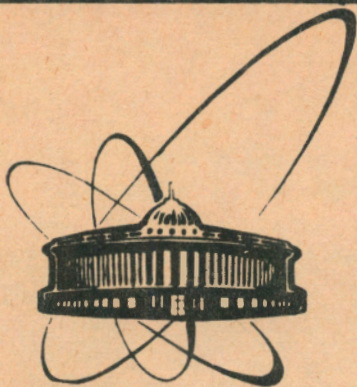


90-337



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P2-90-337

В. Н. Стрельцов

О ТРАКТОВКЕ ОПЫТА
МАЙКЕЛЬСОНА - МОРЛИ

Направлено в журнал "Physics Essays"

1990

Опыт Майкельсона — Морли^{/1/} отметил уже свой столетний юбилей. Однако, как мы увидим ниже, его традиционной трактовке присуща небольшая неточность. При этом, что может быть удивительно, ее устранение ведет к первоначальному выводу Майкельсона^{/2/}.

1. Как известно, в основе трактовки опыта Майкельсона — Морли лежал расчет времен прохождения света вдоль продольного и поперечного плечей интерферометра. В первом случае учитывалось, что скорости распространения света в направлении движения Земли (c_0) и против него (c_{π}) равны соответственно

$$c_0 = c - v, \quad c_{\pi} = c + v. \quad (1a, б)$$

Здесь индекс u скорости указывает угол (θ) между направлениями распространения света и движения Земли (относительно эфира). Эти выражения представляют два предельных случая общей формулы

$$c_{\theta} = \sqrt{c^2 - 2vc \cos \theta^* + v^2}, \quad (2)$$

являющейся следствием преобразований Галилея (θ^* — угол в системе интерферометра). Таким образом, суммарное время распространения света вдоль продольного плеча интерферометра длины l_{\parallel} составило

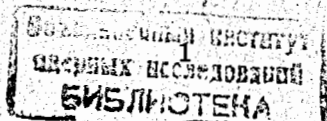
$$t_{\parallel} = \frac{l_{\parallel}}{c_0} + \frac{l_{\parallel}}{c_{\pi}} = \frac{l_{\parallel}}{c-v} + \frac{l_{\parallel}}{c+v} \approx \frac{2l_{\parallel}}{c}(1 + \beta^2), \quad (3)$$

где $\beta = v/c$.

При расчете времени распространения света t_{\perp} вдоль другого (перпендикулярного) плеча учитывалось, что свет идет по гипотенузе прямоугольного треугольника. Отсюда вытекает^{/3/}:

$$\left(c \frac{t_{\perp}}{2}\right)^2 = l^2 + v \left(\frac{t_{\perp}}{2}\right)^2 \quad (4)$$

и



$$t_{\perp} = \frac{2\ell}{c\sqrt{1-\beta^2}} \approx 2\frac{\ell}{c}\left(1 + \frac{1}{2}\beta^2\right). \quad (5)$$

Из условия равенства t_{\parallel} и t_{\perp} , отвечающего отрицательному результату опыта Майкельсона — Морли, получаем известную формулу сокращения Лоренца — Фицджеральда:

$$\ell_{\parallel}^L \approx \ell\left(1 - \frac{1}{2}\beta^2\right). \quad (6)$$

Рассмотрим теперь внимательнее распространение света вдоль поперечного плеча интерферометра. Как уже отмечалось, свет идет по гипотенузе*, то есть под углом $\theta < \pi/2$ ($\cos\theta \approx \beta$) к направлению движения Земли, хотя, конечно, отличие θ от $\pi/2$ очень мало. На основании (2) имеем

$$c_{\theta} \approx c - v\cos\theta + \frac{3}{2c}v^2(1 - \cos^2\theta). \quad (7)$$

С учетом того, что скорость распространения света вдоль поперечного плеча интерферометра, таким образом, равна $c(1 + \frac{1}{2}\beta^2)$, вместо (4) будем иметь**

$$c^2\left(1 + \frac{1}{2}\beta^2\right)^2\left(\frac{t_{\perp}}{2}\right)^2 = \ell^2 + \left(v\frac{t_{\perp}}{2}\right)^2. \quad (8)$$

Отсюда с точностью до членов порядка β^2 найдем

$$t_{\perp} \approx 2\frac{\ell}{c}, \quad (9)$$

что совпадает с первоначальным предположением Майкельсона /2/. Теперь условие равенства t_{\perp} и t_{\parallel} дает

$$\ell_{\parallel} = \ell(1 - \beta^2). \quad (10)$$

Таким образом, результатом последовательного учета влияния движения Земли (относительно эфира) на скорость распространения света является все же первоначальный вывод Майкельсона, а не формула (6).

* Подчеркнем, что при этом он догоняет соответствующее зеркало.

** Ранее /4, 5/, исходя из верной посылки, что $c_{\theta} \neq c$, в вычислениях была допущена неточность, выразившаяся фактически в отбрасывании третьего члена в формуле (7), что допустимо только при $|\cos\theta| \approx 1$. Хотя совпадение прежнего результата с выводом теории относительности казалось довольно странным.

2. С другой стороны, при трактовке данного опыта с позиции теории относительности /6/ ввиду постоянства скорости света t_{\perp} определяется по-старому выражением (5). При этом в соответствии с релятивистским правилом сложения скоростей вместо (1) найдем

$$c_0 = \frac{c-v}{1 - \frac{c \cdot v}{c^2}} = c, \quad c_{\pi} = \frac{c+v}{1 + \frac{c \cdot v}{c^2}} = c. \quad (11a, б)$$

В результате формула (3) для времени распространения света вдоль продольного плеча интерферометра переписывается в виде

$$t_{\parallel} = 2\frac{\ell_{\parallel}}{c}. \quad (12)$$

Отсюда, приравнявая (5) и (12), приходим к релятивистской "формуле удлинения":

$$\ell_{\parallel} = \frac{\ell}{\sqrt{1-\beta^2}}. \quad (13)$$

Отметим, что эта формула является следствием введенной в свое время концепции релятивистской длины /7/, базирующейся на локационном методе измерения расстояний.

Автор благодарит Г.Н.Афанасьева за ценное замечание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Michelson A.A., Morley E.W. — Amer. J. Sci., 1887, v.34, p.333.
2. Michelson A.A. — Amer. J. Sci., 1881, v.22, p.120.
3. Lorentz H.A. — Arch. Neerl., 1887, v.21, p.103.
4. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Р2-86-470, Дубна, 1986.
5. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Р2-88-61, Дубна, 1988.
6. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Р2-5946, Дубна, 1971.
7. Strel'tsov V.N. — Found. Phys., 1976, v.6, p.293.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 мая 1990 года.

Стрельцов В.Н.

P2-90-337

О трактовке опыта Майкельсона — Морли

Отмечается, что введение сокращения Лоренца — Фицджеральда для объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона — Морли связано с неточностью вычисления времени распространения света вдоль поперечного плеча интерферометра. Последовательный учет влияния движения Земли на скорость распространения света в этом случае приводит к первоначальному выводу Майкельсона. Подчеркивается, что следствием трактовки данного опыта с позиций теории относительности является "формула удлинения" для продольного плеча.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод Л.Н.Барабаш

Strel'tsov V.N.

P2-90-337

On the Treatment of the Michelson — Morley Experiment

It is noted that the introduction of Lorentz — Fitzgerald contraction for the explanation of a negative result of the Michelson — Morley experiment is associated with the inaccuracy of calculating the time of light propagation along a transverse arm of the interferometer. Systematic consideration of the influence of the earth's motion on the velocity of light propagation leads to the original Michelson result. It should be stressed that "elongation formula" for a longitudinal arm is a consequence of the interpretation of this experiment from the viewpoint of the relativity theory.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990