

О книге Р.Фейнмана «КЭД – странная теория света и вещества»

Часть третья

Однако, пойдём дальше.

Синий шрифт – корректура 2021 года.

Текст по центру и курсив – выдержки из книги Фейнмана «КЭД»

Другое важное свойство света, обсуждавшееся в первой лекции,— это частичное отражение монохроматического света. От *единственной* поверхности стекла отражается, в среднем, 4 % всех попадающих на нее фотонов. Это уже неразрешимая загадка, так как невозможно предсказать, какие фотоны отразятся, а какие пройдут насквозь. Когда появляется *вторая* поверхность, результаты странные: вместо ожидаемых 8 % отражения от двух поверхностей частичное отражение то усиливается до 16 %, то совсем исчезает, в зависимости от толщины стекла.

Это странное явление частичного отражения от двух поверхностей может быть объяснено для интенсивного света волновой теорией, но волновая теория не может объяснить, каким образом детектор издает одинаково громкие щелчки, когда свет тускнеет. Квантовая электродинамика «разрешает» вопрос о корпускулярно-волновом дуализме света, утверждая, что свет состоит из частиц (как считал в свое время Ньютон). Но ценой этого великого продвижения науки стало отступление физики на позицию, где признается возможным только вычисление *вероятности* того, что фотон попадет в детектор, и не предлагается хорошей модели того, как это в действительности происходит.

Фейнман: В первой лекции я рассказал, каким образом физики вычисляют вероятность того или иного события. Они рисуют на листе бумаги стрелки в соответствии со следующими правилами:

— ВЕЛИКИЙ ПРИНЦИП. Вероятность события равна квадрату длины стрелки, называемой «амплитудой вероятности». Например, стрелка длиной 0,4 соответствует вероятности 0,16, или 16 %.

— ОБЩЕЕ ПРАВИЛО ИЛО рисования стрелок, если событие может произойти разными способами: нарисовать стрелку для каждого способа и затем соединить стрелки («сложить» их), цепляя голову одной за хвост другой. «Результирующая стрелка» проводится от хвоста первой стрелки к голове последней. Квадрат результирующей стрелки дает вероятность всего события в целом.

Было также несколько специальных правил для проведения стрелок в случае частичного отражения от стекла (их можно найти на с. 26 и 27).

Все вышесказанное представляет собой беглый обзор первой лекции.

Эта же вероятность является характеристикой МОЩНОСТИ одного (!) преонного импульса. Но не ЭНЕРГИИ фотона - энергия фотона складывается из энергий всех преонов, движущихся в составе фотона и образующих фотон.

Кроме того, необходимо понимать, что ЗАРАНЕЕ НЕИЗВЕСТНО, какова вероятность того или иного события - экспериментально определяется КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ, а затем под него подгоняются рассуждения. Если результат рассуждений не сходится с экспериментом, то автор очень часто говорит - Ага! Налицо расхождение! Но ведь мы не учли этого и того! И теория продолжает свое победное шествие!

И следует постоянно иметь в виду, что нас обманывают. На самом деле автор за кулисами постоянно контролирует результаты своих рассуждений, сверяя их с волновой теорией, которая прекрасно объясняет все эти явления. Почему же он это делает?

Потому что у автора - Проблема.

Приняв на веру теорию Эйнштейна о существовании фотонов как физических носителей световой энергии и отказавшись от "волновой" теории света, он теперь обязан объяснять оптические явления с позиций фотонно-корпускулярной теории. Он уже дважды строго указал нам, что свет – это частицы! А "просто так" объяснить – не получается. И приходится изобретать абсурдные математические методы (убеждая нас в том, что в математике ничего абсурдного нет, достаточно лишь *договориться* об обозначениях), а когда становится невозможным представить себе наглядную картину происходящего (я ее называю "физической картиной"), то следует ничтоже сумняшеся объявить это вообще невозможным; мол Природа такова и все тут! Да откуда вы знаете, что Природа такова? Что Природа абсурдна?

Два фотона приходят в одну точку, "фазы" их противоположны (что такое "фаза" фотона - частички безразмерной и безмассовой! -лучше не спрашивайте!), они взаимно уничтожаются, а куда девается энергия? А никуда. Исчезает....

"Но, господа! Это же не физика!"

Ну, что ж, возьмем себя в руки и попытаемся пройти дальше по Фейнману. Уверен, что мы узнаем много интересного....

Например, что *"свет распространяется не только по прямой. Он "обнюхивает" соседние траектории и использует небольшую часть ближайшего пространства...."*(Фейнман)

Впрочем, все по порядку....Далее лучше всего двигаться прямо по тексту второй лекции Фейнмана (вся книжка имеется в ссылке и в Сети). Укажем в сокращении лишь самые существенные моменты.

Вначале Фейнман исходит из предположения, что свет отражается от зеркала. Одновременно он предполагает не вполне очевидное – что свет отражается **от всего зеркала**, от его самых разных и удаленных частей. Но он показывает нам, что если нарисовать стрелочки с учетом времени запаздывания, а затем сложить их в соответствии с "Великим Принципом (выше)", то результирующая стрелочка окажется очень и самой длинной; и это, по мнению Фейнмана, означает, что квантовая электродинамика показывает, что "свет отражается от зеркала"! (стр.42 текста книги). Но ведь автор именно из этого и исходил, когда рисовал стрелочки!?

Из нарисованной картинки (рис.24) автор делает вывод, что упрощенная картина мира – это такая, где свет движется по траектории **наименьшего времени!**

Улавливаем связь этого подхода с "Великим Принципом Мопертюи» о том, что движение тел происходит по линии **наибыстрейшего спуска?** И с Божественным промыслом заодно?

Положим, слабый рассеянный свет в этом эксперименте нам нужен был для того, чтобы считать, что мы имеем дело с отдельными фотонами. Но, простите, откуда известно, что все нарисованные автором фотоны действительно прошли по этим траекториям и попали в фотоумножитель? Ниоткуда. А они и не шли по этим траекториям! Это просто математический прием! Каждый фотон, который все-таки попадает в фотоумножитель, прежде, чем вылететь из источника по какому-то направлению, "на самом деле", как пишет Фейнман, сначала "обнюхает" окружающее пространство, затем рассчитает траекторию минимального времени, и только тогда нажмет на кнопку "Старт!" Если это по-вашему "физика", то я уж и не знаю....

На самом деле рассуждения автора тщательно маскируют волновые представления, которыми просто объясняется это простое явление. Но он НЕ МОЖЕТ себе позволить пользоваться волновыми представлениями, и нас заклинает отказаться от них. И я сам тоже готов отказаться, если только мне предложат другие, достаточно обоснованные и не абсурдные представления о свете. А пока... пардон муа.... Рисуем стрелки, закрывая глаза на абсурдность физической картины.

Но автор не так прост, как нам кажется! «Не верите?» – спрашивает он нас... А что вы скажете об отражениях от периодических полосок-царапин? (стр.43 текста книги). Вы говорите, что отражает только середина зеркала? А если вы возьмете только край зеркала, где вы не ожидаете увидеть никакого отражения, процарапаете там полоски, то что будет? Вы увидите, что фотоумножитель начнет регистрировать заметное отражение. Ну, что скажете, господа Неверующие?

Скажем... что решетка отражает от царапин и в других направлениях (тем более – от царапин!), и принцип равенства угла падения углу отражения тут не работает. И волновая теория это прекрасно объясняет, с той только разницей, что в ней все как бы естественно, и уж если есть волна, то можно спокойно говорить о ее фазе. А у автора фаза тоже есть, но это "фаза амплитуды вероятности" - изобретенного математиками абсурдного монстра.

Но ведь автор и не признает волновой природы света! Его задача - "объяснить" нам оптические эффекты с "корпускулярной" точки зрения!

Ну и что мы скажем?

Да то же самое пока скажем – абсурдная математическая теория за кулисами соответствует волновой теории, но внешне нам ее пытаются представить чем-то иным, вновь созданным человеческим гением.

Фейнман: Итак, решетка показывает, что мы не можем игнорировать те части зеркала, которые на первый взгляд ничего не отражают...(стр. 46)

А мы и не игнорируем. Они отражают. Но, поскольку источник света (хоть и слабого) излучает фотоны во все стороны, то эти участки отражают свет в других направлениях, в чем легко можно убедиться, двигая наш фотоумножитель в пространстве. Просто отрезав левую часть зеркала, мы для первого опыта не увидим никакой разницы. Используя решетку, мы обнаружим, что фотоумножитель все же регистрирует фотоны, попадающие на решетку, хотя угол отражения не соответствует углу падения. Волновая теория прекрасно объясняет это сложением фаз в нужном направлении. Квантовой теории тоже нужно сложить фазы в нужном направлении, что она и делает.

Но вопрос ставится хитрее. Если волновая теория неприменима, то почему фотон, падая на отрезок зеркала, испещренный полосками, отражается все же не под углом падения-отражения? Ведь каждый отдельный микрокусочек зеркала должен был бы отражать под правильным углом? Откуда же возникает излучение в "неправильном" направлении?

Квантовая электродинамика говорит – от "амплитуды вероятности", маскируя свои закулисные волновые представления о "всевозможных путях" прохождения света. Но мы себе этого позволить не можем.

Чтобы не забыть, следовало бы тут же сказать о том, как это объясняет фотонно-преонная гипотеза. А она очень просто это объясняет. Поток фотонов падает на микрозеркальце. Механика отражения была объяснена ранее в разделе "Свет" [Л.3]. Фотон (цуг преонов) входит под некоторым углом в стекло, заходит внутрь, загибается наружу и выходит из стекла. В нормальных условиях угол падения равен углу отражения. Но если размеры микрозеркальца сравнимы с длиной волны, то фотон не успевает выйти из стекла, на его пути возникает край, и угол выхода уже становится другим. Если решетка строго периодическая, то в одних направлениях возникает уплотнение потока, а в других - обеднение. Вот и вся "квантовая" механика.

Важно также иметь в виду, что фотон воспринимается атомом только целиком, но не его частью. Даже размещая микрофотоумножитель на пути фотона необходимо, чтобы фотон попал на атом цезия фотомишени и был поглощен атомом цезия. Физически немислимо утверждать, что фотоны с якобы разными фазами могут взаимно уничтожиться, это нонсенс.

А автор и не утверждает этого. Он не знает(!) что происходит там на самом деле. Его теория это позволяет **рассчитать**. (Да и расчет-то на самом деле основан на подгонке под экспериментальный результат – ну, это не столь важно и встречается гораздо чаще, чем думают некоторые).

По сути мы имеем волновую теорию, модифицированную под квантовые представления, но не ценой (как пишет автор в целях маскировки перехода к вероятностям – это было бы еще полбеды!), а ценой отказа от физических представлений! Во-от что самое главное во всем этом, и, одновременно - самое неприемлемое.

Дальнейшие "объяснения" эффекта преломления (с.46-49) производятся в том же духе, и пояснений, мне кажется, не требуют. Разве что стоит остановиться на объяснении явления дифракции (стр.50), но идея все равно та же самая, другой искать не надо.

И теперь уже можно пропустить усложненные картинки автора (для понимания сути дела они нам уже ничего не дадут), и перейти прямо к странице 68-69.

Важно обратить внимание на следующее: единственная стрелка, соответствующая прямолинейной траектории через точку D (рис. 32), не может объяснить вероятности того, что свет попадет из источника в детектор по такому пути. Близкие, почти прямые траектории (через C и E , например) также играют важную роль. Поэтому свет, *на самом деле*, распространяется не только по прямой. Он «обнюхивает» соседние траектории вокруг нее и использует небольшую часть ближайшего пространства. (По этой же причине и зеркало должно быть достаточного размера, чтобы нормально отражать: если зеркало слишком мало для пучка соседних траекторий, свет рассеивается во многих направлениях, куда бы вы ни поставили зеркало.)

Но, простите, каким же образом фотон это делает? И что тогда собой представляет фотон?

А на этот вопрос автор отказывается отвечать. Его могучая теория все объясняет!? Ну и ладно. Конечно, если допустить существование обоняния у фотона. А почему нет? Если слушатель согласился с одним абсурдом, он слопает и второй и третий. Их будет еще много.... И скорость света будет больше скорости света, и время вспять будет двигаться....

И, чтобы уж окончательно заморочить головы слушателям новыми "вероятностными" идеями, Фейнман увеличивает давление до предела:

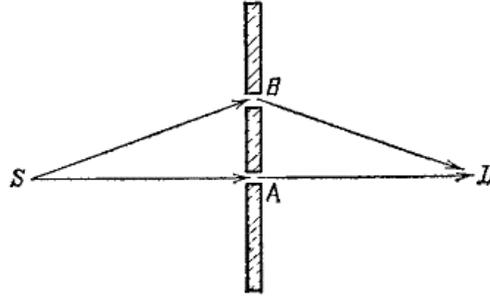
На первой лекции мы обнаружили, что у нас нет наглядного механизма для описания даже такого простейшего явления, как частичное отражение света от стекла. Кроме того, мы не можем предсказать, отразится ли данный фотон, или пройдет сквозь стекло. Все, что мы можем сделать — посчитать *вероятность* конкретного события — отражения света, в данном случае. (Она равна примерно 4 %, когда свет прямо падает на одиночную поверхность стекла; при наклонном падении вероятность отражения возрастает.)

Как говорил один из персонажей знаменитого в России фильма "Приключения Шурика" - "Не мы, а ВЫ!". Это у ВАС нет наглядного представления.

Там, где в обычных условиях мы сложили бы вероятности, мы неожиданно для себя «складываем» *стрелки*; там, где умножили бы вероятности — «перемножаем» *стрелки*. Необычные ответы, получаемые при вычислении вероятностей таким способом, прекрасно соответствуют результатам эксперимента. Мне как раз очень нравится, что мы должны прибегать к таким необычным правилам и странным рассуждениям, чтобы понять Природу, и я всегда с удовольствием рассказываю об этом. За этим анализом Природы нет никакого скрытого механизма, «колесиков и шестеренок». Если вы хотите понять Ее, вы должны принять это.

Интерференция фотонов?

Рис. 49. Через каждое из двух маленьких отверстий (в точках A и B экрана, расположенного между источником S и детектором D , в случае, если открыто только одно) проходит примерно одинаковое количество света (в данном случае 1 %). Когда открыты оба отверстия, происходит «интерференция». Детектор щелкает от 0 до 4 % случаев в зависимости от расстояния между A и B (см. рис. 51, а)



Прежде чем перейти к основной части этой лекции, хочу показать вам еще один пример поведения света. Я расскажу об очень слабом свете одного цвета, который распространяется из источника S в детектор D (см. рис. 49) в виде одиночных фотонов. Поместим экран между источником и детектором и сделаем в нем два очень маленьких отверстия в точках A и B , находящихся на расстоянии в несколько миллиметров друг от друга. (Если расстояние между источником и детектором 100 сантиметров, размер дырочек должен быть меньше, чем десятая доля миллиметра.) Пусть точка A лежит на одной прямой с точками S и D , а точка B — несколько в стороне от A , не на этой прямой.

Закрыв отверстие в B , получим в D некоторое количество щелчков, представляющих фотоны, прошедшие через A (скажем, детектор щелкает в среднем один раз на каждые 100 фотонов, испускаемых источником S , т. е. в 1 % случаев). Мы знаем из второй лекции, что если закрыть отверстие в A и открыть отверстие в B , получится примерно такое же, в среднем, количество щелчков — так как отверстия очень маленькие. (Когда мы слишком «сжимаем» свет, правила обычного мира — например, что свет распространяется прямолинейно — нарушаются.) Когда мы открываем оба отверстия, то получается сложный результат, связанный с наличием интерференции. При некотором расстоянии между отверстиями мы получаем щелчков больше, чем ожидаемые 2 % (вплоть до ~ 4 %); а чуть изменив это расстояние, вообще не получаем щелчков.

Естественно было бы ожидать, что открытие дополнительного отверстия *всегда* будет увеличивать количество света, попадающего в детектор. Но в действительности это не так. Поэтому неправильно говорить, что свет «распространяется или по одному пути, или по другому». Я все еще ловлю себя на том, что говорю: «Он распространяется по этому пути или по тому пути». Однако когда я так говорю, я должен иметь в виду, что подразумевается сложение амплитуд: имеется амплитуда прохождения фотона по одному пути u и амплитуда прохождения по другому пути. Если амплитуды взаимно гасят друг друга, свет не будет распространяться, если даже, как в данном случае, открыты оба отверстия.

Вот! Амплитуды взаимно гасят друг друга. А куда девается фотон? А черт его знает. Мы же не рассматриваем физику явления?!

Однако кое-что все-таки ясно. Мы имеем дело с некоей модифицированной формой дифракции. Дифрагируют не волны на краях материала, а якобы корпускулы-фотоны, представляющие собой неизвестно что физическое. При этом утверждается, что их поведение можно описать вероятностными методами. Это как раз вполне возможно, ибо математике (и математику) все равно, что именно описывают его значки – важны "правила сложения стрелочек"!

Более того, совершенно непонятна физическая суть этих "процентов отражения"! Так угадали! Угадали, что если некое число $0,4$ возвести в квадрат, то получим $0,16$. Как раз тот максимум, который максимально отражается.

Проблема все же есть. При сильном свете, при большом потоке фотонов, еще кое-как удавалось рисовать "дифракционную картину". Но при слабом свете, при одиночных щелчках объяснить происходящее оказалось трудной задачей. Вероятностная теория - это не физическое объяснение. Требуется объяснить как возникновение темных зон (положим, это не компенсация, а просто отсутствие попаданий в них фотонов), так и наличие зон с увеличенной интенсивностью падения фотонов (возможно, за счет зон темных).

Нижеследующий текст Фейнмана вообще рассчитан, видимо, на простаков:

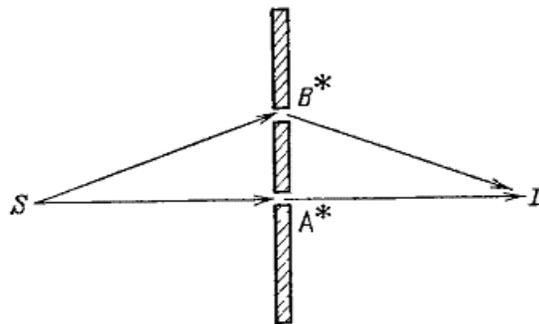


Рис. 50. Если в точках A и B расположены специальные детекторы (*), показывающие, по какому из путей распространяется свет при двух открытых отверстиях, эксперимент меняется. Поскольку фотон всегда проходит или через одно, или через другое отверстие (в случае, если вы за ними следите), имеются два конечных состояния: 1) сработали детекторы в A и D и 2) сработали детекторы в B и D . Вероятность того, что случится каждое из этих событий, равна примерно 1%. Вероятности двух событий складываются обычным способом, и вероятность срабатывания детектора в D оказывается равной 2% (см. рис. 51, б)

А вот еще одна странная особенность Природы, о которой мне хотелось бы рассказать. Предположим, мы помещаем в точках A и B специальные детекторы (можно сконструировать детектор, показывающий, прошел ли через него фотон) и теперь знаем, через какое отверстие (отверстия) проходит фотон, когда оба они открыты (см. рис. 50).

Идея неплохая. **Проблема** состоит лишь в том, что при прохождении фотона через ЛЮБОЙ «детектор» («обнаружитель») фотон либо вообще не пройдет на выход детектора, либо пройдет какой-то другой фотон, с помощью которого вы регистрируете прохождение первого, то есть будет нарушен закон причинности. И опыт это немедленно подтверждает. Так ведут себя эти «фотоны»

Раз вероятность того, что одиночный фотон попадет из S в D зависит только от расстояния между отверстиями, то, видимо, фотон как-то незаметно разделяется на два, а потом снова соединяется, не так ли? В соответствии с такой гипотезой, детекторы в A и B всегда должны срабатывать одновременно (возможно, вполсилы?), тогда как детектор в D должен срабатывать с вероятностью от нуля до 4 % — в зависимости от расстояния между A и B .

А вот что происходит на самом деле: детекторы в A и B *никогда* не срабатывают одновременно — срабатывает детектор в A или детектор в B . Фотон не разделяется на два: он распространяется либо по одному, либо по другому пути.

Они и не могут сработать одновременно, если фотоны распространяются в виде корпускул поодиночке. Ясно, что **фотон распространяется либо по одному, либо по другому пути. Более того, когда сработал один из детекторов A или B , детектор в точке D не срабатывает - ведь фотон уже поглощен либо детектором A либо детектором B .**

Более того, в этих условиях детектор в D срабатывает в 2 % случаев — а это просто сумма вероятностей прохождения через A и через B (1 % + 1 %). Значение 2 % не зависит от расстояния между A и B ; интерференция *исчезает*, если в A и B поместить детекторы!

Природа так все устроила, что мы никогда не сможем понять, как она это делает: если мы ставим приборы, чтобы выяснить, по какому пути пойдет свет,— пожалуйста, мы можем это выяснить, но удивительные интерференционные эффекты исчезают. А если у нас нет приборов, показывающих, по какому пути идет свет, интерференционные эффекты восстанавливаются! В самом деле, очень странно!

Странно другое - почему автор не учел фундаментальной (и общеизвестной!) особенности фотона - невозможность одновременно и зафиксировать его прохождение через детектор, и обеспечить это прохождение. При фиксации прохождения фотон неизбежно поглощается детектором, каким бы ни была его конструкция. По словам самого же автора (он это, конечно, знает и понимает) фотон нельзя разделить на две части, это уже будет не фотон (или не тот фотон).

Поэтому, если даже предположить, что фотон-частица способна "интерферировать" (что, похоже - нонсенс), то вполне понятны результаты этого эксперимента - в отсутствие детекторов A и B имеет место "интерференция" с появлением зон минимума (темноты)- и максимума (4%). Но при наличии хотя бы одного из детекторов он неизбежно поглощает или отклоняет фотоны, интерференция исчезает, и частота попадания фотонов в точку D становится равной 1%.

А вот другой вопрос — как помощью фотонно-преонной гипотезы объяснить возникновение интерференции — остается пока полуоткрытым. Ведь несмотря на наличие

периодически повторяющейся последовательности преонов, рассматривать их поток как волну, способную создать интерференцию, можно только в случае большой величины этого потока. При этом можно рассматривать каждую точку поля падения потока как возбуждаемую частично когерентным излучением. Когда же фиксируются отдельные щелчки, трудно себе представить, что они являются результатом того же процесса.

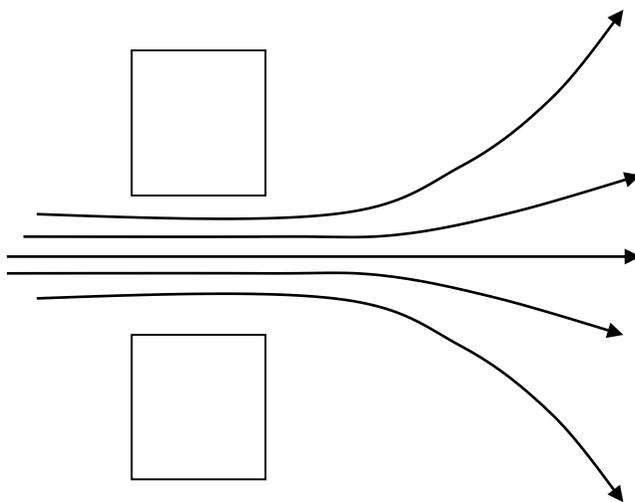
Интересно, что автор не указывает величины расстояния между отверстиями. Расстояние до источника - 1 метр. Это расстояние свет проходит за 3 нсек. При длине волны красного света 0,5 мк и числе преонов в фотоне не менее миллиона, длина фотона (цуга преонов) в пространстве будет равна 0,5 метра, и нужно лишь небольшое увеличение этой длины, чтобы фотоны перекрылись. Но на деле и этого не надо. Потому что даже перекрывшись по длине, они все равно попадут в разные области мишени фотоумножителя.

Интерференция обычного типа создается НЕПРЕРЫВНО существующим воздействием двух источников колебаний. В корпускулярном варианте этого нет. Мы уже не говорим о том, что источник излучает фотоны вовсе не из одной точки, так что даже и говорить о разности хода бессмысленно. И если в случае интерференции почти монохрома в большом потоке еще можно было как-то объяснить это явление, предположив весьма вероятное наличие в излучении множества частично-когерентных фотонов, то в данном случае сам рис.50 не соответствует действительности – источник излучения всегда распределен в пространстве. Он не является точечным с учетом длины волны света.

Таким образом, предложенный к рассмотрению опыт описан недостаточно, и никаких выводов о происходящем сделать невозможно.

Тем не менее, попробуем....

Причина дифракции на отверстиях состоит в том, что при большом диаметре отверстия части плотного потока отклоняются гравитационным воздействием атомов стенок по-разному в зависимости от расстояния до стенок, на котором они проходят.



Два таких отверстия могут приводить к возникновению интерференционной картины.

Но автор рассматривал СЛАБЫЙ поток. Настолько слабый, что можно говорить о сравнительно редких одиночных фотонах. И нам задается вопрос - откуда и как может возникать даже какое-то подобие интерференции, если фотоны пролетают отверстия и попадают на мишень **в разное время?**

Конечно, если мы, вслед за автором, принципиально не интересуемся тем, как все обстоит "на самом деле", то можем и не найти разумного ответа, и тогда придется подчиниться автору, и признать абсурдность Природы.

Но разумный ответ, как нам кажется, все-таки есть.

Чтобы разобраться в этом парадоксе, позвольте напомнить вам самый важный принцип: для того чтобы правильно вычислить вероятность события, нужно очень внимательно отнестись к *четкому определению законченного (полного) события* — в частности, определить, каковы начальные и конечные условия эксперимента. Вы смотрите на оборудование до и после эксперимента и ищите изменения. Когда мы вычисляли вероятность попадания фотона из S в D без детекторов в A и B , то событием был просто щелчок детектора в D . Если щелчок в D был единственным изменением условий, то нельзя было сказать, по какому пути летел фотон, поэтому возникла интерференция.

Поместив детекторы в A и B , мы изменили задачу. Теперь оказывается, что есть *два законченных события* — две различных совокупности конечных условий: 1) сработали детекторы в A и D ; 2) сработали детекторы в B и D . Если у эксперимента имеется несколько допустимых конечных условий, надо вычислять вероятность каждого как отдельного законченного события.

На этом месте следует, видимо, остановиться. Нет смысла обсуждать результаты эксперимента, если Фейнман считает, что можно построить такой детектор, который обнаруживал бы фотон, и при этом одновременно не поглощал бы его. И при этом **Фейнман точно знает**, что это сделать невозможно что называется «по определению»...

Что же может происходить "на самом деле?"

Время релаксации (восстановления)

Если мы имеем дело со случайно испущенными фотонами, то все зависит от расстояния, на котором фотон проходит от стенки отверстия. В зависимости от этого он отклоняется на разный угол. А источник фотонов у нас - не точечный. Любой фотон может прийти по любой траектории, и пройти на разном расстоянии от стенки отверстия. И очень многое зависит от конфигурации поверхности излучения источника. В результате распределение точек яркости на поверхности катода фотоумножителя будет точно таким же, как и при интенсивном потоке. Потому что в среднем точно такое же относительное количество фотонов будет отклоняться больше или меньше от линейного направления. Но вот будет ли иметь место полная компенсация фотонов (темнота) или учетверенная мощность? Как уже обсуждалось ранее, никакой "компенсации" быть не может, ни в "корпускулярном" случае (классический фотон), ни в случае "фотонно-преонном".

Причина описанного Фейнманом явления может быть в другом - а именно в конечном времени релаксации (восстановления состояния) атома, электрон которого "выбит" первым проходящим фотоном. Конечно, если рассматривать "идеальную" схему,

предложенную автором, то может показаться, что второй приходящий фотон с очень малой вероятностью попадет в тот же самый атом мишени, в который попал первый фотон. Однако, на практике мы имеем дело со статистическим процессом.

Если считать, что на рисунке Фейнмана (рис.50) фотоны вылетают из одной точки (или примерно одной точки, в области меньшей четверти волны), то на мишени действительно могут образоваться области, в которые фотоны приходят с разными относительными задержками. Если задержка минимальная (равна нулю), то оба фотона приходят одновременно. Но данный атом может одномоментно отреагировать только на один фотон. И пока атом не восстановится после потери электрона, второй фотон не может быть им воспринят. По мере увеличения задержки (временного интервала между фотонами) вероятность поглощения второго фотона *и, соответственно, выброса второго электрона* увеличивается и достигает максимума при максимальном расстоянии между фотонами, *после чего процесс идет в обратную сторону*. Интересно, что Фейнман в этом опыте не сообщает нам, связаны ли как-то расстояния между отверстиями с длиной волны, ибо длина волны тут вообще ни при чем, если считать фотоны безразмерными частицами.

То есть дело обстоит ровно наоборот. В местах (точках), куда фотоны приходят одновременно, должно наблюдаться снижение количества щелчков, так как воспринимается атомом только один фотон. А в тех точках, куда фотоны приходят в разное время - фиксируются оба. Это также происходит там, где фотоны попадают на разные атомы. Но "интерференцией" это явление я бы называть не стал.

Понятно при этом, что перекрыв одно отверстие, вы не получаете никакой "интерференции" - фотоны проходят только через одно отверстие.

Ясно тут одно - эксперимент описан настолько скупо, насколько должны показаться правдоподобными его объяснения студентам (для которых все это и говорилось)

Между прочим, следует обратить внимание на то, что трасса S-B-D не прямая, а ломаная; это означает именно наличие дифракции на отверстии В. Да и при указанных размерах (100 см и несколько миллиметров угол должен составлять несколько тысячных градуса, и при прямолинейном распространении света фотоны никак не попадут на экране в одно и то же место. Поэтому Фейнман предусмотрительно сообщил нам, что в микромире свет может распространяться не прямолинейно. Простите, при чем тут микромир? Это явно условия возникновения дифракции на отверстии!

Вам может показаться, что наиболее шокирующая черта квантовой электродинамики — шаткая концепция амплитуд — указывает на какие-то проблемы, какое-то неблагополучие! Однако физики возятся с амплитудами уже больше пятидесяти лет и очень к ним привыкли. Более того, все новые частицы и новые наблюдаемые нами явления полностью соответствуют предсказаниям, которые можно вывести из этой концепции амплитуд, где вероятность события равна квадрату результирующей стрелки, длина которой определяется при помощи всяких хитрых способов ссоединения стрелок (с интерференцией и т. д.). Так что в *экспериментальном отношении* концепция амплитуд не подлежит никакому сомнению. Вы можете сколько угодно испытывать философское беспокойство относительно того, что же все-таки значат амплитуды (если они, действительно, что-то значат), но поскольку физика — наука экспериментальная, а концепция согласуется с экспериментом, она нас пока устраивает.

Систему Птолемея использовали не 50 лет, а 1500 лет, и очень к ней привыкли. Более того, новые данные прекрасно вписывались в "универсальную концепцию мира", причем с точностью, которая была существенно выше точности системы Коперника. "Вы можете сколько угодно возражать с якобы "физической точки зрения", но, поскольку концепция Птолемея прекрасно согласуется с экспериментом, она всех устраивает" - так могли бы сказать, и именно так и говорили современники Коперника, выступавшие против его системы.

Литература

1. Р.Фейнман. «КЭД – странная теория света и вещества» (GOOGLE)
2. А.Вильшанский. «Физическая физика (Гравитоника)» (GOOGLE)
3. А.Вильшанский. «Физическая физика (Преоника)» (GOOGLE)