

## «Мистические» силы Казимира.

Владислав Миркин, ктн.

*В современной физике реально существующие силы Казимира так и не получили реального объяснения. В данной работе показано, что те представления, которые якобы описывают взаимодействие двух поверхностей, расположенных на малых расстояниях друг от друга, противоречат основным положениям физики, а основываются лишь на неких мистических предположениях.*

### 1. Предыстория вопроса.

Прошу прощения за использование слова «мистические»: конечно же, эти силы существуют в реальности и вполне поддаются измерениям. Но вот «официальное» объяснение их существования явно не укладывается в рамки реальности.

Начну с цитаты из Википедии (ссылаюсь только на нее, поскольку тем, кто захочет углубиться в официальную версию событий, достаточно начать двигаться по ее ссылкам). *Эффект Казимира* — эффект, заключающийся во взаимном притяжении проводящих незаряженных тел под действием квантовых флуктуаций в вакууме. Чаще всего речь идёт о двух параллельных незаряженных зеркальных поверхностях, размещённых на близком расстоянии, однако эффект Казимира существует и при более сложных геометриях.

Причиной эффекта Казимира являются энергетические колебания физического вакуума из-за постоянного рождения и исчезновения в нём виртуальных частиц. Эффект был предсказан голландским физиком Хендриком Казимиром (Hendrik Casimir, 1909—2000) в 1948 году, а позднее подтверждён экспериментально. Конец цитаты.

Все выделенные слова выделены не мной, а в тексте Википедии. Из них мы можем представить себе в реальности только «тела», «параллельность», «зеркальность», Хендрика Казимира и 1948 год. Все остальные являются виртуальным плодом немного романтизированного сознания, несмотря на их математическую разукраску.

Уже здесь возникает первый вопрос, на который физика не дает реалистичного ответа: из соотношения неопределенности, которое, как

утверждается, лежит в основе возможных флуктуаций, следует, что энергия (ее перепад) может быть бесконечно большой, а время флуктуации тогда бесконечно малым. Так какими могут быть эти величины на практике, ведь на практике бесконечностей быть не может? Кроме того столь же важно понять, какой объем пространства порождает эти виртуальные частицы, и как долго они живут? И как при этом понимать, что флуктуация, возникшая на каких-то определенных частотах (или вообще на одной частоте), вдруг заполняет весь возможный спектр излучений?

Наверняка сейчас найдутся профессионалы в данном вопросе, которые заявят, что мое восприятие физики ограничено знанием волн и колебаний, но это знание вполне позволяет мне увидеть очевидное: романтизированная болтовня отнюдь не эквивалентна пониманию ситуации.

И самое ужасное не в том, что физика сейчас не в состоянии описать все то, о чем сказано выше (да и почти все остальное) понятными категориями, суть в том, что она даже не пытается это делать, и тогда все слова, произносимые в квантовой теории поля, превращаются в пустые звуки, лишённые соответствующих образов.

И в продолжение текста Википедии.

*Согласно [квантовой теории поля](#), физический вакуум представляет собой не абсолютную пустоту. В нём постоянно рождаются и исчезают пары виртуальных [частиц](#) и [античастиц](#) — происходят постоянные колебания (флуктуации) связанных с этими частицами полей. В частности, происходят колебания связанного с фотонами [электромагнитного поля](#). В вакууме рождаются и исчезают виртуальные фотоны, соответствующие всем длинам волн электромагнитного [спектра](#). Однако в пространстве между близко расположенными зеркальными поверхностями ситуация меняется. На определённых [резонансных](#) длинах (целое или полуцелое число раз укладывающихся между поверхностями), электромагнитные волны усиливаются. На всех остальных же длинах, которых больше, напротив, подавляются (то есть, подавляется рождение соответствующих виртуальных фотонов). Происходит это вследствие того, что в пространстве между пластинами могут существовать только стоячие волны, амплитуда которых на пластинах равна нулю. В результате, давление виртуальных фотонов изнутри на две поверхности оказывается меньше, чем давление на них*

*извне, где рождение фотонов ничем не ограничено. Чем ближе друг к другу поверхности, тем меньше длин волн между ними оказывается в резонансе и больше — оказывается подавленными. Такое состояние вакуума в литературе иногда называется вакуумом Казимира. Как следствие, растёт сила притяжения между поверхностями.* Конец цитаты.

Я привел две цитаты из Википедии не случайно: не для того, чтобы увеличить размер моей статьи, чего мне совершенно не нужно. Я не хочу, чтобы кто-нибудь обвинил меня в искажении смысла сказанного. И теперь я имею полное право высказать свое мнение о написанном. И суммарно это мнение таково, что в написанном нет ни одного слова, отвечающего законам физики.

## **2. В чем же мистика?**

Сначала одно замечание. Создание пар виртуальных частиц возможно только в том случае, когда мы можем представить себе не только положительную энергию, но и отрицательную. Конечно, это хорошо, что в школе мы узнали, что наряду с положительными числами бывают еще и отрицательные, но каким образом, описывая понятие, которое изначально и возникало, как положительная величина, мы пришли к его отрицательному значению? Мне представляется, что в этом случае мы просто потеряли точку отсчета: если принципиально положительная величина неожиданно становится отрицательной, то это означает, то, что мы принимаем за нуль, на самом деле является величиной положительной. Или, как сказал однажды Поль Дирак: «Все наши приборы настроены на среду, как на нуль». Ну имеем же мы шкалу Цельсия, в то время, как есть еще и шкала Кельвина.

Теперь о сути цитаты. Самым первым является то, что, на мой взгляд, все учение о виртуальных частицах построено по абсолютно той же схеме, что и один детский прикол. Ребенок зажимает в одном кулаке ириску, сжимает и другой кулак, а руки разводит в стороны. Далее он говорит, что сделав небольшое усилие сможет перевести конфету в другую руку, делает такое движение, а потом говорит, что самое трудное в этом опыте, перевести конфету обратно. Но он делает такое усилие, а потом открывает кулак, где изначально и была конфета. Все получилось. (О том, что за излучение наблюдали ученые технологического университета Чалмерса, я скажу немного позже.) Но этот курьез еще не физический.

Второй, уже физической чепухой является заявление, что между двумя стенками могут существовать волны только в том случае, когда их амплитуда на стенках равна нулю. Вообще-то, это заблуждение пришло в квантовую теорию вакуума из теории излучения абсолютно черного тела, когда так же бездумно было заявлено, что оно излучает только те волны, которые на стенках тела имеют узел стоячей волны. Данное заявление с точностью до наоборот соответствует излучению антенн в радиофизике (интенсивность излучения антенн всех видов максимальна, когда длина излучающих элементов равна четверти длины волны, или половине длины стоячей волны). Конечно, в Википедии написано немного более тонко: «стоячие волны, существуют только тогда, когда на стенках нуль амплитуды». Это-то правильно, иначе волны не были бы стоячими. Но дело в том, что волна, обладающая кинетической энергией, вовсе не обязана быть стоячей. Она может быть просто бегущей (в терминах теории колебаний и волн), или бегущей стоячей волной (то есть, стоячей волной, у которой положение узлов и пучностей меняется). Для того, чтобы это понять, достаточно хоть раз в жизни взглянуть на воду и волны на ней.

Здесь спрятано еще одно заблуждение из теории излучения абсолютно черного тела: то, что энергия волн распределяется по всем модам (гармоникам) равномерно. В квантовой теории поля это тоже имеет место, поскольку иначе не было бы смысла говорить, что волн внутри меньше, чем снаружи (кстати, меньше в бесконечное число раз, что эквивалентно тому, что силы Казимира должны быть бесконечно большими). Так вот и это соотношение количества волн не соответствует принятому в науке. Волны снаружи по форме наиболее близки к синусоидальной, то есть, мы имеем одну моду. А вот внутри они могут иметь гораздо более замысловатую форму, иногда даже какие-то отдельные всплески (посмотрите на реках, что бывает в местах встречи разных волн). А волны сложных форм имеют гораздо более широкий спектр гармоник. И тогда в соответствии с принятыми представлениями волн внутри должно быть больше, и давление изнутри тоже больше.

А теперь полезно посмотреть на аналогию силам Казимира, предложенную в Википедии. Полезно не столько потому, что здесь имеется прямая аналогия, а чтобы оценить «логику» ученых.

*Явление, схожее с эффектом Казимира, наблюдалось ещё в [XVIII](#)*

веке французскими моряками. Когда два корабля, раскачивающихся из стороны в сторону в условиях сильного волнения, но слабого ветра, оказывались на расстоянии менее приблизительно 40 метров, то в результате интерференции волн в пространстве между кораблями прекращалось волнение. Спокойное море между кораблями создавало меньшее давление, чем волнующееся с внешних бортов кораблей. В результате возникала сила, стремящаяся столкнуть корабли бортами. В качестве контрмеры, руководство по мореплаванию начала 1800-х годов рекомендовало обоим кораблям послать по шлюпке с 10—20 моряками, чтобы расталкивать корабли. Конец цитаты.

От данной аналогии просто хочется плакать. Я не буду отрицать, что корабли могут столкнуться и даже сталкивались на самом деле, но в чем же причина? Сначала о простом. Как может осуществиться сильное волнение в условиях слабого ветра? Да и зачем это условие слабого ветра? Кроме того, совершенно не ясно, а как расположены корабли по отношению к направлению распространения волн. Если волны идут вдоль кораблей, то вряд ли они могли исчезнуть, кстати при этом корабли прижмутся друг к другу за счет сил Бернулли (вода течет между кораблями). А, если волны шли поперек расположения кораблей, то почему не предположить, что один из кораблей просто экранировал пространство между кораблями, и тогда волны внутри ослаблялись, а один из кораблей просто прижимался волнами и ветром к другому. И очень хотелось бы, чтобы авторы статьи в Википедии объяснили, как с помощью интерференции погасить какие-либо волны. Объяснить даже не на воде, а на самых обычных нарисованных синусоидах.

Здесь следует немного поговорить об интерференции волн. Пусть мы имеем два источника волн, разнесенные в пространстве. И пусть даже это источники когерентных колебаний. Тогда в определенных направлениях интерференция даст сложение амплитуд колебаний, а в других амплитуда может быть минимальной (или равна нулю, если амплитуды волн от источников равны между собой). Из этого следует, что энергия волн от этих двух источников никуда не девается: она всегда постоянна и равна сумме энергий от каждого источника. Тогда позволительно спросить, а куда девалась энергия водяных волн из аналогии в результате интерференции? Неужели на расстоянии в 40 метров не оказалось направления, где волны бы усиливались в

результате интерференции. Тем более, что суда 18-ого века были примерно такой же длины (самое крупное судно Голландии «Королева Екатерина» имело в длину 82 метра).

Кроме того, следует учитывать еще два практических факта. Во-первых, все-таки волны на воде не могут быть строго синусоидальной формы, а потому представляют собой набор гармоник. Неужели фазы этих гармоник для двух источников так удачно существуют, что на всех гармониках одновременно возникает ослабление волн? Во-вторых, на воде никогда не может быть выполнено условие когерентности волн от двух источников. И тогда можно будет увидеть, что периодически (длина периода тем больше, чем ближе частоты волн от источников) волны ослабляются, а затем усиливаются.

Таким образом слова о подавлении волн в результате интерференции выглядят не очень убедительно (скорее говорят о полном непонимании, что же такое интерференция): это больше напоминает ситуацию с экранированием волн одним из кораблей. И становится понятно, что данная аналогия притянута за уши, что, кстати, характеризует ущербность логики ученых.

### 3. Анализ результатов экспериментов.

Итак, сила притяжения Казимира, действующая на единицу площади  $F_c/S$  для двух параллельных идеальных зеркальных поверхностей, находящихся в абсолютном вакууме, составляет (Википедия)

$$F_c/S = \frac{c\hbar\pi^2}{240d^4},$$

где

$\hbar$  — приведённая [постоянная Планка](#),

$c$  — [скорость света](#) в вакууме.

$d$  — расстояние между поверхностями.

Формула выглядит подозрительно: уже даже число 240 в знаменателе как-то с трудом осознается, поскольку в любых теоретически полученных формулах трудно получить число более 3 (за счет трехмерности пространства), ну, по крайней мере 9 ( $3^2$ ). Все величины в формуле, кроме расстояния между зеркалами, являются величинами постоянными, а потому совершенно непонятно, почему нельзя (в качестве шутки) ввести в формулу либо дополнительные постоянные в виде числа Авогадро, гравитационной постоянной и всех других, либо вообще заменить все постоянные в формуле (тогда



было бы лишь нужно подобрать соответствующий численный коэффициент)? Мне лично кажется, что такой вид формулы был необходим, чтобы увязать экспериментально измеренное значение силы с 4-ой степенью расстояния (понятно, что в некотором интервале расстояний), хотя при умозрительном рассмотрении там должно бы быть расстояние в квадрате. У 4-ой степени нет никакого физического обоснования. Вполне возможно, что такое соотношение получено из-за того, что было невозможно точно соблюсти единое расстояние между зеркалами в опытах.

В 2011 году группа ученых из технологического университета Чалмерса подтвердила динамический эффект Казимира. В эксперименте, благодаря модификации СКВИДа, учёные получили подобие зеркала, которое под воздействием магнитного поля колебалось со скоростью около 5 % от световой. Этого оказалось достаточно для того, чтобы наблюдать динамический эффект Казимира: СКВИД испускал поток микроволновых фотонов, причём их частота была равна половине частоты колебаний «зеркала». Именно такой эффект предсказывала квантовая теория [3][4] (обозначу эти работы [1,2]). В данный момент ожидается повторение эксперимента какой-либо другой группой ученых. Это опять цитата из Википедии.

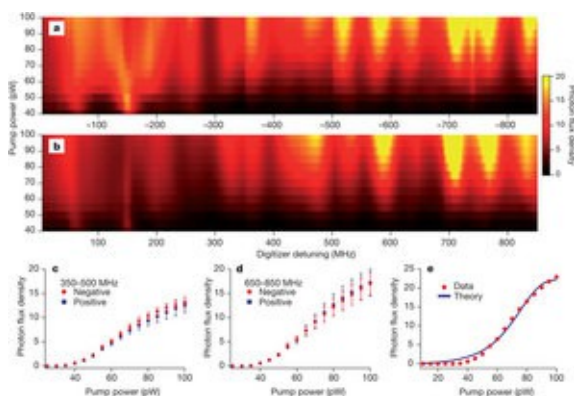


Рис. 1. Спектр фотонов, полученный при колебаниях зеркала. (К сожалению, рисунок в работе столь же неразборчив, но частоты можно разглядеть: на верхнем рисунке они укладываются в диапазоне от 0 до -800 МГц от некой центральной частоты, в нижнем от 0 до 800 МГц).

Я упорно старался найти в указанных работах (нумерация работ

дана в Википедии) то самое утверждение квантовой теории, которое бы явилось предсказанием появления в два раза меньшей частоты излучения, чем частота колебаний стенок зеркала (а она составляла 10,3 ГГц). Ничего подобного в данных работах я не нашел (во второй из них приведены графики, из которых следует, что там целый спектр частот фотонов, в котором «линии» идут через 50-100 МГц). Только в одной работе я нашел фразу, что частота излучения «грубо составляет половину (roughly half)» частоты колебаний зеркала.

Мое замечание является принципиальным. Дело в том, что в случае точного равенства одной из частот половине другой частоты мы вправе говорить о «когерентности» обоих сигналов (когерентность в том, что в нулевой — да, собственно, в любой — фазе сигнала низкой частоты фаза сигнала высокой всегда строго одинакова). Чтобы в этом убедиться, можно просто нарисовать синусоиды двух частот, или почитать работы о влиянии второй гармоники входного сигнала на работу усилителей разных частот. Если же частоты сигналов не в точности равны 1 и 2, то никакой когерентности не будет. Другими словами, если мы видим некий широкий спектр (пусть даже линейчатый), то мы не можем говорить о каком-либо специфическом процессе, при котором частота колебаний делится строго на два. И тогда мы должны рассматривать нелинейные процессы, где могут возникать комбинационные частоты, и должны найти источники сигналов частот, возбуждающих основные сигналы, из которых и возникают эти комбинации. А заодно найти те нелинейные элементы, в которых данные комбинации возникают.

Что же касается возможного возникновения субгармоники (сигнала с частотой в два раза меньшей частоты колебаний зеркала), то можно сказать, что в самых обычных электрических цепях возникают субгармоники, и их появление отнюдь не связано с возбуждением виртуальных частиц, а вызвано нелинейными свойствами элементов, входящих в электрические цепи. И, если в вакууме возникают субгармоники, то необходимо искать такие же нелинейности в системе зеркало-вакуум. Но, повторю, наличие множества линий в данных экспериментах, скорее всего говорит о том, что существует некое колебание в вакууме, изначально никак не связанное с колебаниями зеркала. И в арсенале физики есть все данные, позволяющие предположить такое колебание (и даже целый спектр колебаний).

В своей работе [3] я уже писал, что если бы не весьма сомнительное мнение о существовании реликтовых фотонов, то можно было бы



увидеть, что так называемое реликтовое излучение может быть вызвано колебаниями кристаллической решетки эфира, состоящего из электрически взаимодействующих частиц одного заряда, описанного в работе [4]. И в данном случае вполне естественно говорить о температуре, соответствующей движению частиц эфира при таких колебаниях.

Здесь необходимо сделать небольшое отступление. В Википедии в статье о температуре это понятие связывают с движением молекул (любых частиц), ставя в соответствие среднюю кинетическую энергию их движения и температуру. На мой взгляд, утверждение П.Л.Капицы о том, что «мерилом температуры является не само движение, а хаотичность этого движения», вряд ли соответствует природе вещей, а потому мы вполне вправе считать, что совершенно не хаотичное колебание кристаллической структуры эфира может быть охарактеризовано некой температурой (которую мы и измеряем, полагая ее реликтовой).

Итак, мы можем представить себе огромный кристалл (величиной со Вселенную), в котором возникает необычайно широкий спектр самых разных колебаний. И этот спектр описывается кривой, приведенной на рис.2.

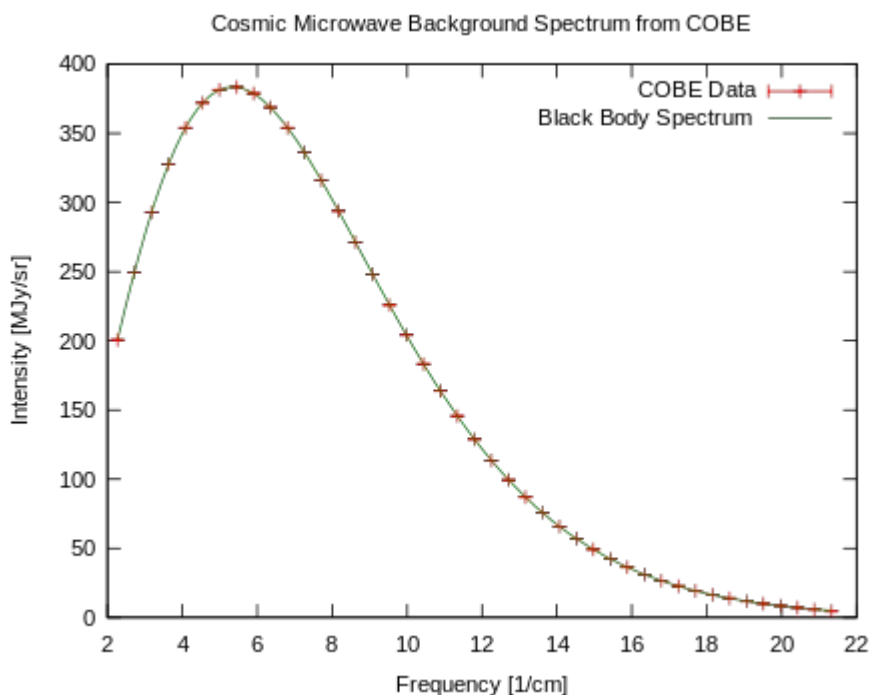


Рис.2. Спектр «реликтового излучения» (Википедия).

Вообще-то эта кривая описывает спектр не в том диапазоне, который нас интересует (нам нужны его значения в тех же единицах примерно от 0,1 до 0,5), но ясно, что и там интенсивность излучения больше нуля (да ведь и самые первые замеры реликтового излучения проводились на частоте  $1/7,35$  см). Кроме того данный график позволяет сделать еще одно важнейшее заключение: если следовать принятой логике описания экспериментальных результатов, то крестики на кривой означают, что измерения проводились именно на тех частотах, на которых и стоят данные крестики, то есть, они проводились на дискретных частотах, причем отстоящих друг от друга на достаточно большом расстоянии (из-за характеристик элементов схем в сантиметровом и миллиметровом диапазонах измерить какой-либо параметр на очень близких частотах вообще невозможно, хотя бы из-за конечной добротности резонансных фильтров). Другими словами, у нас вовсе не должно быть иллюзии, что кривая является непрерывной. Более того, следует сказать, что на практике ни один спектр не может быть непрерывным в принципе.

Другими словами, если считать, что в пространстве распространяются волны с частотами порядка 4,08 ГГц (могут быть частоты больше, или меньше данной частоты; а ее я назвал только потому, что на этой частоте их впервые замерили), то можно считать, что спектр выходного сигнала может содержать сигналы с частотой порядка  $10,3 - 4,08 = 6,22$  ГГц (это только пример: я абсолютно не знаю, какой, или какие из сигналов спектра могут комбинироваться с сигналом с частотой колебаний зеркала). Отмечу только, что на рис.1 явно видны колебания с частотой порядка 50-100 МГц, и еще более явно видны колебания с частотой порядка 1,5-1,6 ГГц (самые яркие максимумы разнесены на такую ширину). К сожалению, не видно, какой частоте соответствует нулевая частота на рисунке. Но что совершенно ясно, в том широком, но дискретном спектре частот, который представлен на рис.2, всегда можно найти одну, или несколько частот, которые своими комбинациями дадут и частоту 1,5 ГГц, и частоту 50-100 МГц. И, кроме того, очевидно, что однозаряженный эфир является системой нелинейной, что уже отмечалось в работе [5].

В данной работе, ссылаясь на общеизвестный факт, что лазерная указка излучает зеленый свет, который является второй гармоникой основного колебания в лазере, сделано предположение, что вторая

гармоника возникает не в момент перехода электрона с одного энергетического уровня в атоме на другой (таких уровней, при котором энергия перехода была бы точно в два раза больше, чем для первой гармоники, ни в одном атоме просто нет), а в некоем пространстве, которое может находиться как внутри атома, так и между атомами. И даже вообще за пределами лазера. То есть, пространство должно обладать нелинейными свойствами. Можно, конечно, напрячься и наградить пространство еще одним свойством, наряду с возможностью искривляться и создавать виртуальные частицы, но гораздо проще сказать, что пространство заполнено электрическим эфиром, который может обладать нелинейными свойствами, поскольку такой эфир обладает пространственным зарядом (нелинейные свойства электронного пучка определяются именно пространственным зарядом). Таким образом мы в очередной раз приходим к мысли, что пространство ведет себя нелинейным образом.

#### **4. Заключение.**

Итак, мы пришли к довольно странному заключению, что очевидным образом существующие силы Казимира вовсе не объясняются ни возникновением виртуальных фотонов, ни наличием резонансных частот между и вне объектов, которые взаимодействуют под действием сил Казимира. И уж тем более, наличие таких сил вовсе не доказывает правильности представлений квантовой теории поля. Я бы даже сказал, что они противоречат ей. Но вот однополярно заряженный эфир объемом со всю Вселенную является тем физическим понятием, которое позволяет объяснить наличие сил Казимира.

Литература.

1. Юлия Рудый. Физики впервые зарегистрировали динамический эффект Казимира. 6.6.2011. Сайт Membrana.

2. C.M.Wilson, G.Johansson, A.Pourkabirian, M.Simoen, J.R.Johansson, T.Dty, F.Nori, P.Delsing. Operation of the dynamical Casimir effect in a superconducting circuit. Nature 479 (376-379), 17.11.2011.

3. Владислав Миркин. Фантазии о «реликтовом излучении»? Сайт iri-as.org.

4. Владислав Миркин. Не темная энергия, Химия и Жизнь, #5, 2008.

5. Владислав Миркин. Эксперименты с волнами де Бройля. Сайт iri-as.org.