сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

Д2-94-72

В.Н.Стрельцов, М.С.Хвастунов

СОКРАЩЕНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ МАСШТАБОВ ПРОТИВОРЕЧИТ ИНВАРИАНТНОСТИ ИНТЕРВАЛА

1994

Стрельцов В.Н., Хвастунов М.С. Д2-94-72
Сокращение движущихся масштабов
противоречит инвариантности интервала

Традиционное определение длины движущегося масштаба анализируется с точки зрения «сильного» условия инвариантности интервала s, которое означает независимость s от скорости движения. Подчеркивается, что требование одновременности засечек положений концов масштаба противоречит этому условию.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

Перевод авторов

Strel'tsov V.N., Khvastunov M.S. D2-94-72
Moving Scales Contraction Contradicts Interval Invariance

The traditional definition of the moving scale length is analysed from the viewpoint of «strong» condition of the interval (s) invariance, that means independence of s of the motion speed. It is stressed that the simultaneity demand of notches of scale ends positions contradicts this condition.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1994

Как известно, интервал — это четырехмерная величина, определяемая двумя точечными событиями и являющаяся аналогом трехмерного расстояния между двумя точками. Или, как говорят, метрика (четырехмерного) пространства Минковского определяется квадратом интервала

$$-s^2 = c^2\Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2, \tag{1}$$

зависящего от разности координат указанных событий. Интервал — основной инвариант теории относительности, поэтому его называют также фундаментальным инвариантом (см., например, [1]). Вещественными представителями интервала являются часы и масштабы.

Напомним, что инвариант — это величина, которая не изменяет своего значения (остается инвариантной) при переходе от одной инерциальной системы к другой. Поскольку этот переход связан с изменением скорости движения, то, скажем, инвариантность интервала должна означать его независимость (постоянство) от скорости («сильное» условие инвариантности). С другой стороны, необходимым, но недостаточным («слабым») условием инвариантности является неизменность соответствующего алгебраического выражения при указанном переходе. Поэтому кажущееся выполнение последнего условия, когда одна из двух систем является покоящейся, приводит иногда к недоразумениям.

1. Рассмотрим с точки зрения сказанного традиционное определение длины l движущегося масштаба. Пусть для простоты масштаб ориентирован и движется вдоль оси x S-системы. В рамках данного определения он характеризуется двумя одновременными событиями на его концах, или четырехкомпонентной величиной:

$$l_c^n = (0, \Delta x, 0, 0) = (0, l, 0, 0). \tag{2}$$

Поэтому пространственноподобный интервал, отвечающий данному движущемуся масштабу, имеет вид

$$s_c^2 = \Delta x^2 = l^2. \tag{3}$$

Как известно, прямым следствием требования одновременности засечек положения концов движущегося масштаба $\Delta t = 0$ (одновременности упомянутой пары событий) является формула сокращения

$$l = l^*(1 - v^2/c^2)^{1/2} = l^*\gamma^{-1}. \tag{4}$$

Здесь l^* — длина масштаба в покое, или собственная длина, v — его скорость (скорость S^*-системы относительно S).

На основании (4) и (3) нетрудно заключить, что традиционное определение не удовлетворяет («сильному») условию лоренц-инвариантности интервала. Вместе с тем очевидно, что зависимость длины масштаба l от скорости с необходимостью должна означать и зависимость Δt от v.

Здесь, однако, иногда выдвигается возражение (см., например, [2]), которое сводится к следующему. В результате преобразований Лоренца формулы (2) в S^*-систему имеем

$$l_c^{n*} = (-\beta l^*, l^*, 0, 0), \tag{5}$$

откуда $s_c^* = l^*(1-\beta^2)^{1/2}$, т.е. «слабое» условие инвариантности интервала, казалось бы, выполнено. Но, если мы будем исходить из другой S_1-системы, где масштаб движется со скоростью v_1, то вместо (5) будем иметь

$$l_{c_1}^{n*} = (-\beta_1 l^*, l^*, 0, 0). \tag{5^1}$$

А поскольку $s_{c_1}^*$ отлично от s_c^*, то это означает, что условие инвариантности интервала оказывается нарушенным даже в рамках одной — покоящейся системы. Вот к чему может привести формальное применение преобразований Лоренца, а по существу некорректное применение общепринятого определения.

Эта и другие известные трудности теории относительности устраняются, если только мы откажемся от традиционного определения длины движущегося масштаба.

2. В рамках концепции релятивистской (локационной) длины (см., например, [3]) вместо (2) имеем

$$l_r^i = (\beta l_r, l_r, 0, 0); \tag{6}$$

откуда с учетом формулы удлинения

$$l_r = l^*\gamma \tag{7}$$

постоянство интервала $s_r = l^*$ следует с очевидностью. Или другими словами, четырехкомпонентная величина l_r^i (в отличие от l_c^n) является 4-вектором.

Литература

- Эйнштейновская теория относительности, М.: Мир, 1964,

В.Н. — Сообщ. ОИЯИ Д2-93-208, Дубна, 1993.
/.N. — Found.Phys., 1976, 6, p.293.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 марта 1994 года.