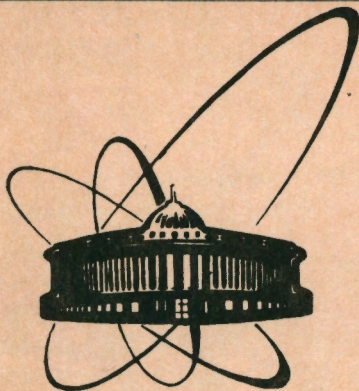


91-125



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

Д2-91-125

В. Н. Стрельцов

О ТРАКТОВКЕ ОПЫТА МАЙКЕЛЬСОНА - МОРЛИ

1991

Опыт Майкельсона — Морли^{1/} отметил уже свой столетний юбилей. Следует, однако, заметить, что традиционная трактовка этого опыта существенным образом опирается на такое понятие, как "мгновенная длина" (расстояние между точками в один и тот же момент времени). Вместе с тем уже установление Ремером (1676 г.) конечности скорости распространения света фактически означало, что природа имеет дело с расстояниями между неодновременными точками (например, световыми расстояниями). При учете этого трактовка опыта Майкельсона — Морли могла бы быть и совершенно иной. Какой именно? Поставленный вопрос мы и обсудим ниже.

1. Обычно при рассмотрении данного опыта (см., например,^{2/}) рассчитывается время прохождения светом продольного плеча интерферометра. Когда свет распространяется в направлении движения интерферометра, для соответствующего времени t_1 будем иметь

$$ct_1 = L + vt_1, \quad \text{или} \quad t_1 = \frac{L}{c-v} = \frac{L}{c_1}. \quad (1)$$

На обратном пути (за время t_2) свет пройдет только $L - vt_2$, поэтому теперь

$$ct_2 = L - vt_2, \quad \text{или} \quad t_2 = \frac{L}{c+v} = \frac{L}{c_2}. \quad (2)$$

Общее же время составит

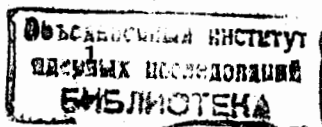
$$t_{\parallel} = t_1 + t_2 = \frac{2L/c}{1 - v^2/c^2}. \quad (3)$$

При расчете времени распространения света вдоль другого (перпендикулярного) плеча учитывается, что свет идет по гипотенузе прямоугольного треугольника. Отсюда получают, что

$$\left(\frac{ct_{\perp}}{2}\right)^2 = L^2 + \left(\frac{vt_{\perp}}{2}\right)^2 \quad (4)$$

и

$$t_{\perp} = \frac{2L/c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (4')$$



Для объяснения отрицательного результата опыта, указывающего на равенство t_{\parallel} и t_{\perp} , Фицджеральдом^{/3/} и Лоренцем^{/4/} была выдвинута гипотеза, согласно которой при движении продольные размеры изменяются, т.е. в формуле (3) вместо L следует писать L_{\parallel} . В результате будем иметь

$$L_{\parallel} = L \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (\text{формула сокращения}). \quad (5)$$

2. Здесь, однако, мы хотим обратить внимание на следующее. На самом деле выше, при выводе формул (1) и (2), неявно предполагается, что величина L (а затем и L_{\parallel}) является "мгновенной длиной". Если же опираться на "локационную длину" L^r ^{/5/}, то вместо (1) и (2) будем иметь (см. Приложение)

$$t_1 = \frac{L^r}{c^2} (c + v) = \frac{L^r}{c_1} \gamma^{-2}, \quad (6)$$

$$t_2 = \frac{L^r}{c^2} (c - v) = \frac{L^r}{c_2} \gamma^{-2}, \quad (7)$$

где γ — лоренц-фактор, и

$$t_{\parallel} = 2 \frac{L^r}{c}. \quad (8)$$

Конечно, при $c \rightarrow \infty$ "величина неодновременности"

$$\Delta t = \frac{v}{c^2} L^r \rightarrow 0. \quad (9)$$

Однако при учете членов порядка v^2/c^2 ее отличие от 0 становится уже важным. Приравнивая теперь (4') и (8) (с заменой L^r на L_{\parallel}^r), получим "формулу удлинения":

$$L_{\parallel}^r = L \gamma.$$

Приложение

В локационном методе измерения расстояний длина стержня определяется полусуммой расстояний, пройденных световым (радио) сигналом вдоль стержня (в прямом и обратном направлениях). Для покоящегося стержня эти расстояния равны. Однако в случае движущегося стержня сигнал проходит большее расстояние в направлении движения. Разность

этих расстояний (или путь полупрозрачной пластинки в обсуждаемом опыте) составит vt_{\parallel} . Если учесть определенную аналогию между локатором (как источником световых сигналов) и зарядом (как источником электромагнитных волн), то указанные расстояния можно с полным правом трактовать как запаздывающее (L_{ret}) и опережающее (L_{adv}) соответственно^{/6/}. Тогда с учетом того, что "локационная (релятивистская) длина" L_r определяется выражением

$$L_r = \frac{1}{2} (L_{ret} + L_{adv}) = \frac{1}{2} ct_{\parallel}, \quad (П1)$$

а

$$L_{ret} - L_{adv} = vt_{\parallel}, \quad (П2)$$

найдем

$$L_{ret} = \left(1 + \frac{v}{c}\right) L_r, \quad (П3)$$

и

$$L_{adv} = \left(1 - \frac{v}{c}\right) L_r. \quad (П4)$$

С другой стороны, нетрудно видеть, что $L_{ret} = ct_1$ и $L_{adv} = ct_2$; откуда с учетом (П3) и (П4) формулы (6) и (7) следуют с очевидностью.

Автор благодарит В.И.Седова за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Michelson A.A., Morley E.W. — Amer. J. Sci., 1887, v.34, p.333.
2. Фейнман Р. и др. — Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1976, вып.1,2, с.268.
3. Fitzgerald G.F. — Science, 1889, v.13, p.390.
4. Lorentz H.A. — Verh K. Akad. Wet., 1882, v.1, p.74.
5. Strel'tsov V.N. — Found. Phys., 1976, v.6, p.293.
6. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Р2-89-772, Дубна, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 марта 1991 года.

Стрельцов В.Н.

D2-91-125

О трактовке опыта Майкельсона — Морли

Отмечается, что введение сокращения Фицджеральда — Лоренца для объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона — Морли обусловлено использованием "мгновенной длины". Применение же "локационной длины" (выражаемой через световые расстояния) приводит к формуле удлинения для продольного плеча интерферометра.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1991

Перевод автора

Strel'tsov V.N.

D2-91-125

On the Treatment of the Michelson — Morley
Experiment

It is noted that the introduction of Fitzgerald — Lorentz contraction for the explanation of a negative result of the Michelson — Morley experiment is stipulated for the use of "instantaneous length". But the application of "radar length" (expressed through light distances) leads to elongation formula for a longitudinal arm of the interferometer.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1991