А.С. Грусицкий

«Сверхсветовая» скорость и время туннелирования в эксперименте Л. Вонга

Аннотация: В 2000 году появилось сообщение что импульс света в камере с цезием превысил скорость света в 310 раз (эксперимент Л. Вонга (США), так что выходящий из камеры импульс успел удалиться на 19 метров, прежде чем приходящий достиг передней стенки камеры. Это сообщение посвящено анализу этого феномена.

Ключевые слова: туннелирование , сверхсветовая скорость, светоподобные линии, потенциальный барьер, отрицательное время

Grusitsky A. S.

«Superlight» Speed and tunneling time in L. Wong's Experiment

Abstract: In 2000, it was reported that the impulse of light in a chamber with tseium vapor was 310 times the speed of light. Experiment L. Wong (USA). So the impulse leaving the chamber managed to move away to 19 meters before the incoming one reached the front wall of the chamber. This post is devoted to the analysis of this phenomenon.

Key words: tunneling, superlight speed, light-like lines, potential barrier, negative time

Мало кто обращал внимание (до появления информации о сверхсветовых нейтрино) на данное обстоятельство, связанное с тем, что находясь в «туннеле» элементарная частица, словно бы, пребывает в области обратного хода времени. И выходя из этого «туннеля» оказывается в собственном прошлом, по часам внешнего наблюдателя (экспериментатора). Видимо, именно в этом явлении кроется причина, якобы, «сверхсветового» перемещения нейтрино. Макроэффект туннельного эффекта: http://www.proza.ru/2011/10/23/1772

В 2000 г. появились сообщения о двух экспериментах, в которых проявились эффекты сверхсветовой скорости микрочастицы. Один из них выполнил Лиджун Вонг с сотрудниками в исследовательском институте в Принстоне (США). Результат эксперимента состоит в том, что световой импульс, входящий в камеру, наполненную парами цезия, увеличивает свою скорость в 310 раз. Получалось, что главная часть импульса выходит из дальней стенки камеры даже раньше, чем импульс входит в камеру через переднюю стенку. Такая ситуация противоречит не только здравому смыслу, но, в сущности, и теории относительности. Так может быть эксперимент и надо рассматривать с точки зрения СТО.

Сообщение Л. Вонга вызвало интенсивное обсуждение в кругу физиков, большинство которых не склонны видеть в полученных результатах нарушение принципов относительности. Задача состоит в том, полагают они, чтобы правильно объяснить этот эксперимент. Этот доклад и является одним из вариантов объяснения феномена сверхсветовой скорости в эксперименте Л. Вонга с точки зрения полученного определения времени в [2], время это характеристика процесса и оно отражает его скорость, время это скаляр и не меняет своего направления.

В эксперименте Л.Вонга [1] световой импульс, входящий в камеру с парами цезия, имел длительность около 3 мкс. Длина цезиевой камеры составляла 6 сантиметров. В вакууме свет проходит 6 сантиметров за 0,2 нс. Через камеру же с цезием, как показали выполненные измерения, световой импульс проходил за время на 62 нс меньшее, чем в вакууме. Другими словами, время прохождения импульса через цезиевую среду имеет знак "минус"! Действительно, если из 0,2 нс вычесть 62 нс, получим "отрицательное" время. Эта "отрицательная задержка" в среде − непостижимый временной скачок − равен времени, в течение которого импульс совершил бы 310 проходов через камеру в вакууме. Следствием этого "временного переворота" явилось то, что выходящий из камеры импульс успел удалиться от нее на 19 метров, прежде чем приходящий импульс достиг ближней стенки камеры. Как же можно объяснить такую невероятную ситуацию (если, конечно, не сомневаться в чистоте эксперимента)?

Судя по развернувшейся дискуссии, точное объяснение еще не найдено, но несомненно, что здесь играют роль необычные дисперсионные свойства среды: пары цезия, состоящие из возбужденных лазерным светом атомов, представляют собой среду с аномальной дисперсией.

Дисперсией вещества называется зависимость фазового (обычного) показателя преломления n от длины волны света [l]. При нормальной дисперсии показатель преломления увеличивается с уменьшением длины волны, и это имеет место в стекле, воде, воздухе и всех других прозрачных для света веществах. В веществах же, сильно поглощающих свет, ход показателя преломления с изменением длины волны меняется на обратный и становится гораздо круче: при уменьшении (увеличении частоты w) показатель преломления резко уменьшается и в некоторой области длин волн становится меньше единицы (фазовая скорость $V_ф > c$). Это и есть аномальная дисперсия, при которой картина распространения света в веществе меняется радикальным образом. Групповая скорость $V_{гр}$ становится больше фазовой скорости волн и может превысить скорость света в вакууме (а также стать отрицательной). Л. Вонг указывает на это обстоятельство как на причину, лежащую в основе возможности объяснения результатов его эксперимента. Следует, однако, заметить, что условие $V_{гр} > c$ является чисто формальным, так как понятие групповой скорости введено для случая малой (нормальной) дисперсии, для прозрачных сред, когда группа волн при распространении почти не меняет своей формы.

В областях же аномальной дисперсии световой импульс быстро деформируется и понятие групповой скорости теряет смысл; в этом случае вводятся понятия скорости сигнала и скорости распространения энергии, которые в прозрачных средах совпадают с групповой скоростью, а в средах с поглощением остаются меньше скорости света в вакууме. Но вот что интересно в эксперименте Вонга: световой импульс, пройдя через среду с аномальной дисперсией, не деформируется - он в точности сохраняет свою форму! А это соответствует допущению о распространении импульса с групповой скоростью. Но если так, то получается, что в среде отсутствует поглощение, хотя аномальная дисперсия среды обусловлена именно поглощением! Сам Вонг, признавая, что многое еще остается неясным, полагает, что происходящее в его экспериментальной установке можно в первом приближении наглядно объяснить следующим образом.

Световой импульс состоит из множества составляющих с различными длинами волн (частотами). На рис. 1 показаны три из этих составляющих (волны 1-3). В некоторой точке все три волны находятся в фазе (их максимумы совпадают); здесь они, складываясь, усиливают друг друга и образуют импульс. По мере дальнейшего распространения в пространстве волны расфазируются и тем самым "гасят" друг друга.

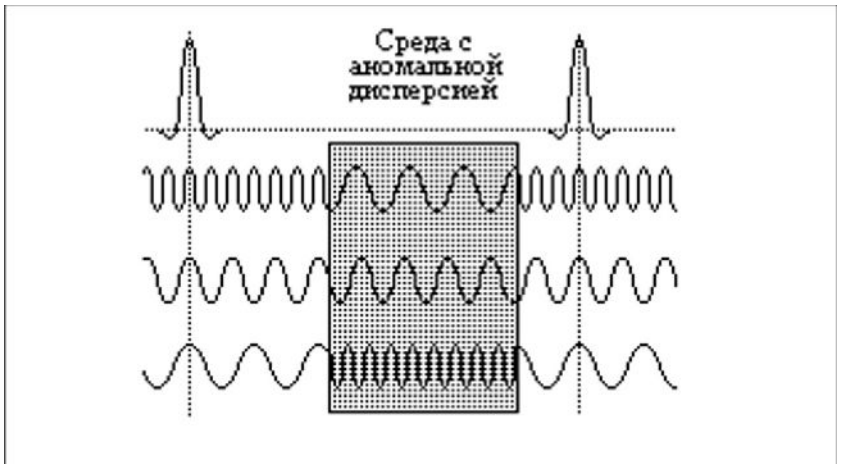

Рис. 1 Схема возникновения опережающего импульса

В области аномальной дисперсии (внутри цезиевой ячейки) волна, которая была короче (волна 1), становится длиннее. И наоборот, волна, бывшая самой длинной из трех (волна 3), становится самой короткой. Следовательно, соответственно меняются и фазы волн. Когда волны

прошли через цезиевую ячейку, их волновые фронты восстанавливаются. Претерпев необычную фазовую модуляцию в веществе с аномальной дисперсией, три рассматриваемые волны вновь оказываются в фазе в некоторой точке. Здесь они снова складываются и образуют импульс точно такой же формы, как и входящий в цезиевую среду». (Сайт nkj.ru А. Голубев Возможна ли сверхсветовая скорость)

Объяснения Вонга касаются фазочастотных изменений в структуре сигнала при прохождении сигналом камеры с парами цезия, но не причины сверхсветовой скорости. В связи с этим привлечем к объяснению полученных результатов в эксперименте Вонга определение времени, полученного в [2], − время это скорость процесса.

Сразу же надо отметить, что схему эксперимента Вонга надо рассматривать с точки зрения СТО и частицы светового импульса как отдельную систему координат по отношению к внешнему наблюдателю – времени *t*. В эксперименте Вонга световой импульс это сложный по своей структуре импульс, состоящий из множества частиц, так фронт импульса это высокочастотные частицы, плоская часть это низкочастотные, то есть световой импульс состоит из частиц с разными собственными временами. Таким образом, имеем множество систем отсчета движущихся с разными собственными временами и более высокочастотные будут опережать низкоскоростные – поэтому фронты импульса намного опередят его плоскую часть.

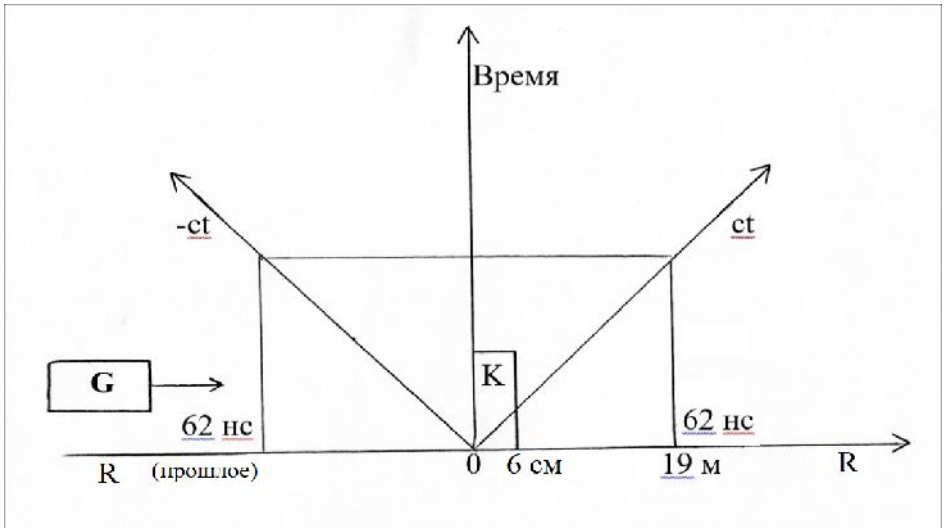

Рис.2 Объяснение отрицательной задержки времени

Обратимся к рис. 2. Когда передний фронт светового импульса (это грубо 240 – 300 нс или 0,08 – 0,1 от длительности 3мкс.) достигает камеры К, то дальнейшее его распространение идет по световому конусу. Световой импульс разделяется на два сигнала движение по мировой линии (−*ct*) и (+*ct*), то есть реальный сигнал претерпел разложение и принял комплексный вид (аналогично в радиотехнике сигнал можно сформировать из двух квадратурных составляющих). То есть имеет место комплексный процесс, одна составляющая процесса оккупирует пространство впереди расположенное, другая же стремится занять такое же пространство, но прошлое. Но вернуться в прошлое пространство невозможно, поэтому то мнимую составляющую Л. Вонг фиксируют по времени, а действительную в пространстве на расстоянии 19 метров, от камеры К. Это расстояние 19 м соответствует времени движения фронта 62 нс, (свет проходит 1м. за 3,3нс.), то есть движению фронта импульса со световой скоростью. Так что сверхсветовой скорости в эксперименте Вонга нет. В левой же части конуса на оси времени (– t) те же 62 нс, то есть имело место движение вспять, но не времени − время это скаляр [2]. Это экспериментатор установил точку отсчета времени, и фиксирует время появления частицы, частица же может менять свое направление движения. И знак (+ или −) определяется движением частицы (процессом), если время отрицательное, это означает что частица (процесс) движется в обратном направлении, то

есть в пространственноподобном интервале (–*ct*) рис. 2, где она и фиксировалась через 62 нс. При этом плоская часть и задний фронт импульса еще не достигли и передней стенки камеры. Поэтому (3000нс. – 62нс.) и «отрицательная» задержка и этот «непостижимый» временной скачок. И так ни какого противоречия с теорией относительности. Так же следует отметить что разложение реального светового импульса на комплексные составляющие (−*ct*) и (+*ct*) происходящее в камере и реально существующие (пример: формирование радиосигнала квадратурным методом) попытаться привлечь к выяснению вопроса о темной материи, возможно, что комплексные процессы составляют какую то часть этой материи. И еще метафизический момент содержится в комплексном представлении сигнала это феномен ясновидения − как прошлого, так и будущего.

Далее: эксперимент Вонга показал что импульс, пройдя камеру К, был зафиксирован на расстоянии 19 метров от камеры (через 62нс.), почему такая задержка. Это связано с квантом времени процесса или настоящим временем [2] в процессе. Так квант времени процесса равен одному периоду наивысшей частоты процесса. В нашем случае это наивысшая частота фронта импульса (240 – 300) нс, это примерно от 0.08 до 0,1от длительности импульса и 62 нс составляют примерно четверть (240 – 300)/62 от настоящего момента в процессе. И по прошествии четверти кванта времени (настоящего времени в процессе) импульс «заявляет» о себе, что он уже преодолел барьер и что он здесь в настоящем времени. Отсюда видно, что время преодоления барьера определяется ¼ кванта времени импульса, то есть наивысшей частотой в импульсе.

Список использованной литературы

1. Сайт nkj.ru А. Голубев Возможна ли сверхсветовая скорость
2. Грусицкий А.С. Время и бесконечность Москва ИД «Наука» 2015 г.

Материалы Всероссийской научно - практической конференции «Наука – Общество – Технологии – 2019» Московский политех. Февраль 2019г.