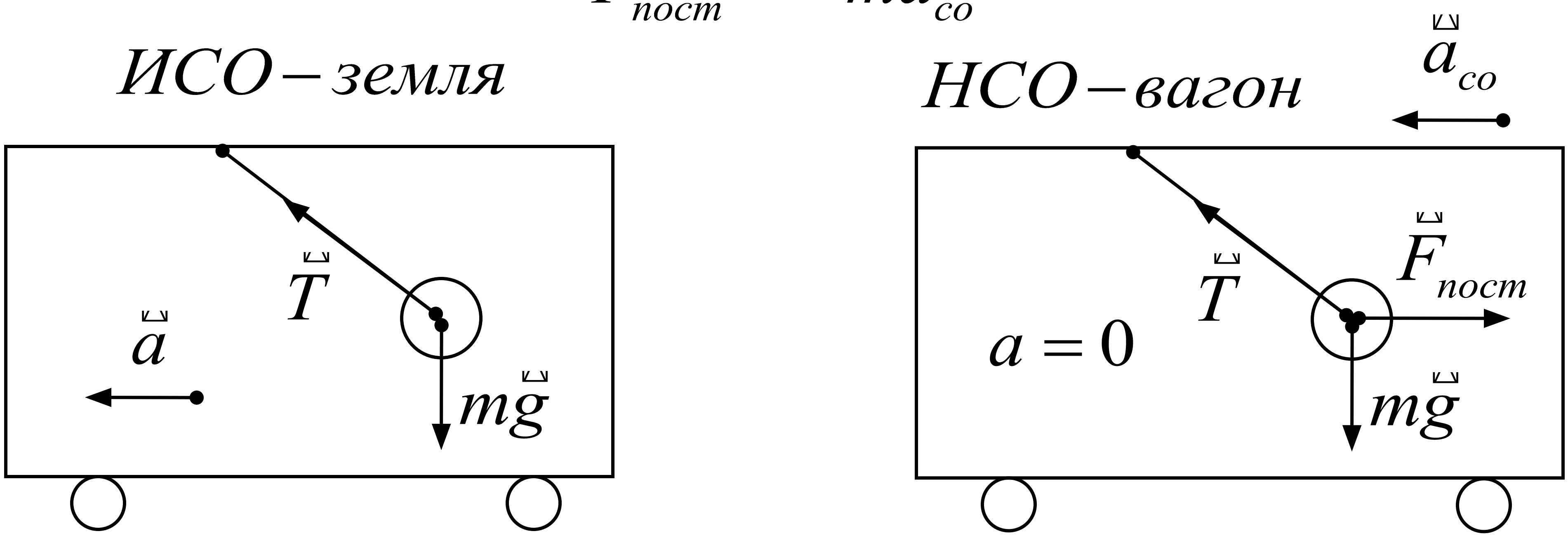
Силы инерции

В неинерциальных системах отсчёта

$$m\vec{a} = \vec{F}_{взаимодействия} + \vec{F}_{инерции}$$

Поступательная сила инерции:

$$\vec{F}_{пост} = -m\vec{a}_{co}$$

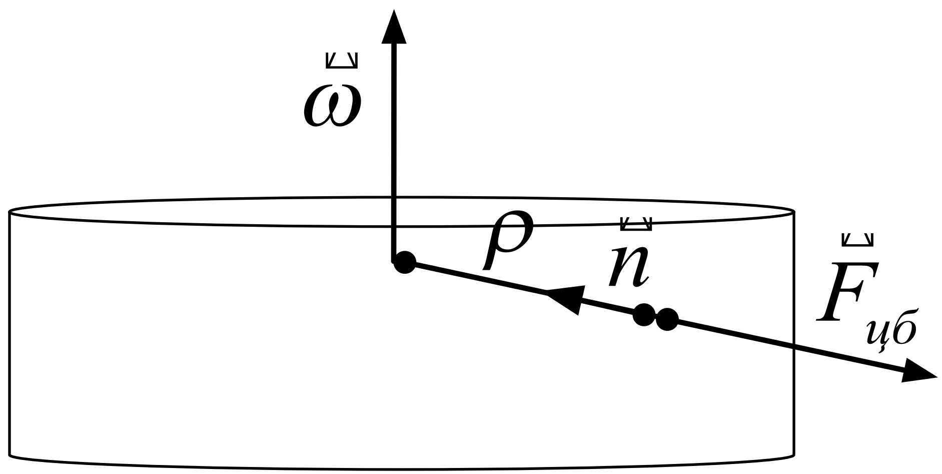


$$m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g}$$

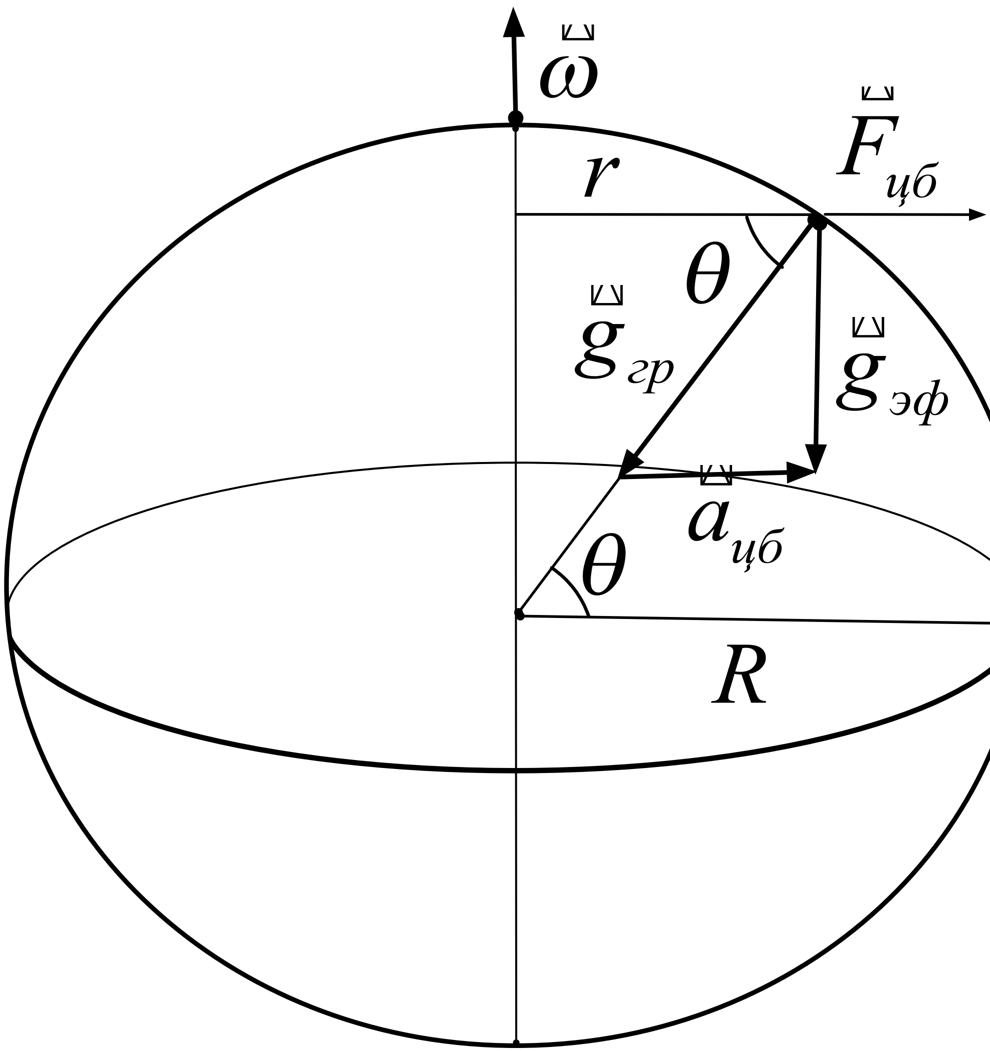
$$0 = \vec{F}_{пост} + \vec{T} + m\vec{g}$$

Центробежная сила инерции

$$\vec{F}_{цб} = m\left[\left[\vec{\omega},\vec{r}\right],\vec{\omega}\right] = -m\omega\rho\vec{n}$$



Эффективное ускорение свободного падения



$$F_{цб} = m\omega^2 R\cos\theta = m\omega^2 r$$

g гравитационное:

на полюсе – 9,83 м/с^2

на экваторе – 9,81 м/с^2

g эффективное:

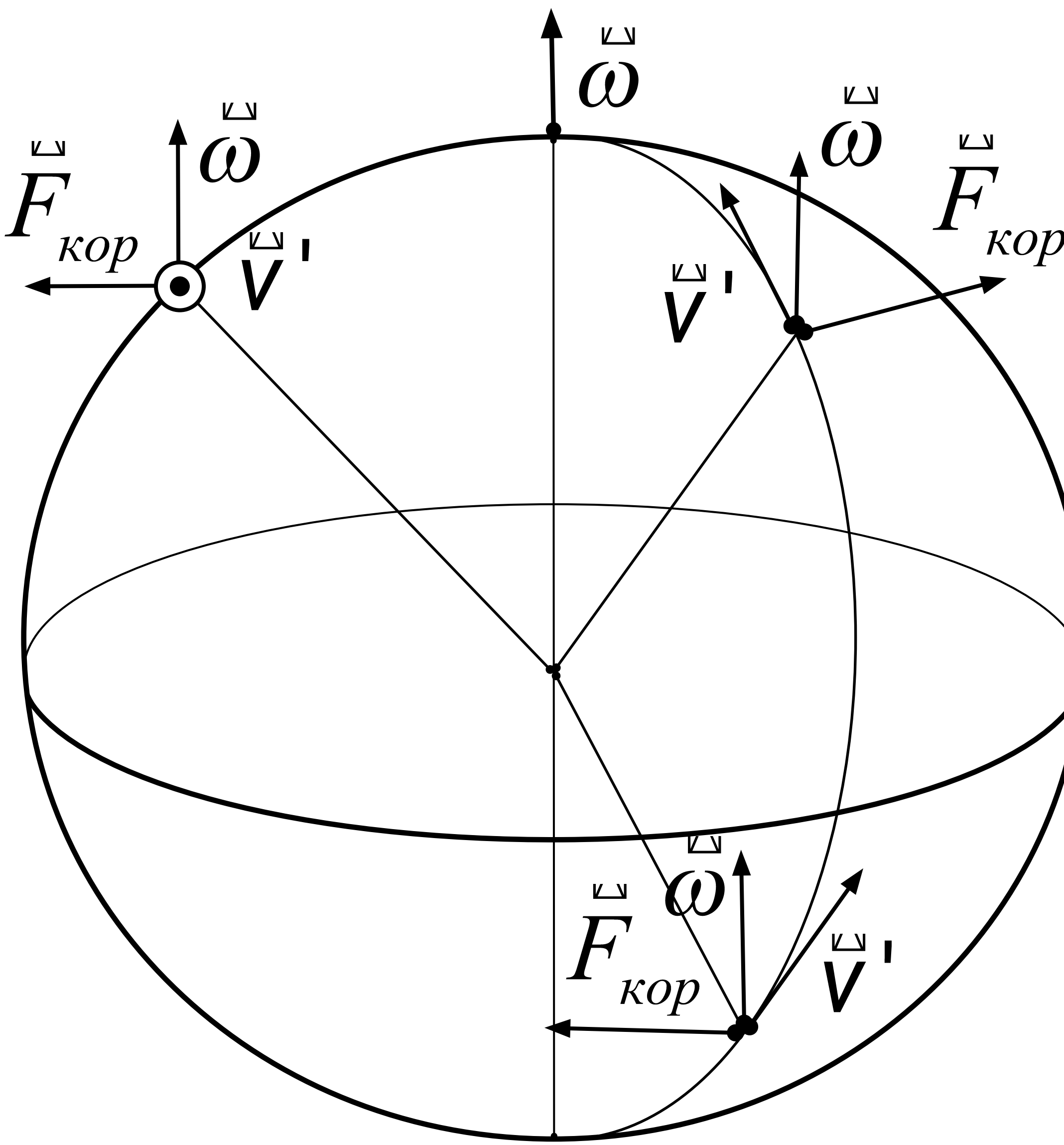
на полюсе – 9,83 м/с^2

на экваторе – 9,78 м/с^2

Среднее значение:

$g_{ср}$=9,81 м/с^2

Кориолисова сила инерции



$$\vec{F}_{кор} = 2m[\vec{v}\,', \vec{\omega}]$$

$\vec{v}\,'$ - скорость тела в неинерциальной системе отсчёта.

Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна

I. Принцип относительности:

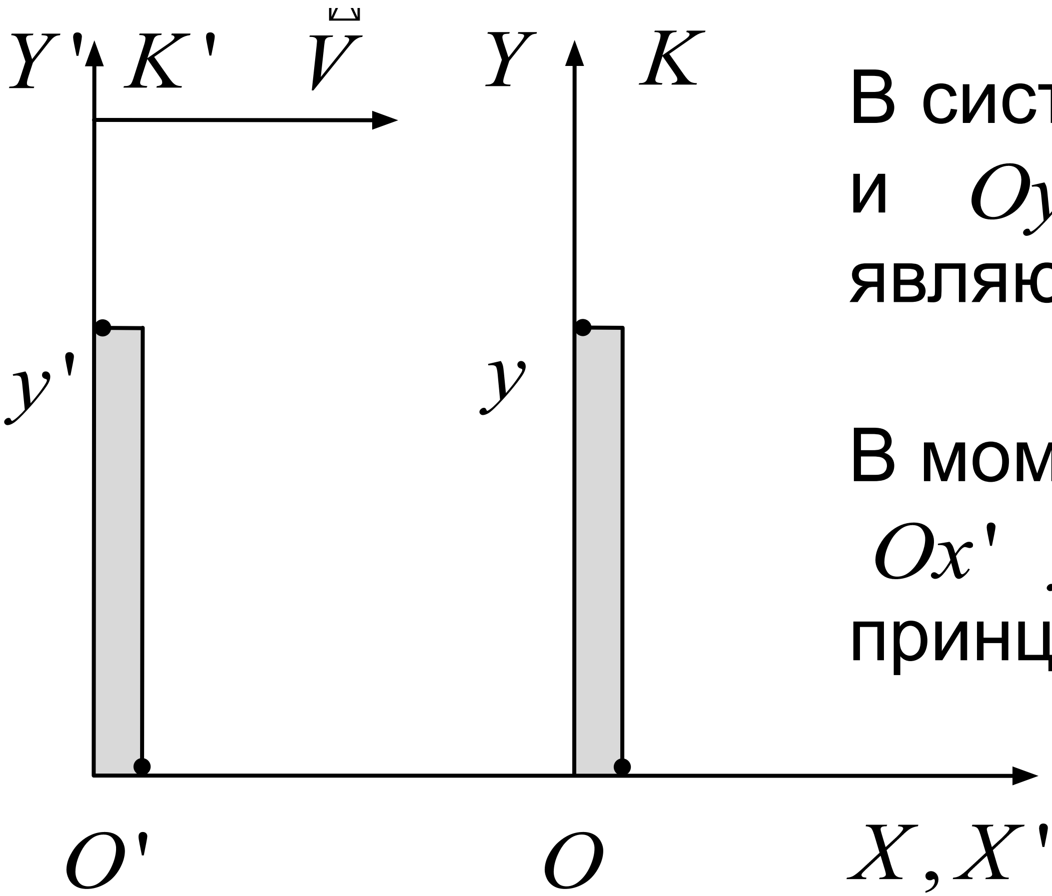
Все физические явления протекают одинаковым образом во всех инерциальных системах отсчёта; все законы природы и уравнения, их описывающие, инвариантны, т.е. не меняются, при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой.

Другими словами, все инерциальные системы отсчёта эквивалентны (неразличимы) по своим физическим свойствам; никакими ответами нельзя выделить одну из них как предпочтительную. Этот постулат представляет собой обобщение принципа относительности.

II. Принцип инвариантности скорости света:

Скорость света в вакууме не зависит от движения источника света и одинакова во всех направлениях. Это значит, что скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчёта.

Равенство поперечных размеров тел

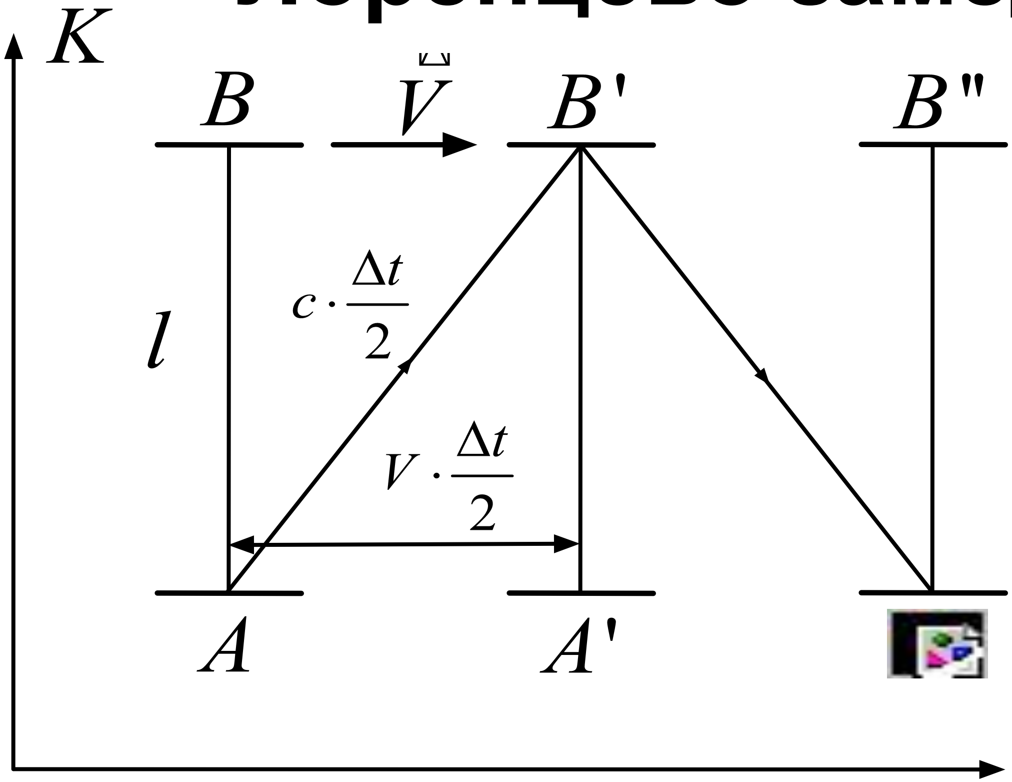


$$y = y'$$

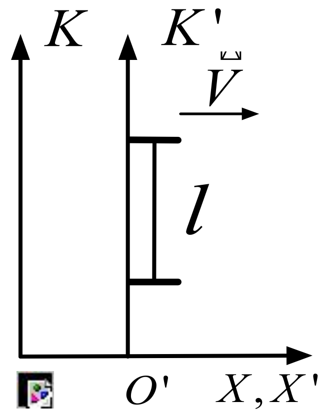
В системе К и K' вдоль осей Оу и Oy' установлены стержни, являющиеся эталонами метра.

В момент совпадения осей Оу и Ox' $y = y'$ в соответсвии с принципом относительности.

Лоренцево замедление времени



В K' системе отсчёта световые часы неподвижны. Их период:

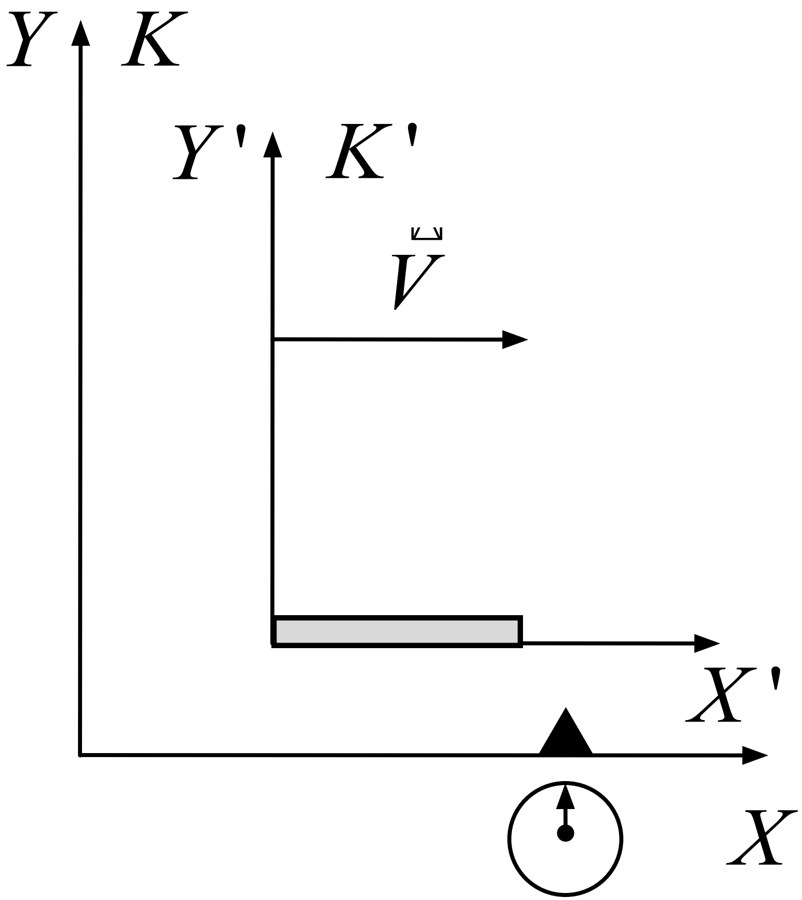


$$\Delta t = \frac{2l}{c}$$

В K системе отсчёта: $$l^2 + \left(\frac{V\Delta t}{2}\right)^2 = \left(\frac{l\Delta t}{2}\right)^2$$

$$\Delta t = \frac{2l}{c\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

Лоренцево сокращение длины



В K системе отсчёта длина стержня: $l = V\Delta t_0$

Для наблюдателя в K' системе часы движутся со скоростью $-\vec{V}$

$$l_0 = V\Delta t$$

$$\frac{l}{l_0} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} = \sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}$$

$$l = l_0\sqrt{1-\left(\frac{V}{c}\right)^2}$$

Интервал между событиями 1 и 2

$$S_{12} = \sqrt{c^2 t_{12}^2 - l_{12}^2} = inv$$

I. Пространственноподобный интервал $l_{12} > ct_{12}$

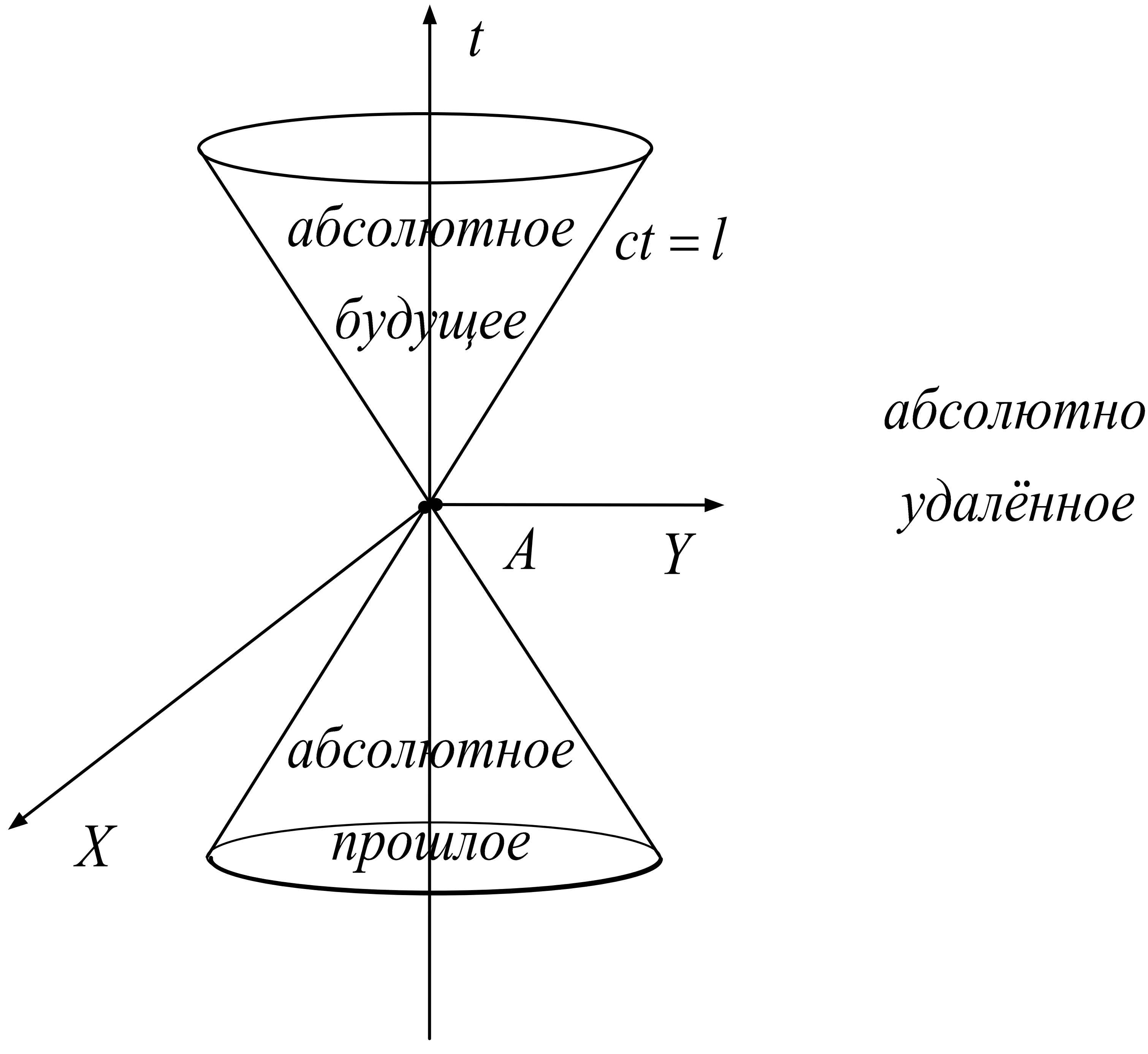
Можно найти такую К' систему отсчёта, в которой оба события происходят одновременно $(t'_{12} = 0)$ $c^2 t_{12}^2 - l_{12}^2 = -l'^2_{12}$

II. Времениподобный интервал $ct_{12} > l_{12}$

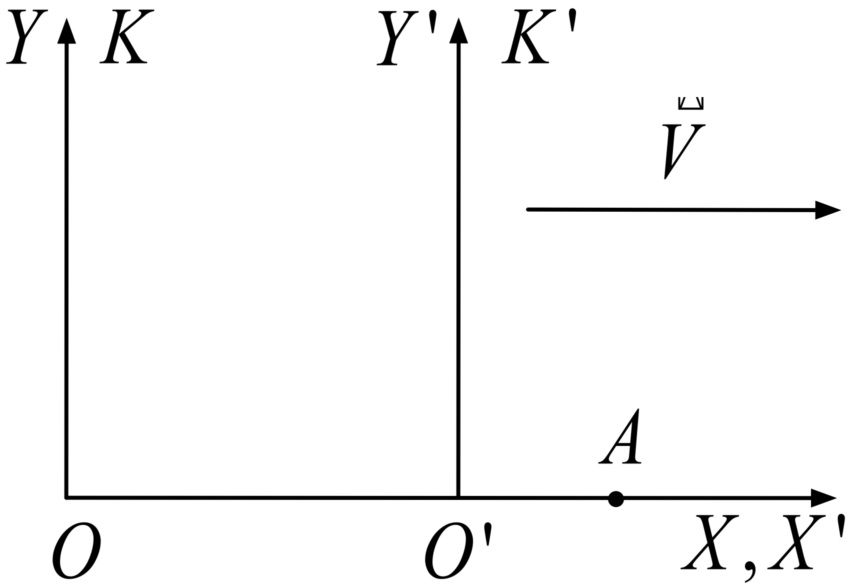
Можно найти такую К' систему отсчёта, в которой оба события происходят в одной точке $(l'_{12} = 0)$ $c^2 t_{12}^2 - l_{12}^2 = c^2 t'^2_{12}$

III. Светоподобный интервал $ct_{12} = l_{12}$

События, разделённые времениподобными и светоподобными интервалами $l_{12} < ct_{12}$ могут быть причинно-связаны друг с другом.


t
абсолютное
будущее
ct = l
абсолютно
удалённое
A
Y
X
абсолютное
прошлое

Преобразования Лоренца



Система отсчёта K' движется относительно системы отсчёта K со скоростью V. За начало отсчёта времени в обеих системах отсчёта выбран момент, когда *O* и O' совпадают.

В К системе отсчёта длина отрезка O' А:

$$x - Vt = x'\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

В K' системе отсчёта длина отрезка ОА:

$$x' + Vt = x\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

Преобразования Лоренца

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{xV}{c^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

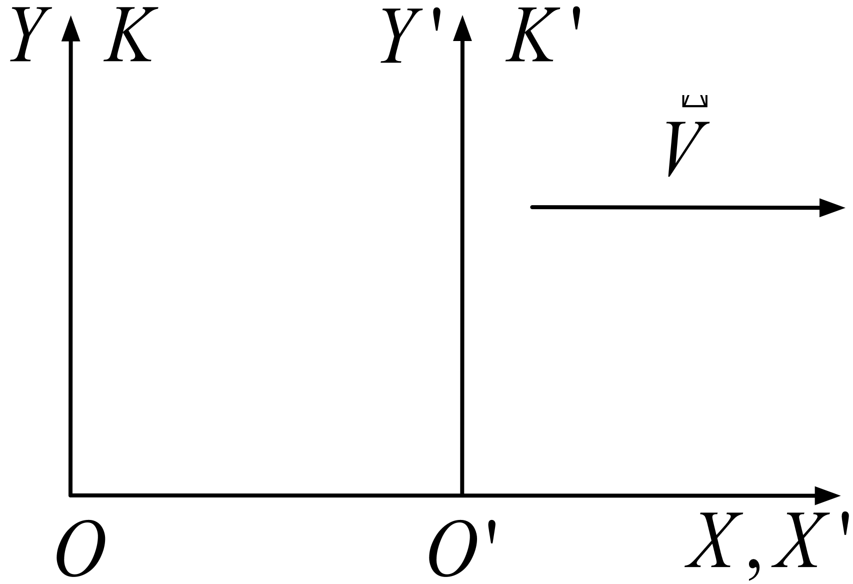
$$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \frac{t' + \frac{x'V}{c^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}$$

Преобразование скорости



$$v'_{x'} = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx'/dt}{dt'/dt}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{dx/dt'}{dt/dt'}$$

$$v'_{x'} = \frac{v_x - V}{1 - \frac{v_x V}{c^2}}$$

$$v'_{y'} = \frac{v_y \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}{1 - \frac{v_x V}{c^2}}$$

$$v' = \sqrt{v'^2_x + v'^2_y} =$$

$$v_x = \frac{v'_{x'} + V}{1 + \frac{v'_{x'} V}{c^2}}$$

$$v_y = \frac{v'_{y'} \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}{1 + \frac{v'_{x'} V}{c^2}}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} =$$

Основное уравнение релятивистской динамики

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Релятивистский импульс частицы

$$\vec{p} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Кинетическая энергия релятивистской частицы

$$E_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right)$$

Энергия покоя

$$E_k = m_0 c^2$$

Полная энергия релятивистской частицы

$$E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$