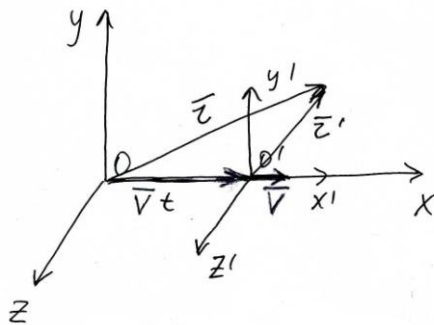


Раздел I. Механика.

Глава 8. Основы теории относительности.

1. Преобразования Галилея.



Переход от одной системы отсчета к другой:

$$\vec{r} = \vec{V}t + \vec{r}'$$

⇓

Преобразования Галилея:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x' + Vt \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} x' = x - Vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{array} \right.$$

\vec{V} – скорость $o'x'y'z'$ относительно $oxyz$

При $t=0$ системы совпадали.

Преобразования Галилея основаны на двух предположениях:

- а) ход времени одинаков в обеих системах отсчета.
- б) размеры тела не зависят от скорости движения.

Все законы классической механики инвариантны относительно преобразований Галилея.

Из преобразований Галилея следуют законы преобразования скоростей: $\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}'$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_x = v_x' + V \\ v_y = v_y' \\ v_z = v_z' \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} v_x' = v_x - V \\ v_y' = v_y \\ v_z' = v_z \end{array} \right.$$

Пусть атом находится в o' и движется со скоростью

$V = \frac{c}{2}$, испускает фотон вдоль $o'x'$ тогда в системе

отсчета $oxyz$ $v_\phi = c + \frac{1}{2}c = \frac{3}{2}c$

2. Постулаты специальной теории относительности.

1. Принцип относительности Эйнштейна:

в любых инерциальных системах отсчета все физические явления протекают одинаково. Уравнения, выражающие эти законы, имеют одинаковый вид во всех инерциальных СО.

2. Во всех инерциальных СО скорость любых тел, а также скорость распространения любых сигналов и взаимодействий не превосходит c .

⇓

$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$	$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$
$y = y'$	$y' = y$
$z = z'$	$z' = z$
$t = \frac{t' + \frac{Vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$	$t' = \frac{t - \frac{Vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$

Преобразования Лоренца (переход от одной инерциальной системы к другой). Время течет по-разному!

Задача про атом, испустивший фотон:

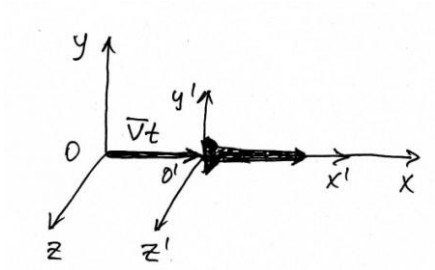
$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{\frac{dx}{dt'}}{\frac{dt}{dt'}} = \frac{\frac{v_{x'} + V}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}}{1 + \frac{Vv_{x'}}{c^2}} = \frac{v_{x'} + V}{1 + \frac{Vv_{x'}}{c^2}}$$

⇓

$$V = \frac{c}{2}; v_{x'} = c \Rightarrow v_x = \frac{c + \frac{c}{2}}{1 + \frac{\frac{c}{2} \cdot c}{c^2}} = c$$

3. Следствия преобразований Лоренца.

а) Лоренцево сокращение



l_0 - длина тела в СО, привязанной к телу (ракета) ($o'x'y'z'$)

l - длина тела в СО, относительно которой оно движется со скоростью V .

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

Длина тела максимальна в той СО, в которой оно покоится.

б) Эффект замедления времени в подвижной системе (в ракете)

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

τ_0 - интервал времени в ракете.

τ - интервал времени на Земле.

Времени на Земле прошло больше $\tau > \tau_0$ т.е. время в ракете течет медленнее.

Вопросы:

1. Постулаты специальной теории относительности.
2. Преобразования Лоренца.
3. Эффект Лоренцева сокращения.
4. Эффект замедления времени.