

УРОК 3. СТРУКТУРА ЧАСТИЦ СВЕТА

В этом разделе рассмотрена структурная модель простейшей частицы света, названной бароном. Из совокупности этих базовых частиц, согласно развиваемой идеологии, конструируются все частицы света. Другие элементарные частицы, следуя эксперименту, могут быть образованы из частиц света и их структурных составляющих.

Известно, что Ньютон предложил корпускулярную модель света в форме совокупности малых частиц, движущихся от источника излучения друг за другом. О деталях устройства этих частиц речи не было, как и о связях между ними. И сейчас мы мало что можем о них сказать. Но уже на этом шаге познания реальности очевидно, что в случае конечности светового сигнала конечной должна быть и совокупность «малых частиц». Предполагая связи малых частиц между собой, мы приходим к идее частиц света в виде полимерных молекул. Она близка к идее Проута (1815 г.), согласно которой атомы химических веществ образованы из атомов водорода. Учитывая тот факт, что в атоме водорода есть электрон и протон, мы получаем основу для структурной модели атомов.

Первичная модель света, предложенная Ньютоном, достаточно сложна. Томсон Д.Д. обстоятельно описал её. «Ньютон думал, что корпускулы представляют собой только часть света и принимал, что эфир, так же, как и корпускулы, образует его составную часть. Ньютон рассматривал корпускулу как бы окруженной эфирными волнами, возбужденными ее собственными колебаниями».

Томсон не утверждал, хотя вплотную подошел к идее, что сами корпускулы могут быть изготовлены из эфира и что эфир может быть сложным образованием.

Ньютону приписывают модель абсолютного физического пространства и времени. В действительности он рассматривал пару пространств: абсолютного или математического и относительного или физического.

Связь этих пространств с моделью частиц света, по-видимому, не анализировалась Ньютоном, хотя, конечно, в каком-то виде подразумевалась. Об этом нужно сказать потому, что новейшие физические модели уровневого пространства связывают его структуру, и, в частности, размерность, с количеством и качеством базовых уровневых физических объектов. В силу

такого подхода свет может быть фундаментальным для пространства, если он образован из базовых объектов. Но и другие физические объекты способны сыграть такую роль.

Волновая модель света связана с именами Гюйгенса, Юнга, Френеля. Она позволила блестяще, с позиций прагматизма, справиться с практическими задачами по дифракции и интерференции света. Модель базировалась на концепции эфира, рассматриваемого как «тонкая материя». О ее физической структуре сведений добыть не удалось. Но модели, основанные на ней без учета этой структуры, доказали свою эффективность. Заметим, что период «волнового» расцвета пришелся на время, когда физикам не была известна структура атомов и молекул. Естественно, еще труднее было получить данные об их структурных составляющих: электронах и нуклонах.

Когда же было экспериментально доказано, что электроны и нуклоны рождаются при столкновении γ -квантов, возникла версия, что структура света может быть понята только в рамках модели «очень тонкой» материи, до которой эксперимент пока еще не добрался.

Анализ Планка структуры излучения «черного тела» и анализ фотоэффекта, выполненный Эйнштейном, привел к заключению, что энергия света, выделяющаяся в экспериментах, пропорциональна его частоте ω . Порции энергии, названные квантами, стали предметом практики и теоретического анализа.

Многие исследователи, в частности Бройль в 1934 г., называли кванты «атомами света», допуская возможность их составной структуры.

Для большинства теоретиков кванты оставались бесструктурной «вещью в себе».

Механическую модель частицы света в виде тора, изготовленного из электрических зарядов и физических силовых линий электрического поля, предложил Томсон. Он использовал представление о «волокнистом эфире» и механическую модель атома в стиле Фарадея.

Лорентц А.Г. был в числе первых физиков, которые пытались понять свет с точки зрения квантовой механики. Попытки эти усилиями ряда авторов привели к построению квантовой электродинамики. Механической интерпретации волновые функции не имели. Для описания экспериментальных данных не требовалось моделировать внутреннюю

структуру электронов или частиц света. Задача состояла в том, чтобы корректно пользоваться волновой функцией, достигая согласования расчета с экспериментом.

Вскоре Борн ввел нормировку волны Ψ и путем произвольного изменения амплитуды волны лишил ее прямого физического смысла. Таким образом, нормированная волна Ψ превращается в простую характеристику вероятностного распределения, которое приводит к очень большому числу точных предсказаний, но не дает какого-либо вразумительного объяснения одновременному существованию волн и частиц.

С утверждением вероятностной интерпретации квантовой теории в смысле Борна теоретическое развитие структурных моделей частиц света было фактически прекращено. Почти такая же участь постигла электрон и нуклон. Квантовая электродинамика, дополненная формализмом перенормировок, хорошо объяснила большинство экспериментальных данных в рамках концепции бесструктурных элементарных частиц.

Этот застой в структурной теории света продолжался до 60-х годов 20 века. С этого периода по настоящее время выполнено огромное количество экспериментальных работ по изучению структуры света. В настоящее время общепринята точка зрения, что γ -кванты структурны. Их взаимодействия между собой похожи на взаимодействие нуклонов. Различие в поведении сечений взаимодействия и амплитуд рассеяния сводится к умножению их на «постоянную тонкой структуры». Физика приблизилась к доказательству кварк-глюонной структуры γ -квантов.

Принципиально важным для теории света с точки зрения анализа его структурных составляющих является доказательство возможности описания релятивистских эффектов без специальной теории относительности – СТО. Действительно, следуя СТО, мы не имеем права говорить о конечных размерах частицы света в собственной системе отсчета, так как тогда в любой другой инерциальной системе отсчета ее размеры будут бесконечны. Эту проблему удалось решить: релятивистские эффекты могут быть описаны в электродинамике Максвелла без ограничения на скорость, без СТО, используя модель макроскопического физического пространства-времени.

Однако этого было недостаточно. Чтобы получить информацию о структуре частиц света, нужны были новые средства и приемы. Они найдены и применены в теории. Было показано, что все фундаментальные уравнения физики имеют единую спинорную форму G – модуля на группе $V(4)$.

Спинорная форма уравнений электродинамики стимулировала размышления и продвижения к модели частиц света. Использование матриц 4×4 в теории электромагнитных явлений косвенно свидетельствовало, что в теории света мы имеем дело с изделиями, состоящими из четырех базовых физических объектов. Дополнительно следовало учесть, что частицы света нейтральны по электрическому и гравитационному заряду.

Тогда, принимая аналогию частиц света с атомами, можно предположить, что у частиц света есть центральное ядро и периферические объекты. И ядро и периферия нейтральны, что принципиально отличает частицы света – названные в честь Ньютона нотонами, от частиц материи – атомов.

Анализ, опирающийся на эксперименты, показал, что нейтральные по массе объекты, названные пролонами (по морфологической аналогии с протонами), следует расположить в центре базовой частицы света, названной бароном. Нейтральные по электрическому заряду объекты, которые названы элонами (по морфологической аналогии с электронами), следует расположить на периферии, допуская возможность движения вокруг пролона. Так предложена модель «светового водорода». Попытка топологического осмысления сущности $(\pm e)$ –предзарядов, образующих элон, и $(\pm \mu)$ –предзарядов, образующих пролон, привела к начальной модели предзарядов. Основу модели образует концепция неточечных конечных «струн», названных атонами. Принято предположение, что они имеют возможность для «продольных» и «поперечных» соединений. На основе топологических соображений образованы четыре типа предзарядов. Следуя идее Фарадея, электрические предзаряды представлены в виде «шипов» с ориентацией к центру или от центра изделий. Гравитационные предзаряды представлены в форме «лепестков роз», скрепленных между собой атонами, ориентированными к центру или от центра изделия.

Так барон получил наглядную механическую реализацию. Он вправе выполнить функцию малой корпускулы, которую предлагал Ньютон при теоретическом осмыслении частиц света. Если принять подход Проута, барон можно рассматривать (как «световой водород») в качестве базового элемента для любых частиц света. Рецепторы – изделия, соединяющие предзаряды между собой, не позволяя им «склеиться» и обеспечивая их жизнедеятельность, естественно представлять себе сконструированными из атонов.

Рассуждая таким образом, мы представляем определенную модель тонкой материи. Она состоит из атонов, электрических и гравитационных предзарядов, элонов, пролонов, системы рецепторов, а также системы всевозможных изделий, сконструированных из указанных составляющих. Тонкая материя становится строительным материалом для элементарных частиц и их зарядов, выступая в роли своеобразных «первокирпичиков» этого строительства. Кажется очевидным, что взаимодействия на уровне тонкой материи задают основу для всех взаимодействий на уровне «грубой» материи. Но частицы света тоже структурны согласно модели тонкой материи. В связи с этим обстоятельством исчезает кажущаяся непреодолимой «пропасть» между частицами материи и частицами света.

Естественно возникает проблема соотношения моделей, применяемых для «грубой» и «тонкой» материи. Необходимую подсказку к ее решению в духе единства теорий, относящихся к разным уровням материи, удалось получить, используя элементы обобщенной модели электромагнитных явлений. Показано, что из макроуравнений движения «жидкости» в предположении, что им подчинена тонкая материя, следует обобщенное уравнение Шредингера, а также его многочисленные продолжения, в частности, модель идеальной жидкости и турбулентной микродинамики. Так получается, если «тонкая материя» имеет малые скорости.

Система микродинамик, которая физически естественна в формализме, базирующемся на концепции тонкой материи, получила экспериментальное подтверждение. В 2005 году выполнены эксперименты на релятивистском коллайдере тяжелых ионов в Брукхейвенской национальной лаборатории. Ядра золота, имеющие релятивистские скорости, при столкновениях образуют кварк-глюонную жидкость с очень низкой вязкостью. Новый подход, с одной стороны, меняет оценку роли и значения причинности и детерминизма в макро- и микромире.

С другой стороны, он «подталкивает» к идее, что «тонкая материя», имеющая большие скорости, стремится занять место вне грубой материи, «уходит» от макротел. Понятно, что ситуация может быть другой, если макроматерия «разрешает» большие скорости для микроматерии, например, в том случае, когда микроматерия находится в центре планеты или в пределах Солнца.

Возникает возможность нового подхода к гравитации, если связать ее физику со структурой и активностью «тонкой материи». С одной стороны, тонкая материя будет удерживать тело, отдаляющееся от другого тела,

потому что ее плотность за пределами макротел выше, чем в их пределах, внешне выполняя функцию гравитации. С другой стороны, тонкая материя способна расталкивать Галактики, если между Галактиками ее больше, создавая эффект антигравитации. Он экспериментально доказан астрофизиками и признан официальной наукой с 1998 года.

Предложенный вариант теории близок к идеям Декарта, Канта, Лапласа в модели гравитации, базирующейся на вихрях в тонкой материи, называемой в то время эфиром. Опираясь на модель частицы света, эти идеи могут быть существенно конкретизированы. Анализ дает основания считать, что электрические предзаряды имеют величину $e^* = 10^{-20}e$, где e — заряд электрона. Гравитационные предзаряды имеют величину $\mu^* = 10^{-20}\mu$, где μ — масса протона. Понятно, что исследовать такие объекты экспериментально достаточно сложно. Размеры атонов близки по порядку к длине Планка.

Заметим, что структурный подход к излучению не противоречит специальной теории относительности. В её рамках, с формальной точки зрения, невозможно без логических противоречий ввести конечные размеры частицы света в собственной системе отсчета. Они будут бесконечны в других системах отсчета. В силу этого обстоятельства, согласно СТО, свет не может иметь составную структуру в привычном для обыденной жизни смысле слова. По этой причине в данной теории нет допущений о физической структуре света. Более того, Эйнштейн неоднократно высказывался о принципиальном отсутствии структуры света как его фундаментальном качестве. Фактически в угоду модели пространства Минковского было принято ограничение на скорость света и сделан вывод об отсутствии структуры света.

Однако ситуация меняется, когда построена новая модель, которая выходит за пределы, установленные СТО. С такой ситуацией мы имеем дело в настоящее время. Создана обобщенная модель электромагнитных явлений. Она, с одной стороны, по своим следствиям и свойствам вышла за границы симметричного подхода Эйнштейна. С другой стороны, как будет показано далее, новая модель указывает пути и средства построения физической, структурной модели света.

Структурный подход к излучению не противоречит квантовой электродинамике. Она пришла на смену классической электродинамике из-за необходимости учёта дискретных свойств излучения. Она доказала свою

эффективность при описании большинства экспериментальных данных, не используя представлений о составной структуре света. Бесструктурный, точечный подход к свету доказал свою эффективность *до ядерных масштабов длин порядка размера нуклона*. Однако свет может иметь более «тонкую», субъядерную структуру. Поиски такой возможности не отрицают и не опровергают квантовую электродинамику.

Точка зрения экспериментаторов, для которых свет выступает как система материальных объектов, отличается от точки зрения теоретиков. С 1960 года выполнено огромное количество экспериментов, которые свидетельствуют о структуре света. В настоящее время есть обширные обзоры по этой теме. Экспериментально доказано, что взаимодействие фотонов и адронов аналогично взаимодействию адронов.

Примем точку зрения, что возможны пара положительных и отрицательных электрических предзарядов, а также пара положительных и отрицательных гравитационных предзарядов. Покажем, что на этой основе, без обращения к структуре предзарядов, мы можем получить некоторые данные, согласующиеся с экспериментом. Назовём систему, состоящую из положительного и отрицательного гравитационных предзарядов α и α^* , соединённых между собой системой силовых линий, пролоном. Расположим его в центре элементарной частицы света.

Назовём систему, состоящую из положительного и отрицательного электрических предзарядов β и β^* , соединённых между собой системой силовых линий, элоном. Расположим его на периферии частицы света.

Назовём простейшую частицу света, состоящую из одного элона и одного пролона, бароном. Пусть элон механически движется вокруг пролона по некоторой поверхности.

Покажем, что в рамках данной картины движений можно сделать экспериментально подтверждаемые выводы о поведении света, не принимая никакого закона взаимодействия предзарядов. Введём вектор $\vec{R}$, задающий направление от отрицательного к положительному электрическому предзаряду ($\ominus$) в бароне. Пусть вектор $\vec{Q}$ задаёт направление от положительного к отрицательному гравитационному предзаряду ($\bullet$) к ($\bullet$). Введём вектор $\vec{P}$, перпендикулярный $\vec{Q}$ и образующий с ним правовинтовую систему (рис. 1).

Рассмотрим рисунок 1, условно характеризующий четыре стадии циклического движения барона.

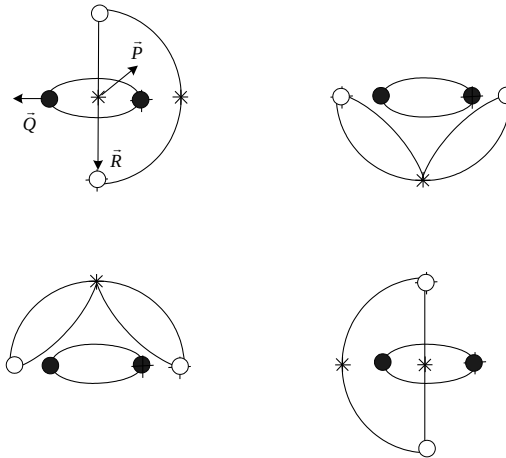


Рис. 1. Модель механического движения элементов барона.

Зададим поля $\vec{E}$ и $\vec{B}$ формулами

$$\vec{E} = a\vec{P}(\vec{R}\vec{Q}), \vec{B} = b\vec{Q}(\vec{R}\vec{Q}).$$

Здесь $(\vec{R}\vec{Q})$ – скалярное произведение векторов.

В таком подходе величины, измеряемые на опыте, есть реакции измерительного устройства на исследуемый объект, состояние которого может в случае стационарного движения меняться периодически. Получим известный экспериментальный результат: электромагнитное излучение характеризуется экспериментально наблюдаемыми величинами вида $\vec{E}$, $\vec{B}$, которые меняются циклично и согласованно друг с другом, одновременно достигая максимума или минимума. В рамках визуальной механической модели барона этот факт объясняется циклическостью движения электрических предзарядов ($\circ$ и $\ominus$) вокруг гравитационных предзарядов ($\bullet$ и $\bullet$).

Мы знаем, что как стандартные, так и обобщенные уравнения электродинамики Максвелла для движущихся сред допускают матричную запись на основе группы заполнения, выражающей отношения между четырьмя физическими объектами. Поскольку электромагнитное поле электрически и гравитационно нейтрально, допустима гипотеза, что структура электромагнитного излучения базируется на системе физических частиц. В качестве таких объектов будем использовать модель электрических

и гравитационных предзарядов (объектов, из которых образуются заряды). Проанализируем следствия, базирующиеся на такой физической гипотезе.

Получим выражение для энергии простейшей частицы света.

Будем исходить из следующей модели:

- простейшая частица света образована из элона и пролона, они расположены аналогично электрону и протону в атоме водорода,
- элон и пролон представляют собой неточечные нейтральные объекты, изготовленные из положительных и отрицательных электрических и гравитационных предзарядов, соединенных между собой рецепторами в виде силовых трубок,
- пролоны есть нейтральный аналог протонов и антипротонов, они содержат положительные и отрицательные предмассы, соединенные предмассовыми силовыми трубками,
- элоны есть нейтральный аналог электронов и позитронов, они содержат в себе положительные и отрицательные предэлектрические заряды, соединенные предэлектрическими силовыми трубками,
- у пролонов есть ненулевой предэлектрический заряд, у элонов есть ненулевой предмассовый заряд,

Рассмотрим барон как физическое изделие, состоящее из элона, вращающегося вокруг пролона. Будем считать, что рецепторы – системы, состоящие из реальных силовых линий (силовых трубок), как и предзаряды, заданные в форме 0-Ритов, образованы из ориентированных струн, способных к продольным и поперечным соединениям. Заметим, что физическая среда, в которой находятся элоны и пролоны, может иметь сложный состав и структуру.

Воспользуемся алгоритмом анализа энергии силовых трубок в «световом водороде», предложенным для электрических зарядов Томсоном. Он использовал для энергии E силовой трубки формулу

$$\varepsilon_0 E = 2\pi f^2 V.$$

Здесь f – диэлектрическое смещение (поляризация), V – объем силовой трубки. Силовая трубка связывает между собой пару положительных и отрицательных электрических предзарядов величины Q . Внешний радиус кольца силовой трубки обозначим через r , а радиус сечения обозначим буквой b . Коэффициент $p \leq 1$ учитывает, насколько рассредоточены силовые линии в силовой трубке. Поляризацию рассчитаем по формуле

$$f \cdot S = \pi \cdot f \cdot b^2 = p \cdot q.$$

Получим для энергии силовой трубки, моделирующей частицу света, выражение

$$E = 8\pi^2 \left(p \frac{r}{b} \right)^2 \frac{q^2}{\varepsilon_0 c(q)} \omega = \hbar(q) \omega.$$

Величина

$$\hbar(q) = 8\pi^2 \left(p \frac{r}{b} \right)^2 \frac{q^2}{\varepsilon_0 c(q)},$$

как будет показано ниже, является аналогом постоянной Планка для предзаряда. Объединим бароны в одну систему в форме линейной молекулы, состоящей из соединенных между собой N предзарядов. Пусть $Nq = e$ есть значение электрического заряда электрона $e = 1.6021892 \cdot 10^{-19}$ кл. Пусть в этом случае периферическая скорость движения предзарядов вокруг центра системы равна скорости света в вакууме $c(e) = 2.9979256 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Получим стандартное выражение

$$E = \hbar \omega.$$

Расчетное значение величины, называемой постоянной Планка $\hbar$, совпадет с экспериментальным значением, если

$$p \frac{r}{b} = 0.37226.$$

Частота задана формулой

$$\omega = \frac{c}{2\pi \cdot r}.$$

Она имеет стандартный смысл, задавая частоту механического вращения элона вокруг пролона.

Следовательно, на основе простой структурной модели света можно вывести как формулу для энергии частицы света, так и выражение для структурной постоянной Планка.

Примем гипотезу, что любая частица света может быть образована из N элементарных блоков (баронов). В каждом из них есть вращение

электрических предзарядов с частотой ω вокруг гравитационных предзарядов, расположенных в центре.

Примем гипотезу, что энергия, соответствующая связям блоков между собой, близка к нулю. Тогда энергия частицы света равна сумме энергии её отдельных блоков. Значит

$$E = \hbar\omega = N\left(\frac{\hbar}{N}\right)\omega.$$

Следовательно, постоянная Планка, приходящаяся на отдельный блок в частице света, состоящей из N блоков, есть $\frac{\hbar}{N}$. В развиваемой модели большой световой объект, подчиняющийся квантовой теории, составлен из малых объектов, подчиняющихся классической теории.

Стандартная квантовая модель электромагнитного поля физически объясняет дискретную структуру излучения наличием бесструктурных квантов света. Она феноменологически использует формулу для «порции энергии».