сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

Р2-85-712

В.Н.Стрельцов

К ВОПРОСУ
О ДОПУСТИМОЙ АНИЗОТРОПИИ ПРОСТРАНСТВА

1985

1. ВВЕДЕНИЕ /О временной анизотропии/

Ранее при рассмотрении вопросов, касающихся определения понятия одновременности разноместных событий в теории относительности, было установлено следующее [1]. Чтобы получить обобщенные преобразования Лоренца из обычных специальных преобразований, необходимо произвести в последних замену временных координат

$$t \to t - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}\right)x . \qquad /1.1/$$

Здесь C_1 и C_2 - скорости распространения света в прямом и обратном направлениях

$$2C_1 = \epsilon^{-1}c , \quad 2C_2 = (1-\epsilon)^{-1}c . \qquad /1.2/$$

ϵ - /временной/ параметр Рейхейнбаха /$0 < \epsilon < 1$/. Общепринятому определению одновременности соответствует $\epsilon = 1/2$ *.

Полагая $\vec{C} = C_1$, $\overleftarrow{C} = -C_2$ и вводя среднее значение обратной скорости

$$\bar{C}^{-1} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\vec{C}} + \frac{1}{\overleftarrow{C}}\right) . \qquad /1.3/$$

перепишем /1.1/ в виде

$$t \to t - \bar{C}^{-1}x . \qquad /1.1'/$$

Можно сказать, что здесь мы имеем дело со своего рода калибровочным преобразованием временной координаты [4]. На основании /1.1/ для квадрата интервала будем иметь

$$\tau^2 = t^2 - \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}\right)tx - \frac{1}{C_1 C_2}x^2 . \qquad /1.4/$$

Напомним также, что в рамках данного подхода время отражения светового сигнала, посланного наблюдателем из точки A в момент времени t_1 в удаленную от него точку B, отраженного там и воз-

---

*Детальное изложение этих вопросов можно найти в недавно вышедшей монографии [2]. Продолжается обсуждение самой проблемы и в текущей литературе /см., например, [3] /.

вратившегося назад в момент времени t_2, дается выражениями

$$t_B = t_1 + \epsilon (t_2 - t_1) = t_1 + \frac{c}{2C_1}(t_2 - t_1) \qquad /1.5а/$$

или

$$t_B = t_2 - (1-\epsilon)(t_2 - t_1) = t_2 - \frac{c}{2C_2}(t_2 - t_1) \, . \qquad /1.5б/$$

Ниже мы рассмотрим аналогичное /1.1/ "калибровочное" преобразование для пространственной координаты, приводящей также к выражению типа /1.4/. Обсудим определение понятия пространственного положения /координаты/. Получим формулы для однопутевых скоростей, "правых" и "левых" расстояний несветовых сигналов и др. Суть этого подхода, в общем, заключается во введении допустимой опытом анизотропии пространства*.

2. ВВЕДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АНИЗОТРОПИИ

Итак, рассмотрим следующее преобразование для координаты X

$$x \to x - \frac{1}{2}(c_1 - c_2)\, t \, . \qquad /2.1/$$

Как и раньше [1],

$$c_1 = 2\epsilon_1 c \, , \quad c_2 = 2(1-\epsilon_1)c \, . \quad (c_1 + c_2 = 2c \, , \; c_1 - c_2 = 2(2\epsilon_1 - 1)c) \, . \qquad /2.2/$$

Здесь ϵ_1 - пространственный параметр $/0 < \epsilon_1 < 1/$. Общепринятому определению понятия расстояния соответствует $\epsilon_1 = 1/2$.

Обозначая снова $\vec{c} = c_1$, $\overleftarrow{c} = -c_2$ и вводя среднюю арифметическую скорость распространения света в прямом и обратном направлениях

$$\bar{c} = \frac{1}{2}(\vec{c} + \overleftarrow{c}) \, , \qquad /2.3/$$

можно представить /2.1/ в виде

$$x \to x - \bar{c}t \, . \qquad /2.1'/$$

На основании /2.1/ для квадрата интервала действительно придем к выражению типа /1.4/

$$s^2 = x^2 - (c_1 - c_2)\, xt - c_1 c_2 t^2 \, . \qquad /2.4/$$

*Ранее эта проблема затрагивалась в [5,6].

Подставляя /2.2/ в /2.1/, выпишем формулы, аналогичные /1.5/ и определяющие пространственную координату точки B отражения светового сигнала

$$x_B = -ct_1 + \epsilon_1 c\,(t_1 + t_2) = -ct_1 + \frac{1}{2} c_1 (t_1 + t_2) \qquad /2.5а/$$

или

$$x_B = ct_2 - (1-\epsilon_1)\, c\,(t_1 + t_2) = ct_2 - \frac{1}{2} c_2 (t_1 + t_2) \, . \qquad /2.5б/$$

Для прояснения физического смысла величин x и t, фигурирующих в формуле /2.1/, мы сложили /1.5а/ и /1.5б/ и нашли

$$\frac{t_1 + t_2}{2} = t_B - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}\right) c \cdot \frac{t_2 - t_1}{2} \, . \qquad /2.6/$$

Сравнив /2.6/ с /1.1/, формулу /2.1/ представим в виде

$$x_B = c\,\frac{t_2 - t_1}{2} + \frac{1}{2}(c_1 - c_2)\frac{t_1 + t_2}{2} \, . \qquad /2.7/$$

откуда с учетом /2.2/ получим /2.5/, а также выражение

$$x_B = \frac{1}{2}(c_1 t_2 - c_2 t_1) = \frac{1}{2}(\vec{c}\,t_2 + \overleftarrow{c}\,t_1) \, . \qquad /2.8/$$

3. ОДНОПУТЕВЫЕ СКОРОСТИ, "ПРАВЫЕ" И "ЛЕВЫЕ" РАССТОЯНИЯ ДЛЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ТЕЛ

Подставляя /2.1/ в специальные преобразования Лоренца, получим обобщенные преобразования Лоренца, учитывающие явно возможную анизотропию пространства

$$x' = \{[1 - \frac{1}{2}(c_1 - c_2)\frac{v}{c^2}]\, x - v\frac{c_1 c_2}{c^2}\, t\}\, \gamma \, . \qquad /3.1а/$$

$$t' = \{[1 + \frac{1}{2}(c_1 - c_2)\frac{v}{c^2}]\, t - \frac{v}{c^2}\, x\}\, \gamma \, . \qquad /3.1б/$$

Здесь $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$, v - скорость материального тела при общепринятом определении расстояния. С учетом того, что начало отсчета K'-системы $/x' = 0/$ движется /вправо/ вдоль оси x K-системы, из /3.1а/ найдем

$$v_{\substack{1\\2}} = \frac{vc_1 c_2}{c^2 \pm v(c_1 - c_2)/2} \, . \qquad /3.2/$$

Здесь мы также учли, что начало отсчета K-системы движется соответственно со скоростью $-v_2$ /влево/ вдоль оси x' K'-системы.

Принимая во внимание /2.2/, перепишем /3.2/ в виде

$$v_{\frac{1}{2}} = \frac{4v\epsilon_1(1-\epsilon_1)}{1 \pm (2\epsilon_1 - 1)\beta} = \frac{v(1-\delta_1^2)}{1 \pm \delta_1 \beta}. \qquad /3.3/$$

где $\beta = v/c$, $\delta_1 = 2\epsilon_1 - 1$. Выпишем далее два соотношения, связывающие между собой "правые" (X_{AB}) и "левые" (X_{BA}) расстояния, пройденные световым сигналом (X^C) и материальным телом (X^T) в прямом и обратном направлениях:

$$\frac{X^T_{AB}}{v_1} - \frac{X^C_{AB}}{c_1} = \frac{X^T_{BA}}{v_2} - \frac{X^C_{BA}}{c_2}, \qquad /3.4/$$

$$\frac{X^C_{AB}}{c_1} + \frac{X^C_{BA}}{c_2} = \frac{v}{c}\left(\frac{X^T_{AB}}{v_1} + \frac{X^T_{BA}}{v_2}\right). \qquad /3.5/$$

Эти соотношения - следствие опыта. Складывая и вычитая /3.4/ и /3.5/ с учетом /2.2/, легко найдем:

$$X^T_{AB} = \frac{v_1}{v} X_{AB}. \qquad /3.6а/$$

$$X^T_{BA} = \frac{v_2}{v} X_{AB}. \qquad /3.6б/$$

где $X_{AB} = (X^C_{AB} + X^C_{BA})/2 = (t_2 - t_1)/2$. Привлекая /3.3/, получим, что

$$X^T_{AB} + X^T_{BA} = \frac{1-\delta_1^2}{1-\delta_1^2\beta^2} 2X_{AB}. \qquad /3.7/$$

Иными словами, сумма "правого" и "левого" расстояний для материального тела не равна соответствующей сумме для светового сигнала. Но это именно то условие, которое мы использовали ранее /5/.

Таким образом, требование выполнения "пространственной калибровки" /2.1/ приводит к тому, что суммарное расстояние, пройденное несветовым сигналом в прямом и обратном направлениях между точками A и B, в общем случае /$\delta_1 \neq 0$/ будет больше соответствующего расстояния для светового сигнала. При этом степень анизотропии пространства /отношение "правых" и "левых" расстояний/ будет различна для света и материальных тел, и будет определяться величиной

$$a = \frac{X^T_{AB}}{X^T_{BA}} = \frac{1+\delta_1\beta}{1-\delta_1\beta}. \qquad /3.8/$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ранее было установлено, что локационный опыт, на основе которого определяется понятие расстояния, допускает введение пространственной анизотропии. Использование при этом пространственной калибровки приводит к иным, чем определенные ранее, выражениям для однопутевых скоростей, "правых" и "левых" расстояний для материальных тел. Сумма последних оказывается больше соответствующей величины для светового сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов В.Н. ОИЯИ, Р2-11084, Дубна, 1977.
2. Логунов А.Д. Лекции по теории относительности. МГУ, М., 1983.
3. Erlichson H. Am.J.Phys., 1985, 53, p.53.
4. Стрельцов В.Н. ОИЯИ, Р2-84-71, Дубна, 1984.
5. Стрельцов В.Н. ОИЯИ, Р2-82-330, Дубна, 1982.
6. Зарипов Р.Г. В сб.: Гравитация и теория относительности. Изд-во Казанского государственного университета, Казань, 1984, вып.21, с.78.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 октября 1985 года.