

Физическая интерпретация сдвига интерференционной полосы в опыте Майкельсона на диэлектрических средах

В.В.Демьянов

Государственная Морская Академия им. В.Ф.Ушакова, Новороссийск
e-mail: demjanov@nsma.gu

Сдвиг интерференционной полосы в интерферометре Майкельсона отсутствует в вакууме, но отчетливо регистрируется в экспериментах с диэлектрическими средами, показатель преломления которых превышает единицу. Это наблюдение заставило меня концептуально по-новому интерпретировать физические процессы, протекающие в интерферометре Майкельсона. Я отказался от общепринятого аддитивного правила $c \pm V$ сложения скорости V инертного тела со скоростью c света, как принципиально неприменимого к неинертному объекту, каковым и является электромагнитная волна. Вместо этого я применил нерелятивистскую формулу Френеля увлечения света движущейся оптической средой. Эта формула, вкуче с учетом физического эффекта Лоренцева сокращения плеча интерферометра, позволила мне построить теоретическую модель, которая воспроизвела в существенных чертах полученную в моем эксперименте параболическую зависимость от диэлектрической проницаемости светоноса. Из экспериментальной кривой абсолютная скорость Земли относительно эфира оценена, как $140 \div 480$ км/сек. Этот интервал оценивает проекцию скорости V на горизонтальную плоскость прибора, меняющуюся в зависимости от различного времени дня или ночи.

Предисловие (от 03.10.2012)

Я решил расположить на своём сайте эту статью (на русском и английском языках). Её мне удалось опубликовать в рецензируемом физическом журнале "Phys. Letter A" в 2009 году. За 35 лет с момента выполнения описываемых в ней экспериментов на сконструированных мной интерферометрах типа Майкельсона это была первая успешная попытка (из более десятка предыдущих, предпринятых как во времена СССР, так и в новой России). Последние 3 попытки были предприняты в 2008-2009 годах в журналах: Изв. ВУЗов, сер. "Физика"; ЖЭТФ; и "Письма ЖЭТФ". Редакция "Физика" даже не ответила мне (работнику ВУЗа), редакции ЖЭТФ понадобилось более года, чтобы составить отказ из трёх слов: «...статья противоречит СТО», а "Письма ЖЭТФ" ответили не раздумывая, через несколько дней: оказывается, в моей статье, решили они за читателя, нет ничего нового для современной физики.

Постепенно пришло понимание бессмысленности продолжения этих попыток внутри страны. Мои «карантинные сроки» закончились несколько лет назад, и я обратился к новым возможностям эпохи Интернета. Я переслал отклонённую краткую статью из "Писем ЖЭТФ" в "Phys. Letter A" (у них одинаковые требования). Здесь её приняли, строго прорецензировали, я дважды её дорабатывал по конструктивным замечаниям рецензентов, улучшая и содержание, и, особенно, рисунок, после чего её опубликовали и бумажный тираж журнала разослали в феврале 2010 года по библиотекам. Я получил от редакции электронный отпечаток статьи, который и выкладываю здесь на обозрение (со свободным доступом к ней, т.к. свободный доступ через сайт редакции "Phys. Letter A" сейчас ограничен рефератом).

Вероятно, я допустил ошибку, написав в редакцию "Письма ЖЭТФ" письменный отказ от их услуг повторного рассмотрения моей статьи, наивно сообщив им о приёме моей статьи в "Phys. Letter A". Через месяц после её публикации апологеты СТО подняли шум и стали давить на редакцию "Phys. Letter A" с обвинениями в том, что "рецензирование выполнено некачественно" (мол, не описана установка, нет описания погрешностей, вызывает сомнения использование формулы Френеля, не описана методика юстировки установки, не описаны систематические ошибки и т.д.). Никто не задумывался над тем, чего он требует от редакции "...Letter A", ограничивающей сообщение тремя страницами. Зато, каждый "критик" высказывал единое для апологетики СТО убеждение, что до 2009 года "качественное рецензирование" таких работ, как моя, всегда приводило к отказу от публикации. В итоге редакция "Phys. Letter A" вынуждена была объявить моей статье "retract". Но через Интернет мир успел узнать о результатах моих экспериментов.

С тех пор я опубликовал, через "посланный нам Богом" Интернет, около двух десятков статей (суммарным объёмом более 200 стр.), в которых подробно ответил на все перечисленные вопросы «защитников» СТО, а, заодно, рассказал об ошибках и фальсификациях всех известных экспериментов на интерферометрах типа Майкельсона (включая ошибки интерпретации самого Майкельсона). И что вы думаете? Никто из апологетов СТО не высказал мне хоть какое-то мнение по поводу того, что я ответил на все их вопросы и "недоумения" в 100 раз подробнее, чем они хотели об этом узнать из краткого Письма на 3 стр. редакции "Phys. Letter A". Создаётся впечатление, что многих тонкостей экспериментального искусства работы на интерферометрах типа Майкельсона сторонники СТО элементарно не знают. Ещё бы, вот уже 70 лет, как после Конференции 1927 года в Пасадине опыты типа Майкельсона фальсифицированы как «отрицательные» (при активном участии Эйнштейна), а поиск положительных результатов осуждается, высмеивается, запрещается. Все мои статьи-ответы размещены на этом моём сайте и на других Интернет-изданиях. Для доступа к ним сегодня в большинстве случаев достаточно в строке поиска Google набрать фамилию: Демьянов В.В.

Эксперимент Майкельсона и его традиционная интерпретация

Эфир, по определению, – гипотетическая сплошная среда, служащая для переноса электромагнитного излучения и передачи взаимодействия. Предположительно Земля движется сквозь светоносный эфир с некоторой скоростью V . Для того чтобы опытным путем определить это движение, Майкельсон [1–2] измерял время t , за которое свет преодолевает расстояние L от источника до возвращающего зеркала и обратно в двух направлениях: t_{\parallel} – параллельно V и t_{\perp} – перпендикулярно направлению движения экспериментальной установки. Полученные экспериментальные данные были истолкованы следующим образом. Согласно Майкельсону, мы должны иметь:

$$t_{\parallel} = L/(c+V) + L/(c-V), \quad (1)$$

$$t_{\perp} = 2L \cdot (c^2 - V^2)^{-1/2}. \quad (2)$$

В таком случае, измеряя разность времен (2) и (1)

$$\Delta t = t_{\perp} - t_{\parallel} \approx -\frac{V^2}{c^2} \frac{L}{c} \quad (3)$$

можно было бы найти скорость V «эфирного ветра».

Однако измерения Майкельсона и более поздние эксперименты показали, что Δt равно нулю. Этому факту было дано объяснение в рамках физического эффекта Лоренцева сокращения длины тела $L' = L \cdot (1 - V^2/c^2)^{1/2}$ в направлении движения со скоростью V , где L' – длина плеча интерферометра в (1). С учетом этого получаем равенство $t_{\parallel} = t_{\perp}$, т.е. $\Delta t = 0$.

Эксперимент Майкельсона в оптических средах и его нерелятивистская интерпретация

В 1968–1971 гг., будучи научным сотрудником Обнинского филиала НИФХИ им. В.Я.Карпова, я измерил Δt на нескольких построенных крестообразных интерферометрах со светоносами из различных прозрачных диэлектрических материалов в обоих его плечах [3]. Для этого использовались газы, жидкости и твёрдые оптические материалы. В моих измерениях микроскопическая интерференционная картина проектировалась оптическим объективом на экран видикона и с помощью ТВ-системы транслировалась на экран неподвижного кинескопа, на котором ширина полосы была увеличена до $X_0 = 90$ мм.

Интерферометр с газовыми светоносами с диэлектрической проницаемостью в интервале $1.0003 < \epsilon < 1.004$ имел длины плеч $L = L_{\parallel} = L_{\perp} = 6$ м, а со светоносами с диэлектрической проницаемостью интервала $1.5 < \epsilon < 3.0$ имел длины плеч $L = 0.3$ м. В интерферометре со светоносами, использующими среды с проницаемостями интервала $1.5 < \epsilon < 3$, гармоническое смещение интерференционной полосы в сотни раз больше, чем в случае применения в нём газовых светоносов. Именно это и позволило уменьшить размеры плеч интерферометра до $L = 0.3$ м. Для газов измерения велись на длине волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м. Я смог перекрыть интервал $1.5 < \epsilon < 2$, используя в качестве светоносов воду на трёх различных длинах волн: $9 \cdot 10^{-6}$, $9 \cdot 10^{-7}$ и $3 \cdot 10^{-7}$ м в области перед зоной аномальной диэлектрической дисперсии. Интервал $2.0 < \epsilon < 3.0$ был перекрыт на тех же трёх длинах волн в области нормальной дисперсии плавленого кварца перед зоной аномалии. Чтобы все результаты измерений были соответственны единой кривой $X_m(\Delta\epsilon)$, на рис.1 они приведены к единым параметрам: длине плеч $L = 6$ м и длине волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м, т.е. к $L/\lambda = 10^7$.

На рис.1 показана измеренная мной параболическая зависимость амплитуды сдвига X_m интерференционных полос от разности $\Delta\epsilon = \epsilon - 1$ между диэлектрической проницаемостью ϵ оптической среды и проницаемостью "вакуума". Она определяет разность времён для формулы (9) в соответствии с пропорцией $X_m = cX_0\Delta t/\lambda$, где X_0 – ширина интерференционной полосы, а λ – длина волны света в вакууме. Как видно из рисунка, выходное отношение сигнал/шум значительно улучшается для сред с показателем преломления $n > 1$, где $\epsilon = n^2$.

Когда $\Delta\epsilon \rightarrow 0$ и $\epsilon \rightarrow 1.0$, сигнал тонет в шумах прибора. Замечу, что все известные измерения предшествующих авторов [1,2,4,5] лежали всегда в окрестности моей точки O_{air} , т.е. либо тонули в шумах, либо слегка возвышались [4] над уровнем шума.

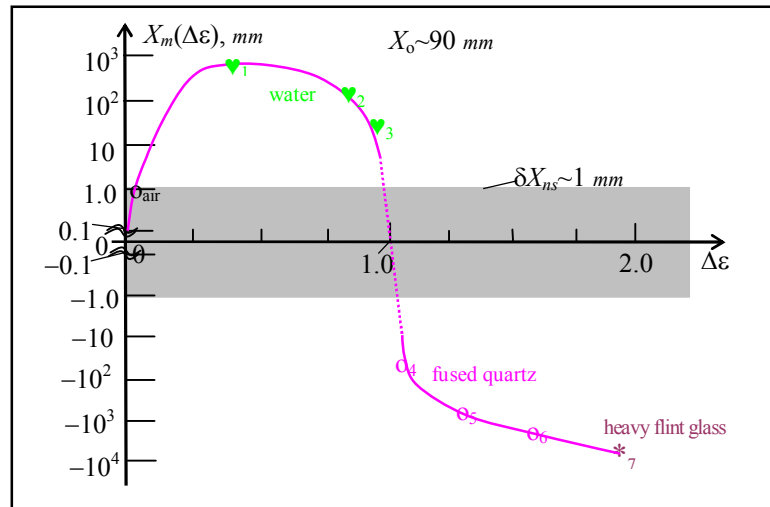


Рис.1. Зависимость амплитуды X_m гармонического сдвига интерференционной полосы от вклада $\Delta\epsilon$ диэлектрической проницаемости частиц светоноса в полную диэлектрическую проницаемость $\epsilon=1+\Delta\epsilon$ оптической среды: воздуха, воды, плавленного кварца и стекла «тяжелый флинт». Измерения проведены на разных интерферометрах: с газовыми светоносами при длине плеч $L=L_{\parallel}=L_{\perp}=6$ м; для светоносов из воды и твёрдых сред длина плеч была $L=0.3$ м. Точки 1, 4; 2, 5 и 3, 6, 7 измерены на длинах волн: $9 \cdot 10^{-6}$; $9 \cdot 10^{-7}$ и $3 \cdot 10^{-7}$ м, соответственно, а измерения на газах велось на длине волны света $\lambda=6 \cdot 10^{-7}$ м. X_0 – ширина полосы в интерференционной картине, δX_{ns} – уровень шума интерферометра (все экспериментальные данные приведены к одному размеру $L=6$ м и к длине волны $\lambda=6 \cdot 10^{-7}$ м).

По-прежнему, я исхожу из предположения, что Земля, интерферометр и, следовательно, находящаяся в нём оптическая среда движутся поступательно с некоторой скоростью V относительно эфира. Целью работы является определение величины V из эксперимента. Для того, чтобы объяснить ход экспериментальной кривой, показанной на рис.1, я отверг, как несостоятельное, правило сложения $c \pm V$ скорости света c со скоростью V поступательного движения инертного тела в соотношении (1). Вместо этого я использовал историческую формулу Френеля для зависимости скорости света от параметров движущейся оптической среды:

$$c_{\pm} = \frac{c}{n} \pm V \left(1 - \frac{1}{n^2} \right). \quad (4)$$

Недавно эта формула была выведена [6] из уравнений Максвелла. При таком подходе будем иметь вместо (1):

$$t_{\parallel} = \frac{L_{\parallel}}{c_{+}} + \frac{L_{\parallel}}{c_{-}} \quad (5)$$

где c_{+} и c_{-} – значения (4) для распространения света вдоль V и в противоположном направлении, соответственно. В формуле (5) также предусмотрена поправка на эффект Лоренца для длины движущегося тела. В данном случае мы считаем, что для использованных оптических сред невысокой плотности свет большей частью пребывает в эфире. Поэтому можно принять в лабораторной системе отсчета

$$L_{\parallel} = \frac{L}{(1 - V^2/c^2)^{1/2}} \quad (6)$$

Подставляя (6) и соответствующие места в (5), получим время хода луча в плече интерферометра, параллельном V :

$$t_{\parallel} = (L_{\parallel}/c_+ + L_{\parallel}/c_-)/(1-V^2/c^2)^{1/2} \approx \frac{L}{c} 2n \left[1 + \frac{V^2}{2c^2} + \frac{V^2}{c^2} \left(\frac{\Delta n^2}{n} \right)^2 \right]. \quad (7)$$

где $\Delta n^2 = n^2 - 1$. Из (2) и формулы (4), учитывающей диэлектрическую проницаемость светоноса при распространения света в перпендикулярном к движению направлении, получаем:

$$t_{\perp} = \frac{2L}{\left(\frac{c^2}{n^2} - V^2 \right)^{1/2}} = \frac{L}{c} \frac{2n}{\left(1 - \frac{V^2}{c^2} n^2 \right)^{1/2}} \approx \frac{L}{c} 2n \left(1 + \frac{V^2}{2c^2} n^2 \right). \quad (8)$$

Вычитая (7) из (8), найдем окончательное выражение [3]:

$$\Delta t = \frac{V^2}{c^2} \frac{L}{c\sqrt{\varepsilon}} \Delta\varepsilon (1 - \Delta\varepsilon), \quad (9)$$

в котором было использовано: $n = \sqrt{\varepsilon}$ и $\Delta\varepsilon = \Delta n^2$. Формула (9) воспроизводит в существенных чертах экспериментальную кривую, показанную на рис.1. Из этой кривой и теоретической модели (9) можно получить оценку скорости V "эфирного ветра": $140 \div 480$ км/сек. Этот интервал определяется величиной проекции скорости на горизонтальную плоскость интерферометра, изменяющейся в разное время дня и ночи.

Заметим, что авторы [7] также пришли к верному пониманию необходимости учёта в экспериментах типа Майкельсона реальных значений проницаемостей оптических средах. Хотя полученная ими линейная модель $X_m \sim L\Delta\varepsilon$ всё ещё основана на использовании эклектической формы $c/n \pm V$.

Выводы и обсуждение

На интерферометре Майкельсона для оптических сред с показателем преломления, бóльшим единицы, получен сдвиг интерференционной полосы, значительно повышающий отношение сигнал/шум. Таким путем уверенно измерена конечная разность между временными интервалами прохождения света от источника до зеркала и обратно для направлений параллельно и перпендикулярно направлению движения интерферометра. Найдено, что эта величина параболически зависит от вклада $\Delta\varepsilon$ частиц в диэлектрическую проницаемость светоносной среды. Экспериментальные наблюдения хорошо описываются теоретической моделью, основанной на нерелятивистской и негалилеевской формуле Френеля для увлечения света движущейся оптической средой. Таким образом, показана несостоятельность аддитивного правила $c \pm V$ сложения скорости света c со скоростью V движущегося инертного тела, использованного в выводе формулы Майкельсона.

Следует подчеркнуть, что в рамках предложенной интерпретации, концептуально отличной от традиционной, все известные измерения (см., например, [1, 2, 4, 5]) на интерферометре типа Майкельсона, в которых поддерживалось нормальное давление воздуха (этому соответствует $\Delta\varepsilon \approx 0.0006 - 0.0007$), всегда должны были показывать $X_m \neq 0$, а, следовательно, $\Delta t \neq 0$. Вот почему все экспериментаторы сообщали, что в опытах при нормальном давлении воздуха они замечали ненулевые значения X_m в шумах. Но в формуле Майкельсона (3) отсутствует $\Delta\varepsilon$, поэтому он по замеченным следам X_m получил сильно заниженную оценку абсолютной скорости Земли, которая лежит в пределах шума, $5 - 10$ км/сек. Такая же оценка была получена Миллером [4]. В моей формуле (9) $\Delta\varepsilon$ учтено. Это избавило меня от фатальной ошибки, в результате которой "эфирный ветер" оказывается незамеченным, и позволило обнаружить движение Земли относительно неподвижного эфира. Проекция абсолютной скорости Земли на горизонтальную плоскость прибора, рассчитываемая из (9), оказалась в разное время ночи и дня на широте г. Обнинска равной $140 \div 480$ км/сек. Из сравнения (3) и (9) видно, что учёт $\Delta\varepsilon$ даёт в $1/\sqrt{\Delta\varepsilon_{\text{возд}}} \sim 1/\sqrt{0.0006} \sim 40$ раз большие скорости "эфирного ветра", чем из (3) получали ($5 - 10$ км/сек) Майкельсон и Морли [2], Миллер [4] и др.

Игнорирование инерциального вклада $\Delta\varepsilon$ Майкельсоном и всеми, кто его копировал, явилось причиной, по которой известные опыты на вакуумированных интерферометрах и эксперименты с гамма-лучами давали отрицательные результаты. В этих экспериментах $\Delta\varepsilon = 0$ либо из-за

того, что в той части прибора, где проходил свет, был вакуум, либо из-за нулевого значения $\Delta\epsilon_\gamma$, т.к. диэлектрическая проницаемость ϵ_γ любой оптической среды в γ -лучах равна единице, т.е. $\Delta\epsilon_\gamma = \epsilon_\gamma - 1 = 0$. А я показал в экспериментах, что при откачке воздуха из зон прохождения света гармонический сдвиг интерференционной полосы пропадает (обнуляется). Действительно, согласно (9) из $\Delta\epsilon \rightarrow 0$ следует $\Delta t \rightarrow 0$, т.к. $X_m \sim \Delta t$.

Полученные экспериментальные результаты и найденная их теоретическая интерпретация вскрывают причину общего заблуждения об "отрицательности" опытов Майкельсона. Во-первых, причина в неадекватности общепринятого аддитивного правила $c' = c \pm V$ сложения скоростей для композиции скоростей неинертной волны и инертных частиц оптической среды, в которой эта волна распространяется. Во-вторых, это отсутствие понимания того факта, что измеряемый в экспериментах гармонический сдвиг интерференционной полосы связан с присутствием в светоносном материале поляризуемых светом частиц. Неучёт их вклада $\Delta\epsilon$ в полную проницаемость светоносов привёл в [1] к завышению ожидаемого смещения X_m интерференционной полосы в $\sim 1/\Delta\epsilon_{\text{возд.}} \sim 1/0.0006 \approx 1600$ раз. Иными словами, в эксперименте 1881-го года должна была получиться оценка $X_m/X_0 \sim 0.000025$, а не $X_m/X_0 \sim 0.04$, как ожидал в [1] Майкельсон. С самого начала этот результат мог бы сформировать у Майкельсона и у других правильное понимание того, что прибор с разрешением $\sim X_0/40$ [1] неспособен обнаружить "эфирный ветер", когда $X_m/X_0 \sim 0.000025$. Примени Майкельсон формулу (4) в своих расчётах, он бы осознал, что это его приборная техника, а не эфир, потерпела неудачу.

Литература

- [1] A.A.Michelson. The relative motion of the Earth and the luminiferous aether, Am.J.Sci.,ser.3, v.22, pp.120-129 (1881).
- [2] A.A.Michelson, E.W.Morley. The relative motion of the Earth and the luminiferous aether. Am.J.Sci., ser.3, v.34, pp.333-345 (1887).
- [3] В.В. Демьянов. Нераскрытая тайна великой теории. Новороссийск: МГА им. адм.Ф.Ф.Ушакова, РИО, 1-е издание, 2005, 174 с.; 2-е издание, 2009, 330 с.
- [4] D.C.Miller. Significance of the ether-drift experiment of 1925 at Mount Wilson, Science. v.68, No 1635, pp.433-443 (1926).
- [5] J.Shamir, R.Fox. A new experimental test of special relativity. Nuovo Cim., v.62, No 2, pp.258-264 (1969).
- [6] A.Drezet. The physical origin of the Fresnel drag of light by a moving dielectric medium. Eur.Phys.J. B, v.45, No 1, pp. 103-110 (2005).
- [7] R. T. Cahill and Kirsty Kitto. Michelson-Morley Experiments Revisited and the Cosmic Background Radiation Preferred Frame. Apeiron, v.10, No 2, pp.104-117 (2003).