

Рубрика: математическая физика.

Тематика: специальная теория относительности.

Кочетков Виктор Николаевич  
главный специалист ФГУП «Центр эксплуатации  
объектов наземной космической инфраструктуры»  
(ФГУП «ЦЭНКИ»)

### **Противоречие специальной теории относительности законам сохранения**

В данной статье делается попытка установить, соответствуют ли выводы специальной теории относительности требованиям, накладываемым условием симметрии пространства и времени.

Предположим, что имеются две инерциальные системы отсчета: неподвижная  $O_1x_1y_1z_1$  и подвижная  $O_2x_2y_2z_2$ , у которых:

- сходные оси декартовых координат систем  $O_1x_1y_1z_1$  и  $O_2x_2y_2z_2$  попарно параллельны и одинаково направлены;

- система  $O_2x_2y_2z_2$  движется относительно системы  $O_1x_1y_1z_1$  с постоянной скоростью  $V$  относительно оси  $Ox_1$ ;

- в качестве начала отсчета времени ( $t_1=0$  и  $t_2=0$ ) в обеих системах выбран тот момент, когда начала координат  $O_1$  и  $O_2$  этих систем совпадают.

Специальной теорией относительности устанавливается однозначная связь:

- между координатами и временем одного и того же события в двух инерциальных системах отсчета неподвижной  $O_1x_1y_1z_1$  и подвижной  $O_2x_2y_2z_2$  :

$$x_1 = \beta \cdot (x_2 + V \cdot t_2) \quad (1)$$

$$x_2 = \beta \cdot (x_1 - V \cdot t_1) \quad (2)$$

$$y_1 = y_2 \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

где:  $x_1, y_1, z_1, t_1$  и  $x_2, y_2, z_2, t_2$  - координаты и значения времени в системах отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  и  $O_2x_2y_2z_2$ , соответственно;

$\beta$  - коэффициент перехода (который в специальной теории относительности равен:

$$\beta = 1 / \{[1 - (V^2/c^2)]^{1/2}\} \quad (5)$$

где:  $c$  – скорость света в вакууме).

- между проекциями  $v_{x2}, v_{y2}$  и  $v_{z2}$  скорости движения точки в подвижной системе  $O_2x_2y_2z_2$  на оси декартовых координат и аналогичными проекциями  $v_{x1}, v_{y1}$  и  $v_{z1}$  скорости этой точки в неподвижной системе  $O_1x_1y_1z_1$ :

$$v_{x1} = (v_{x2} + V) / \{[(\beta^2 - 1) \cdot v_{x2}] / (\beta^2 \cdot V)\} + 1\} \quad (6)$$

$$v_{x2} = (v_{x1} - V) / \{[(1 - \beta^2) \cdot v_{x1}] / (\beta^2 \cdot V)\} + 1\} \quad (7)$$

$$v_{y1} = v_{y2} / \{[(\beta^2 - 1) \cdot v_{x2}] / (\beta \cdot V)\} + \beta\} \quad (8)$$

$$v_{y2} = v_{y1} / \{[(1 - \beta^2) \cdot v_{x1}] / (\beta \cdot V)\} + \beta\} \quad (9)$$

...

В специальной теории относительности устанавливаются ограничительные условия к пространству и времени: пространство - однородно и изотропно, а время - однородно (т.е. вводится симметрия пространства и времени).

Использование того, что:

- закон сохранения механической энергии связан со свойством симметрии времени – однородностью времени (это свойство времени проявляется в том, что законы движения замкнутой системы не зависят от выбора начала отсчета времени);

- закон сохранения импульса связан со свойством симметрии пространства – однородностью пространства (это свойство проявляется в том, что физические свойства замкнутой системы и законы ее движения не зависят от выбора положения начала координат инерциальной системы

отсчета, т.е. не изменяются при параллельном переносе в пространстве замкнутой системы как целого);

- закон сохранения момента импульса связан со свойством симметрии пространства – изотропностью пространства (это свойство пространства проявляется в том, что физические свойства и законы движения замкнутой системы не зависят от выбора направления осей координат инерциальной системы отсчета, т.е. не изменяются при повороте в пространстве замкнутой системы как целого на любой угол),

при рассмотрении движения тел, составляющих замкнутую механическую систему и взаимодействие которых между собой не носит непрерывный характер, позволяет получить зависимости для массы  $M(V)$ , импульса  $P(V)$  и кинетической энергии  $E_k(V)$  тела, имеющего массу покоя  $M_0$  и движущегося со скоростью  $V$ :

$$M(V) = M_0 \cdot \beta \quad (10)$$

$$P(V) = M_0 \cdot V \cdot \beta \quad (11)$$

$$E_k(V) = (M_0 \cdot V^2 \cdot \beta^2) / (\beta + 1) \quad (12)$$

Рассмотрим простейший пример.

Предположим, что имеется замкнутая механическая система тел, показанная на рис. 1 и состоящая из точечных тел 1 и 2, имеющих равные массы  $M_0$  в состоянии покоя, и нити 3.

Тела 1 и 2 соединены абсолютно жесткой (недеформируемой) нитью 3, не имеющей массы.

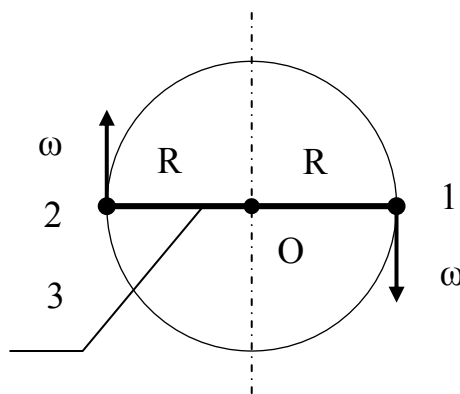


Рис. 1

Тела 1 и 2 вращаются с угловой скоростью  $\omega$  вокруг общего центра масс - точки  $O$ . Расстояние от точечного тела 1 (тела 2) до точки  $O$  равно  $R$ .

Поместим рассматриваемую замкнутую механическую систему тел 1 и 2 с нитью 3 в подвижную систему отсчета  $O_2x_2y_2z_2$  таким образом, чтобы точка  $O$  была бы неподвижна в этой системе отсчета и совпадала с началом координат  $O_2$ , а вращение тел 1 и 2 вокруг нее происходило бы по часовой стрелке в плоскости  $O_2x_2y_2$ .

Также допустим, что в момент начала отсчета времени ( $t_2=0$ ) в системе отсчета  $O_2x_2y_2z_2$  тела 1 и 2 находились на оси  $O_2x_2$ , причем, тело 1 имело положительную координату, а тело 2 – отрицательную.

Учитывая выше сказанное можно отметить, что в подвижной системе отсчета  $O_2x_2y_2z_2$ :

- проекции  $v_{21x}$  и  $v_{21y}$  скорости тела 1 и проекции  $v_{22x}$  и  $v_{22y}$  скорости тела 2 на оси  $O_2x_2$  и  $O_2y_2$  соответственно для моментов времени  $t_{21}$  и  $t_{22}$  будут равны:

$$v_{21x} = - [v \cdot \sin (\omega \cdot t_{21})] \quad (13)$$

$$v_{21y} = - [v \cdot \cos (\omega \cdot t_{21})] \quad (14)$$

$$v_{22x} = v \cdot \sin (\omega \cdot t_{22}) \quad (15)$$

$$v_{22y} = v \cdot \cos (\omega \cdot t_{22}) \quad (16)$$

- связь между координатами  $x_{21}$  и  $y_{21}$  тела 1 в зависимости от времени  $t_{21}$  и связь между координатами  $x_{22}$  и  $y_{22}$  тела 2 в зависимости от времени  $t_{22}$  можно записать в виде:

$$x_{21} = R \cdot \cos (\omega \cdot t_{21}) \quad (17)$$

$$y_{21} = - [R \cdot \sin (\omega \cdot t_{21})] \quad (18)$$

$$x_{22} = - [R \cdot \cos (\omega \cdot t_{22})] \quad (19)$$

$$y_{22} = R \cdot \sin (\omega \cdot t_{22}) \quad (20)$$

Опираясь на уравнения (1) и (3), можно сказать, что:

- связь между координатами  $x_{11}$  и  $y_{11}$  тела 1 в момент времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  и соответствующими им координатами  $x_{21}$  и  $y_{21}$  тела 1 в момент времени  $t_{21}$  в подвижной системе

отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$  :

$$x_{11} = \beta \cdot [x_{21} + (V \cdot t_{21})] \quad (21)$$

$$y_{11} = y_{21} \quad (22)$$

- связь между координатами  $x_{12}$  и  $y_{12}$  тела 2 в момент времени  $t_1$  в системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$  и соответствующими им координатами  $x_{22}$  и  $y_{22}$  тела 2 в момент времени  $t_{22}$  в системе отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$  :

$$x_{12} = \beta \cdot [x_{22} + (V \cdot t_{22})] \quad (23)$$

$$y_{12} = y_{22} \quad (24)$$

Зная положение тела 1 (значения координат  $x_{11}$  и  $y_{11}$ ) в момент времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$ , которому соответствует положение тела 1 (значения координат  $x_{21}$  и  $y_{21}$ ) в момент времени  $t_{21}$  в подвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$ , а также зная положение тела 2 (значения координат  $x_{12}$  и  $y_{12}$ ) в момент времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$ , которому соответствует положение тела 2 (значения координат  $x_{22}$  и  $y_{22}$ ) в момент времени  $t_{22}$  в подвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$ , используя формулы (6) и (8) можно записать:

- зависимости величин проекций  $v_{11x}$  и  $v_{11y}$  скорости тела 1 в момент времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$  от величин проекций  $v_{21x}$  и  $v_{21y}$  скорости тела 1 в момент времени  $t_{21}$  в подвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$  :

$$v_{11x} = (v_{21x} + V) / \{ \{ [(\beta^2 - 1) \cdot v_{21x}] / (\beta^2 \cdot V) \} + 1 \} \quad (25)$$

$$v_{11y} = v_{21y} / \{ \{ [(\beta^2 - 1) \cdot v_{21x}] / (\beta \cdot V) \} + \beta \} \quad (26)$$

- зависимости величин проекций  $v_{12x}$  и  $v_{12y}$  скорости тела 2 в момент времени  $t_1$  в системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$  от величин проекций  $v_{22x}$  и  $v_{22y}$  скорости тела 2 в момент времени  $t_{22}$  в системе отсчета  $\mathbf{O}_2x_2y_2z_2$  :

$$v_{12x} = (v_{22x} + V) / \{ \{ [(\beta^2 - 1) \cdot v_{22x}] / (\beta^2 \cdot V) \} + 1 \} \quad (27)$$

$$v_{12y} = v_{22y} / \{ \{ [(\beta^2 - 1) \cdot v_{22x}] / (\beta \cdot V) \} + \beta \} \quad (28)$$

В свою очередь, зная значения величин проекций  $v_{11x}$  и  $v_{11y}$  скорости тела 1 и величин проекций  $v_{12x}$  и  $v_{12y}$  скорости тела 2 в момент времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $\mathbf{O}_1x_1y_1z_1$  и опираясь на формулы (10)-(12),

можно определить значения импульса  $\mathbf{P}$  и кинетической энергии  $E_k$  (и момента импульса  $\mathbf{L}$ ) системы тел 1 и 2 для момента времени  $t_1$  в системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$ .

Определяя значения импульса  $\mathbf{P}$  и кинетической энергии  $E_k$  (и аналогично момента импульса  $\mathbf{L}$ ) системы тел 1 и 2 для различных значений момента времени  $t_1$  в неподвижной системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  было установлено, что в случае если коэффициент перехода  $\beta \neq 1$ , то импульс  $\mathbf{P}$ , кинетическая энергия  $E_k$  и момент импульса  $\mathbf{L}$  системы тел 1 и 2 в системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  являются переменными величинами, зависящими от значения момента времени  $t_1$ , т.е.:

$$P = f_1(t_1) \neq \text{Const} \quad (29)$$

$$E_k = f_2(t_1) \neq \text{Const} \quad (30)$$

$$L = f_3(t_1) \neq \text{Const} \quad (31)$$

где:  $f_1(t_1)$ ,  $f_2(t_1)$  и  $f_3(t_1)$  – функции времени  $t_1$ .

Но т.к. система тел 1 и 2 является замкнутой механической системой, то неравенства (29)-(31) вступают в противоречие с законами сохранения импульса, механической энергии и момента импульса замкнутой механической системы, которые соответственно определяют, что импульс, кинетическая энергия (при неизменности потенциальной энергии) и момент импульса замкнутой механической системы не могут изменяться с течением времени (т.е. должны быть постоянными величинами).

Таким образом получается, что в данном примере использование выводов специальной теории относительности приводит к нарушению законов сохранения импульса, механической энергии и момента импульса замкнутой механической системы.

Учитывая всеобщий характер специальной теории относительности и законов сохранения, может встать вопрос: что необходимо корректировать, теорию относительности или законы сохранения?

Более подробно материал изложен в статье «Комментарии по вопросу применимости специальной теории относительности для инерциальных

систем отсчета при условии симметрии пространства и времени»,  
размещенной на сайте "Математическая физика. Теория относительности"  
<http://www.matphysics.ru/> .