвящены две другие группы работ Френеля. После того, как Малюс сделал свое замечательное открытие поляризации через отражение, а Араго дополнил это открытие открытием хроматической поляризации, изученной подробно Био и Брюкстером, у Френеля оказалось достаточно экспериментальных данных для решения основного вопроса о характере световых колебаний. Сначала Френель подобно Юнгу полагал, что световые колебания продольны, но поляризационные явления привели его к несомненному убеждению в поперечности этих колебаний. В самом деле, только гипотеза поперечности колебаний может объяснить тот факт, что прямоугольно поляризованные лучи не интерферируют, — для интерференции лучей необходима (но не всегда достаточна) параллельная поляризация.

Последняя группа работ Френеля представляет то, что называют волновой теорией Френеля. Исходным пунктом этой теории является исследование явлений двойного лучепреломления. Мы указали выше, что это именно явление послужило также отправным пунктом для теории Гюйгенса.

Гюйгенс дал построение хода лучей в кристалле шпата на основе гипотезы волн. Волластон (1802) и Малюс (1810) экспериментально проверили построение Гюйгенса. Френель разработал подробную математическую теорию этого построения на основе волновой гипотезы. Так как в эпоху Френеля еще не существовало теории упругих сред, то френелевское обоснование волновой гипотезы довольно уязвимо, но выведенные им формулы многократно проверявшиеся, блестяще подтверждались опытом. Это доказывает, что гений Френеля давал ему возможность ощупью во тьме все же находить верную дорогу. Такое обстоятельство является довольно обычным в истории наук и имеет ту плохую сторону, что дает некоторые козыри в руки сторонников философски чистого описания. Эти сторонники обычно говорят, указывая на оптику Френеля: вот хороший пример того, как, исходя из совершенно ложных механических представлений (механические представления Френеля об эфире), можно получить хорошие математические инструменты чистого описания. Ответом на такого рода указание может служить только покорнейшая просьба основательно изучить сочинения Френеля и показать, почему именно и каким образом ложные его представления приводят к столь замечательным результатам. До тех пор, пока адепты чистого описания не выполнили этой работы, всякие споры с ними бесполезны.

5. Послефренелевская оптика и электромагнитная теория света Максвелла.

Что бы ни говорили представители формального метода, но факт остается фактом, что оптика инженера Френеля, одержавшая столь блестящие победы на научном фронте, построена на базе механических представлений. 1) Для всякого здравомыслящего и беспристрастного человека очевидно, что это обстоятельство не случайно, что успех оптики Френеля обусловлен именно тем, что свет действительно представляет собою некий механический процесс, сложность которого такова, что до сих пор еще не удалось раскрыть все его детали. Но сущность световой механики мало-помалу выясняется чрезвычайно своеобразным и неожиданным путем. Сначала ученые пытались проникнуть в тайну световых процессов

1) См., например, френелевскую „Théorie mécanique de la double refraction“.

при помощи механической теории упругих сред. В этом направлении работал целый ряд выдающихся исследователей, как Навье (1824), Пуассон (1828), Коши (1830), Франц и Карл Нейманны (1832, 1863), Грин (1838), Мак-Куллох (1837), Ламэ, Буссинеск, Кирхгоф, Рэлей, В. Томсон, Фойгт и другие. Несмотря на то, что усилия этих выдающихся умов сказались во многих отношениях весьма плодотворными, основная проблема построения ясной и последовательной механической теории света не была решена. Можно было думать, что причина этого в несовершенстве теории упругих сред, из которой исходили исследователи. Но имеется одно фундаментальное данное, прямо указывающее, что дело здесь не в теории упругости, а в том, что выбранное направление ошибочно. Это данное — электромагнитная теория света Максвелла. Необыкновенные успехи этой теории показывают, что механика световых процессов не та механика, которую ученые пытались построить на основании теории упругости. Эта механика особого рода, та именно, которая предугадывается электромагнитными процессами.

Один из выдающихся современных ученых Густав Ми в своем курсе „Электричество и магнетизм“ говорит, что электромагнетизм есть „механика пустоты“, т. е. особой среды, совершенно не похожей на те упругие среды, которыми пытались объяснить световые процессы. Получился таким образом парадоксальный результат: ученые, исходя из ньютоновой механики материальной точки в связи с понятием „упругой связи“, стремились построить механику упругого эфира, который должен был объяснить световые явления; оказалось, что необходимо из явления электромагнетизма извлечь особую „механику пустоты“, которая одна только в состоянии дать удовлетворительный ответ на поставленные вопросы. Но что это за электромагнитная механика, которая лежит в основе световых процессов? В корне ли она отлична от механики упругости, и нет ли между этими видами механики каких-либо точек соприкосновения? На этот вопрос очень хорошо отвечает теория света Мак-Куллоха.

Эта теория является обычной теорией упругой среды, и ни о каком электромагнетизме в ней нет даже намека. Несмотря на это полученные Мак-Куллохом уравнения по существу совпадают с уравнениями электромагнитной теории света Максвелла. Этот факт с полной очевидностью доказывает, что электромагнитная механика и механика упругости заключают в себе нечто общее, и что,

следовательно, причина неудачи механики упругости в объяснении света заключается в неучете какого-то специфического фактора, лежащего в основе световых и, очевидно, электромагнитных процессов. Чем является этот фактор, можно узнать из сравнения теории Мак-Куллоха с другими родственными ей теориями. Это сравнение показывает, что существенная особенность теории Мак-Куллоха в наличии понятия вихревого движения — теория Мак-Куллоха это, по выражению Вангерина,¹⁾ — „вихревая теория эфира“.

Вихревая механика является действительным ключом к явлениям электромагнетизма и света. Что это так, хорошо видно из истории уравнений Максвелла, самый внешний вид которых (символ curl-rot) прямо указывает на вихревое движение. Мы не будем здесь излагать истории этих уравнений, ограничившись ссылкой на Энгельса (Электричество, стр. 297) который пишет: „Теория Максвелла, Ганкеля, Реньяра, примыкая к новейшим исследованиям о вихревом движении, видит в нем (электричестве) каждая по своему тоже вихревое движение. И таким образом вихри старого Декарта снова находят почетное место в новых областях знания“.

Подчеркнем здесь, что подобного рода утверждение мы не найдем ни в одном современном изложении теории Максвелла. Идеалистические катехизаторы науки выбиваются из сил, чтобы затушевать и скрыть то основное, что обусловило успех учения Максвелла и что дает возможность объединить классическую механику и электромагнетизм в единое учение о движении материи. Единство физической картины мира на материалистической основе — вот против чего ведется ожесточенная борьба.

6. Теория квант Планка.

Не останавливаясь на таких важных для оптической теории достижениях, как экспериментальное доказательство Физо уменьшения скорости света при его переходе в водяную среду (согласно классической эмиссионной теории, скорость должна увеличиваться), как открытие Герцем длинных электромагнитных волн и др., мы перейдем к знаменитой теории квант. После блестящего периода развития френелевского

¹⁾ См. Encyclopädie d. Mat. Wiss. B. V, 21. Статья A. Wangerin'a. Вывод электромагнитных уравнений Максвелла из уравнений теории Мак-Куллоха см. в статье E. Hellinger'a. T. IV₃₀ Энциклопедии, стр. 676 — 680.

антитезиса наступил кризис. Кризис этот был обусловлен тем, что волновая теория, превосходно объясняя подавляющее большинство оптических явлений, становилась втупик перед некоторыми твердо установленными экспериментальными фактами. Соответствующие примеры приведены в Томсоновой „Структуре света“. Не будем повторять их, а остановимся на рассмотрении того пути, который привел Планка к его гипотезе квант. После того как Меллони, желая показать различие световых и тепловых лучей, доказал их единство, физики занялись вопросами о зависимости теплового лучеиспускания от рода лучей (длины волны) и температуры. Кирхгоф нашел, что существует определенная зависимость между калорическим лучеиспусканием и калорическим поглощением. Эта зависимость указывается законом Кирхгофа: отношение калорического лучеиспускания к калорическому поглощению есть функция, зависящая только от длины волны и температуры, но не от вещества тел, а потому называемая мировой функцией. Из закона Кирхгофа непосредственно вытекает, что существуют тела, испускательная способность которых максимальна. В самом деле, если отношение испускания к поглощению есть определенная при данных длине волны и температуре величина, то эта величина будет максимальной в тех случаях, когда поглощательная способность максимальна, ибо калорическое испускание равно произведению калорического поглощения на мировую функцию. Тела, поглощательная способность которых максимальна, т. е. такие, которые поглощают все падающие на них лучи, называются абсолютно черными. Такими телами являются, например, толстый слой сажи или платиновая чернь; но не следует, вообще говоря, представлять себе абсолютно черное тело непременно темным — в известных условиях оно может быть столь же светлым, как добела накалившийся металл.¹⁾

Планк занимался именно изучением калорического лучеиспускания абсолютно-черного тела с целью определения вышеуказанной мировой функции, обозначаемой обычно через $E(\lambda T)$.

Теоретическим абсолютно черным телом было для Планка полое пространство, окруженное со всех сторон зеркальными стенками, внутри которого находилось известное число осцилляторов Герца, т. е. механизмов (так называемых диполей, состоящих из положительного

¹⁾ Например, электрически накаляемый платиновый цилиндр, заключенный в цилиндр огнеупорного материала, — абсолютно черное тело Луммера и Прингсгейма.

и отрицательных электрических полюсов), которые, согласно Герцу, своими колебаниями вызывают световые волны в эфире; — лучи, выходящие из маленького отверстия в сосуде с внутренними зеркальными стенками, изолированными от внешнего лучеиспускания и поддерживаемыми при определенной температуре, образуют поток, тождественный с испусканием абсолютно черного тела при той же температуре.¹⁾

Функция $E(\lambda T)$, которую стремился найти Планк, представляет собою энергию черного лучеиспускания, отнесенную к единице поверхности и времени, зависящую от длины волны и температуры.

Но черное лучеиспускание не есть лучеиспускание однородное, т. е. абсолютно черные тела испускают сложные лучи, которые можно известными способами разложить в непрерывный спектр, так что задача, которую решал Планк, это — задача о распределении энергии в спектре черного лучеиспускания. Каково распределение энергии по определенным участкам этого спектра в зависимости от температуры — вот задача, решение которой и дает ответ на вопрос о форме функции $E(\lambda T)$.

С первого взгляда казалось, что решение этой задачи не представляет каких-либо особых принципиальных трудностей, так как статистическая механика, блестящим образом приложенная в области кинетической теории газов, давным давно выработала метод решения подобного рода вопросов. Но тут именно и возникло затруднение. Так называемый закон распределения энергии статистической механики, многократно проверенный на опыте, приводит к выводу, что энергия в спектре должна возрастать в сторону более коротких волн, т. е. к ультра-фиолетовому концу, непосредственное же измерение показывает, что энергия сначала достигает максимума, а затем уменьшается.

Чтобы выйти из этого затруднения Планк и предложил гипотезу квант, согласно которой энергия лучей пропорциональна частоте, математически

$$E = h \cdot \nu$$

где ν — частота, h — универсальная постоянная, так называемая постоянная Планка.

¹⁾ Идея построения такого абсолютно черного тела была высказана еще Кирхгофом; практически такое тело было впервые построено Христиансенем и Больцманом (1884 г.), подробным же его изучением впервые занялись Луммер и Вин (1895 г.).

Чтобы понять, каким образом гипотеза Планка разрешает указанное противоречие, необходимо объяснить, почему энергия в спектре увеличивается в сторону коротких волн. Прибегнем для этого к следующему сравнению: при измерении длины, скажем, человеческого роста, вероятность сделать ошибку в километр равна нулю, но ошибка в сантиметр встречается нередко; еще чаще будут ошибки в миллиметр и т. д. Это обстоятельство было формулировано Гауссом в его первом постулате для исчисления ошибок измерений: чем меньше ошибка, тем она чаще встречается. Точно так же, если тело испускает волны всевозможной длины, то чем меньше длина волны, тем больше вероятность ее образования, так что наибольшее число образовавшихся волн будут волнами малой длины. Но если, как это вытекает из закона Планка, для получения волны малой длины (большой частоты) необходимо больше энергии, то это обстоятельство может противодействовать вышеуказанному статистическому закону, в результате чего очень короткие волны будут встречаться уже реже.

Опыт действительно подтверждает это заключение: в инфракрасной части спектра статистический закон распределения приложим без гипотезы Планка, но по мере продвижения к ультрафиолетовому концу поправка Планка получает все большее значение и, наконец, пройдя через максимум, мы достигаем области, в которой энергия уменьшается вместо того, чтобы увеличиваться, т. е. области, в которой с полной отчетливостью выявляется значение гипотезы квант и нарушается обычный закон распределения.

Гипотеза квант, выдвинутая при изучении частного вопроса физики, получила в дальнейшем всеобъемлющее значение. Постепенно она начала захватывать все большие и большие области физики, проникла и распространилась в химии, достигнув в теории строения атома Бора максимального успеха. Но, продвигаясь абсолютно вперед, гипотеза эта воздвигала на своем пути горы противоречий, неясного и непонятного, ибо ученые, превосходно занимаясь „квантованием“, по выражению одного физика, сами не знали, что они собственно делают. Что представляет собой по существу квант энергии и как примирить квантовый характер энергии с тем непрерывным распределением, на котором базировалась классическая физика и, в частности, учение о свете, — на этот вопрос до самого последнего времени не было ответа. Его, по правде говоря, никто почти не пытался получить, так как теория квант была очень удобным предлогом для возрождения формализма и идеализма в науке.

Такое положение однако противоречит сущности научного познания, и в конце концов после временных формальных успехов приводит к научному застою, так что в последнее время наметилось в лице Дж. Дж. Томсона здоровое течение, которое пытается дать физическую интерпретацию теории квант и этим путем разрешить противоречие между новой теорией и вековыми достижениями человеческой мысли.

Диалектический материализм учит, что истина одновременно абсолютна и относительна. В каждый данный исторический период человеческая мысль восходит на определенную абсолютную ступень истины для того, чтобы в дальнейшем подняться на следующую ступень. С этой точки зрения несомненным является то, что как старая оптика — Френеля, так и новая теория Максвелла представляют собою определенные ступени истины. Развитие науки может водоизменить и дополнить ту истину, которую наша мысль обрела в этих теориях, но не может полностью отказаться от нее, объявив эту мысль ложью. Мы указали выше, в чем заключалось то существенное дополнение, которую принесла с собою электромагнитная теория света. Вихревое движение эфира, которое совершенно не учитывалось в старых теориях, выступило на первый план, как специфическая особенность электромагнитных процессов. Но последователи Максвелла вместо того, чтобы обратить внимание на эту физическую основу максвелловой теории восприняли, как это и следовало ожидать, лишь формальную сторону его учения. И понятно, что математическая форма, скрывающаяся в своей оболочке определенное физическое содержание, должна в конце концов привести к кризису, если не учитывается это содержание. Таким кризисом было появление теории квант, которая основана на понятии прерывности, в то время как формально трактуемое учение Максвелла базируется на непрерывности. Но если взять учение Декарта о вихрях в непрерывной среде, развитое в новое время Гельмгольцем, из которого исходил Максвелл, то легко видеть, что это именно учение дает искомый синтез прерывности и непрерывности. В самом деле вихри в непрерывной среде одновременно прерывны и непрерывны — прерывны, как центры, интенсивного движения, непрерывны, как образования в непрерывной среде. И действительно, руководясь представлениями вихревой теории, Дж. Дж. Томсон дал опыт синтеза волновой и квантовой концепций света.¹⁾

¹⁾ Кроме томсоновской мы имеем еще ряд попыток, в большинстве случаев формального характера, перебросить мост между двумя теориями.

7. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ТЕОРИЯ СВЕТА МАКСВЕЛЛА В ИСТОЛКОВАНИИ ДЖ. ДЖ. ТОМСОНА.

Чтобы понять, что такое световая кванта, необходимо уяснить себе, какое физическое содержание скрывается за оболочкой математических уравнений электромагнитной теории света Максвелла-Герца. Это физическое содержание дается тем основным представлением, которое послужило исходной точкой исследований. Максвелла, именно — представлением Фарадея о силовых линиях электромагнитного поля. Исходя из понятия фарадеевских силовых линий, Дж. Дж. Томсон уже много лет разрабатывает физическую картину электромагнитных колебаний.¹⁾ Несмотря на высокий ученый авторитет Томсона, его идеи по этому вопросу обычно замалчиваются, и во всех руководствах, ученых и популярных работах по физике неизменно повторяется о „таинственной“ природе электромагнитных волн, а силовые линии Фарадея истолковываются не как физические образования (как их толкует Томсон и толковали Фарадей и Максвелл), а как символическое изображение таинственных сил электромагнитного поля. Между тем физическое понимание силовых линий сразу же бросает яркий свет на основные вопросы электродинамики, теории квант и даже теории относительности.²⁾

Вот почему мы за исходный пункт нашего исследования берем томсоновское изображение электромагнитных процессов, образующих световые волны. Напомним еще раз сущность томсоновской теории.

Пусть у нас имеется шар, заряженный электричеством.

От этого шара во все стороны радиально исходят силовые линии. Согласно основному постулату Фарадея — Максвелла, каждая силовая линия имеет начало и конец. Началом и концом является то, что мы называем положительным и отрицательным зарядом электричества. Если исходить из атомистического пред-

См. дополнительный том „Физики“ Хвольсона, ч. II, гл. 10, § 4 и сл., а также 1) M. Born. Vorlesungen über Atommechanik, 2) M. Born. Problème d. Atomdynamik, 3) Основания новой квантовой механики, Гиз. 1927 г.

¹⁾ См. „Recent researches in Electricity and Magnetism“ (1893) и „Electricity and Matter“ (1903).

²⁾ А. К. Тимирязев справедливо отметил, что знаменитое сокращение электрона было задолго до теории относительности выведено Томсоном на основании физического понимания силовых линий.

ставления об электрическом заряде и представить себе, что на поверхности шара находится конечное число электронов, то такое же число силовых линий ¹⁾ будет исходить из поверхности шара и оканчиваться на соответствующем количестве ионов (положительных электронов) окружающих тел. Согласно воззрению Фарадея—Максвелла—Томсона, фарадеевская силовая линия или трубка, это — реальное физическое образование, т. е. некоторое особое состояние эфира. Нет необходимости пока делать какие-либо предположения о природе этого состояния. Достаточно только указать на основные свойства силовой линии. Эти свойства напоминают свойства обычного материального упругого тела, т. е. силовая линия 1) состоит из особого рода материи — эфира, обладает свойством, присущим всякой вообще материи, — инерцией, 2) обладает упругим напряжением подобно растянутой пружине или резиновой нити. Необходимо, однако, подчеркнуть одну важнейшую существенную особенность. Если, скажем, два тела соединить резиновыми нитями, то при натяжении нити, в своем естественном, так сказать, состоянии, обязательно будут прямыми линиями. Силовые же линии Фарадея образуют обычно криволинейные пути.

Без сомнения, искривленность фарадеевских линий объясняется тем, что силовые линии, представляя собою движение (вихревое) эфира, взаимно отталкиваются (закон взаимоотталкивания был установлен Фарадеем и Максвеллом, — так называемое поперечное давление). Как доказывает Томсон, инерция силовых линий (трубок) обусловлена не только массой самой линии (трубки), но и массой увлекаемого при движении эфира.

Представим себе теперь, что наш заряженный шар движется прямолинейно и равномерно. Так как силовые линии проходят в эфирной среде, то при движении они будут взаимодействовать с эфиром. Это взаимодействие двоякого рода: 1) силовые линии расположатся уж не радиально, а главным образом поперечно; последний эффект заметен только при очень больших скоростях, приближающихся к скорости света, и объясняет знаменитое „сокращение электрона“ и увеличение массы со скоростью, 2) появятся силовые линии магнитного поля, которые располагаются кругами, центры которых находятся на линии движения; это явление хорошо обнаруживается при помощи общезвестного опыта с железными опилками вокруг тока, текущего по проводу.

¹⁾ Точнее, силовых трубок.

Пусть, однако, наш шар движется не равномерно, а ускоренно, будучи приведен в движение внезапно.

Так как силовые линии — материальные образования и подчинены, как сказано, закону инерции, то произойдет следующее явление: в то время как, ближайшая к шару часть силовых линий уже движется, более отдаленные будут по инерции продолжать оставаться в покое. И лишь постепенно движение передается вдоль всей силовой линии: получается волна. Обратное произойдет в случае внезапной остановки шара: отдельные части силовых линий будут останавливаться постепенно. Если, теперь, колебать шар взад и вперед, то вдоль силовых линий побегут волны, подобно тому, как они бегут вдоль длинной веревки или резиновой трубки при колебательном движении конца.

Так как при всяком движении электрической силовой линии образуются определенным образом расположенные магнитные силовые линии, то получаемое волновое движение будет электромагнитным.

Таким образом, при ускоренном движении заряженных тел получаются электромагнитные волны вдоль силовых линий, исходящих из этих тел.

Согласно Томсону, обычная материя состоит из положительно (ионов) и отрицательно (электронов, корпускул) заряженных частиц. Эти частицы связаны между собою электрическими силовыми линиями, проходящими по эфиру, наполняющему все мировое пространство, так что „тело“ природы имеет „волокнистое“ строение: волокна электрических силовых линий соединяют между собою все предметы природы.

Нетрудно уразуметь, что теория Томсона — это квантовая теория по существу.

Действительно, фарадеевская силовая линия (трубка), понимаемая не как математический символ, а физическое образование, занимает определенное место в пространстве и, следовательно, отделена от соседних. Теория электронов, как электрических атомов, вполне укрепляет это понимание силовой линии (трубки). Если, значит, энергия электромагнитного колебания покидает испускающий источник, то она, двигаясь вдоль силовой линии (трубки), всегда находится в определенном месте и если поглощается, то поглощается целиком.

Но теория Томсона не только теория квантовая, т. е. теория прерывности, но вместе с тем и теория эфира, т. е. непрерывности

ибо силовые линии существуют только как физические образования в эфире. Милликэн говорит поэтому (стр. 176): „Хотя это представление, которое мы можем назвать теорией волокнистого эфира, сходно с корпускулярной теорией (теорией истечения. З. Ц.) в том, что энергия, покинувшая испускающее тело, остается в определенном месте пространства и, если поглощается, то поглощается как целое, по существу оно есть эфирная теория“.

8. Гипотеза Эйнштейна, дополняющая теорию излучения Томсона.

Квантовый характер теории излучения Томсона в связи с работами Планка по излучению черного тела, привел Эйнштейна (в 1905 г.) к мысли дополнить учение Томсона следующей гипотезой: данный источник световых волн может испускать или поглощать энергию квантами, каждая из которых равна $h\nu$, где ν собственная частота колебаний источника, а h , вышеупомянутая универсальная постоянная Планка.

На основании этой гипотезы Эйнштейн вывел известную формулу, рисующую процесс выделения электронов под действием света:

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - p;$$

здесь m — масса вылетающего электрона, v — скорость, с которой он вылетает из атома, следовательно, $\frac{1}{2}mv^2$ — энергия вылетающего электрона, $h\nu$ — кванта энергии, поглощенная при действии света, p — работа, необходимая для вырывания электрона из металла, на который падает свет.

Смысл формулы Эйнштейна таков: энергия вылетающего электрона представляет собою разность между квантой поглощенной энергии и работой, преодолевающей действие электрических сил, удерживающих электрон в его обычном положении, т. е. кванта поглощенной энергии распадается на две части: первая часть идет на сообщение электрону определенной скорости, вторая на преодоление сопротивления электрических сил.

Экспериментальная проверка формулы Эйнштейна дала блестящее ее подтверждение. Милликэн говорит: „Десять лет работы (в Райсмеровской лаборатории и в других местах) над выбрасыванием электронов при помощи света показали, что уравнение Эйнштейна, повидимому, с точностью описывает наблюдаемые

явления“. „Если это уравнение справедливо вообще, то его, несомненно, нужно рассматривать, как одно из самых основных уравнений физики и при том такое, которому суждено сыграть в будущем едва ли не менее значительную роль, чем та, какую уравнения Максвелла сыграли в прошлом, потому что оно должно управлять переходом всей электромагнитной энергии коротких волн в энергию тепловую“.

9. Критика теории Томсона — Эйнштейна.

Теория Томсона — Эйнштейна представляет собою первое доказательство того, что теория квант непосредственно вытекает из электродинамики Максвелла. Действительно, теория эта, как и теория Максвелла является только развитием основного фарадеевского представления о силовых линиях электромагнитного поля и физической интерпретацией уравнений Максвелла-Герца.

Кроме того, теория эта — теория истинно диалектическая, так как объединяет прерывность с непрерывностью в наглядной, простой и отчетливой материалистической форме.

Этих двух обстоятельств вполне достаточно, чтобы теорию игнорировали.

Милликэн пишет: „Несмотря на то что представленные доводы в пользу уравнения Эйнштейна, мы встречаемся здесь с необычным положением. В самом деле оказалось, что полукорпускулярная теория, из которой Эйнштейн получил свое уравнение, повидимому, совершенно неприемлема, и действительно, она оставлена почти всеми; впрочем, сэр Дж. Дж. Томсон и немногие другие, кажется, до сих пор держатся той или иной формы теории волокнистого эфира“. Всякий, несколько знакомый с историей физики, будет удивлен указываемым Милликэном обстоятельством.

Когда Фарадей подтвердил свои гениальные физические идеи гениальнейшими открытиями в области электромагнетизма, он этим не завоевал своим идеям минимального, даже, признания. Формалисты школы Ампера-Вебера, подобно современным формалистам из школы Маха-Авенариуса, с тайным, а иногда и с явным презрением смотрели на „грубые материальные“ силовые линии и трубки, порожденные плебейской фантазией переплетчика и лабораторного сторожа Фарадея. И даже тогда, когда Максвелл облек плебейски обнаженное тело фарадеевских представлений