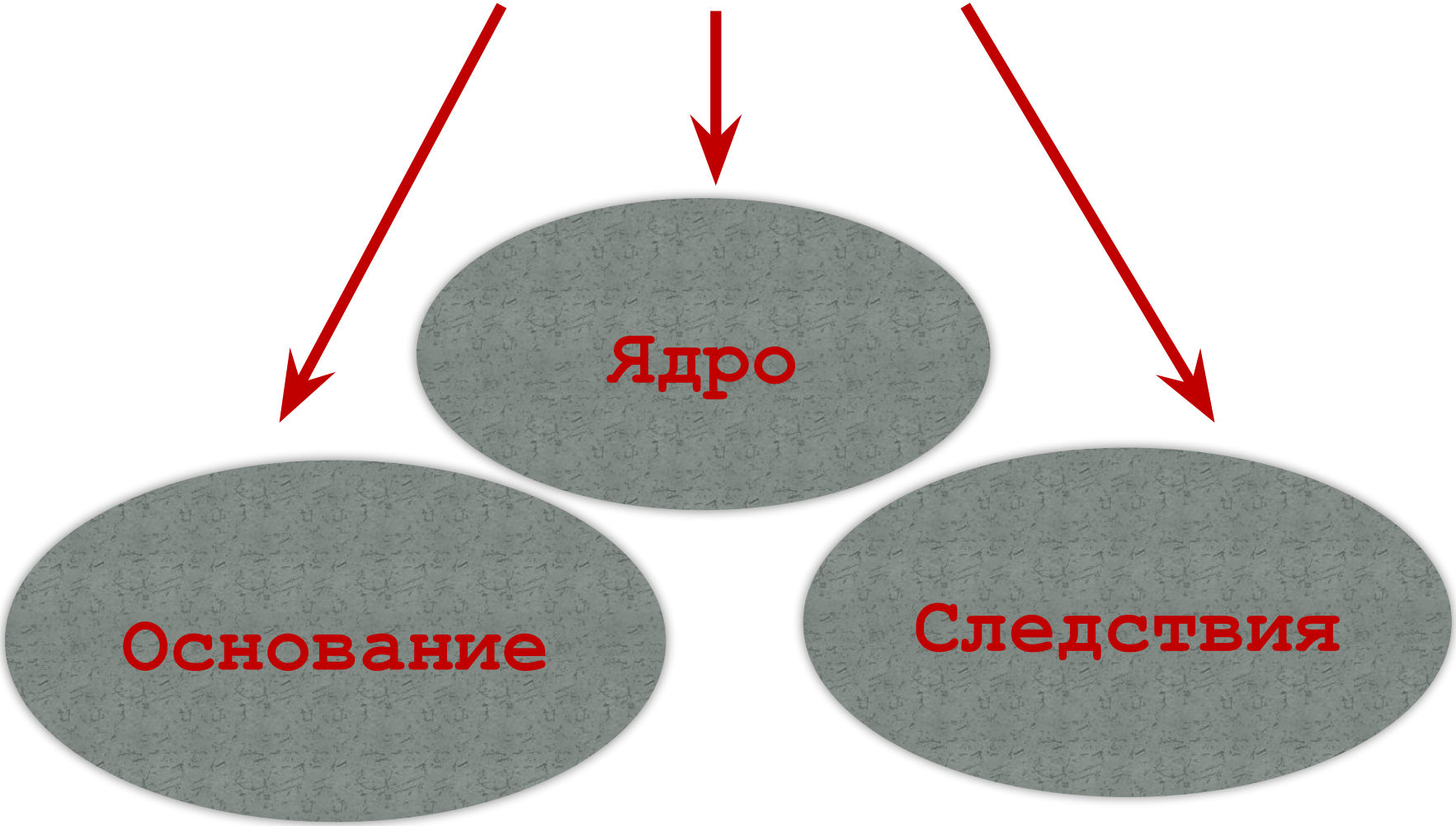
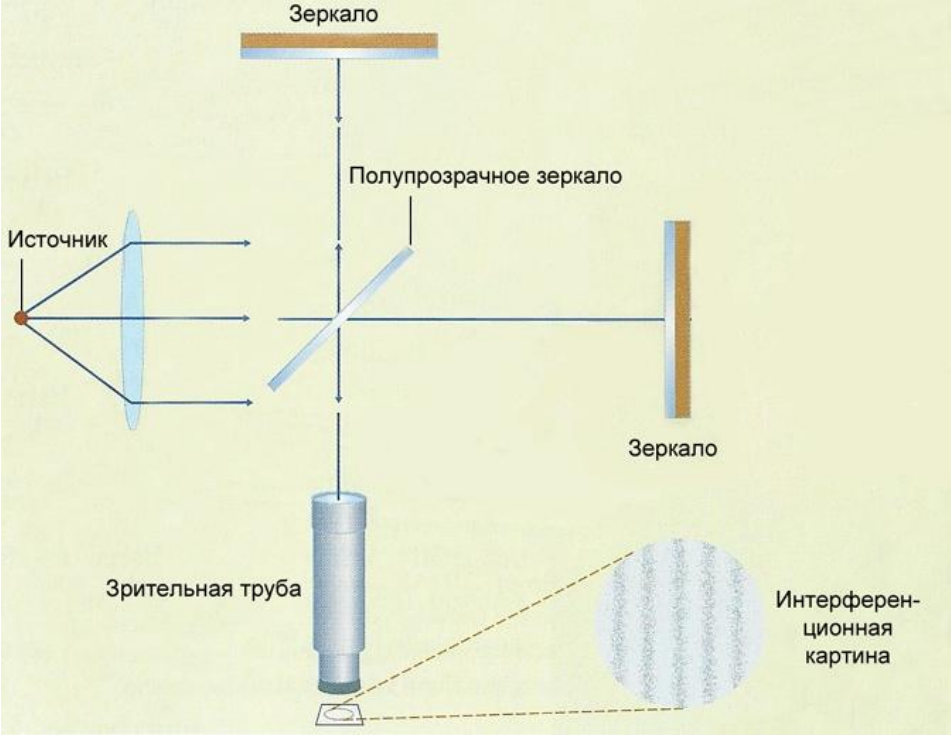
Элементы специальной теории относительности

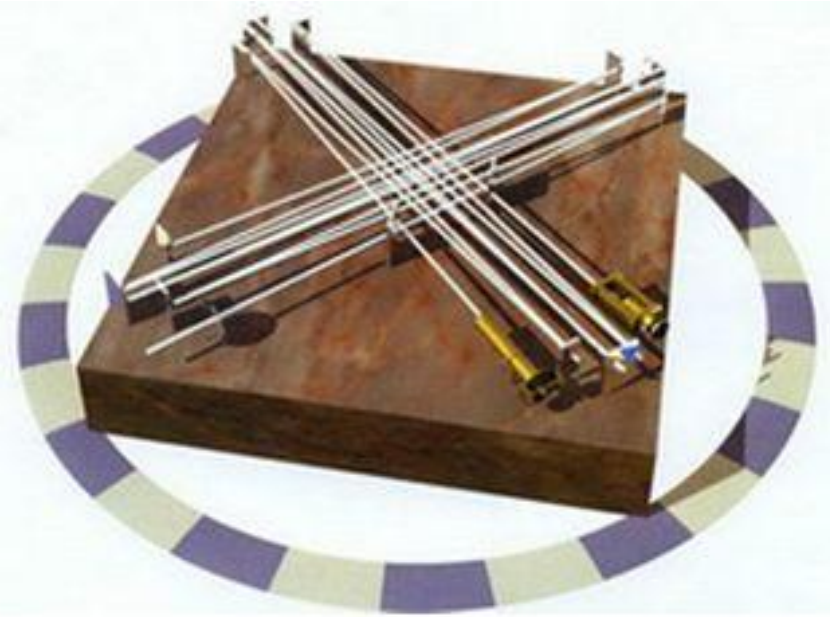
Физическая теория



Основание СТО

- Опыт Майкельсона – Морли (1881 г.)





- Вывод: скорость света – постоянная величина, не зависящая от выбора инерциальной системы отсчёта.

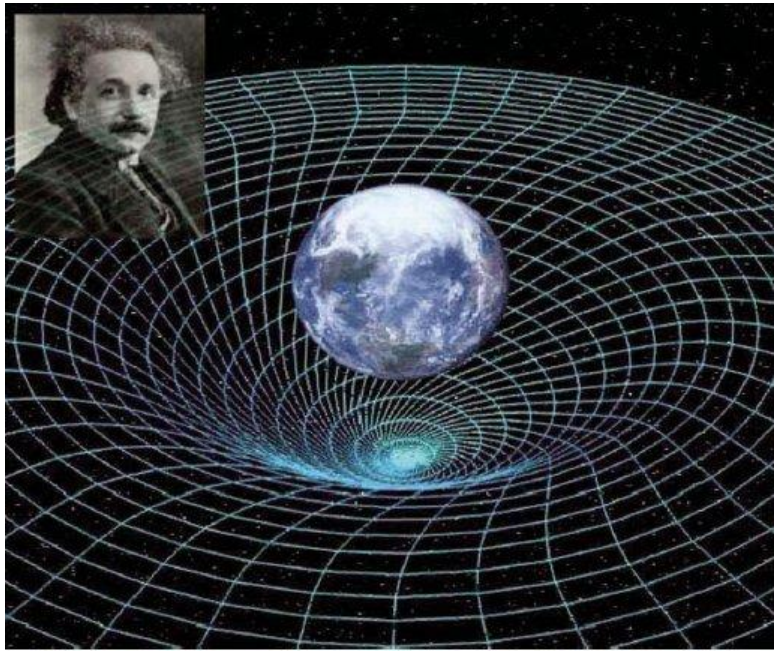
Ядро СТО

Постулаты Эйнштейна

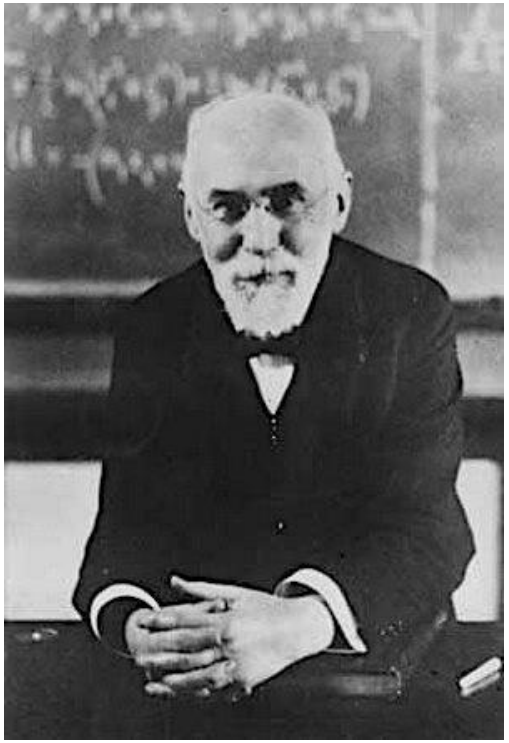
Преобразования Лоренца

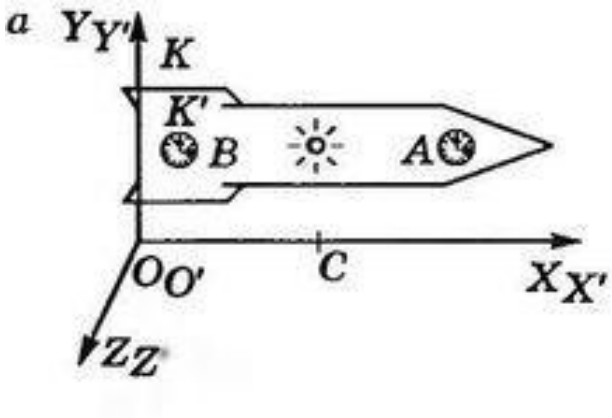
Постулаты Эйнштейна

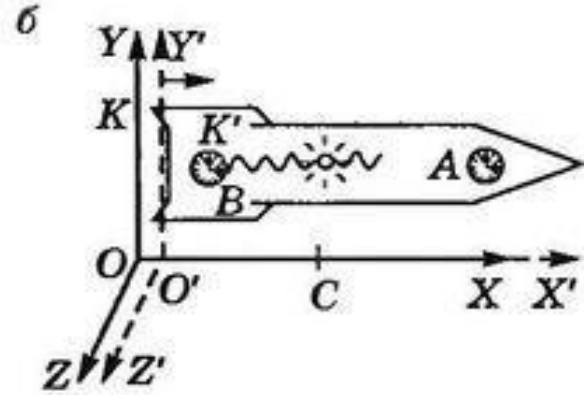
- **I постулат:** Все законы природы одинаковы в инерциальных системах отсчёта (все ИСО эквивалентны)
- **II постулат:** Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчёта



Преобразования Лоренца







$$x = \frac{(x' + \upsilon t')}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}} \qquad x' = \frac{x - \upsilon t}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$$

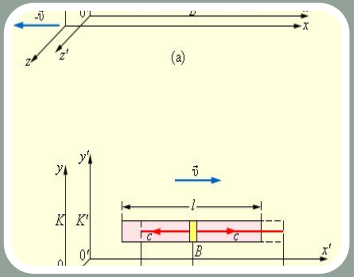
$$y = y' \qquad y' = y$$

$$z = z' \qquad z' = z$$

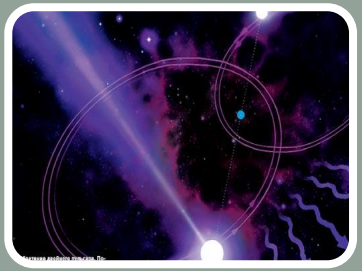
$$t = \frac{t' + \frac{\upsilon}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}} \qquad t' = \frac{t - \frac{\upsilon}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$$

Следствия СТО

Относительность времени

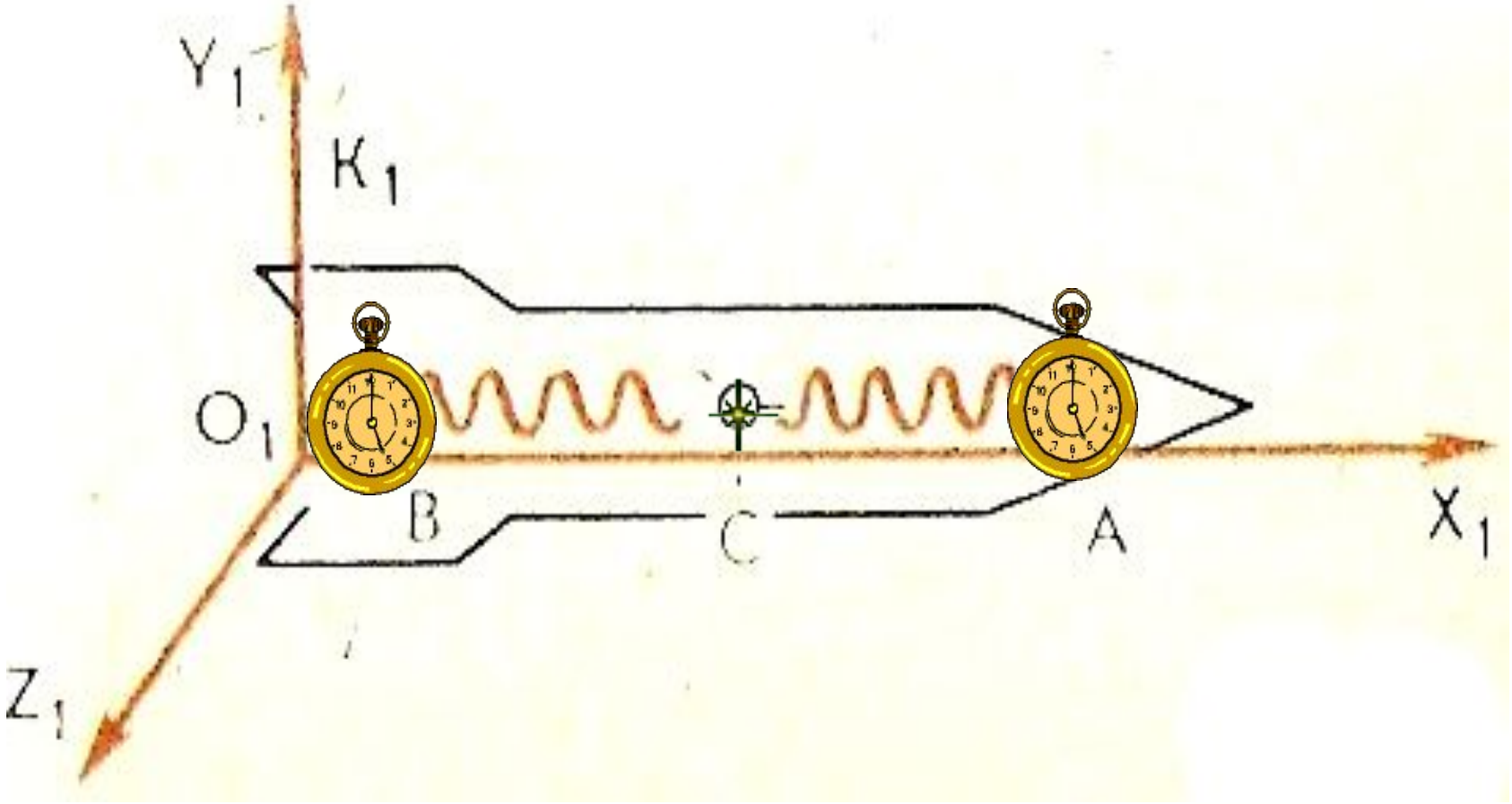


Относительность длины

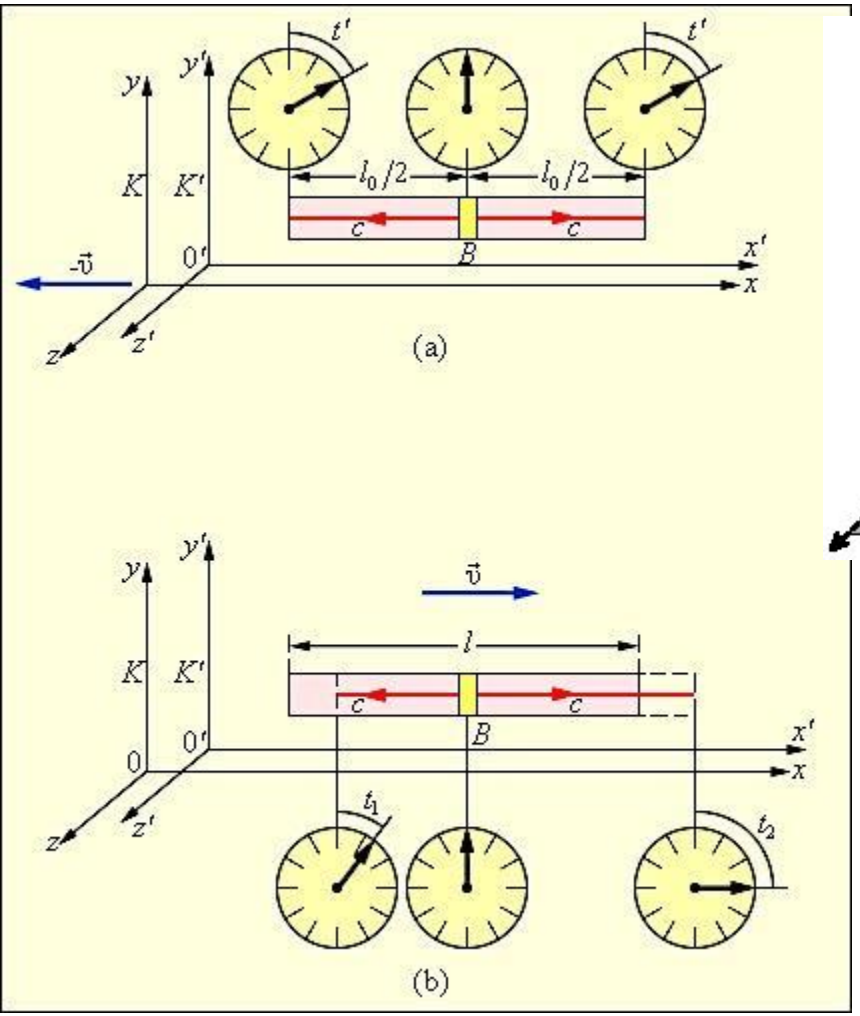


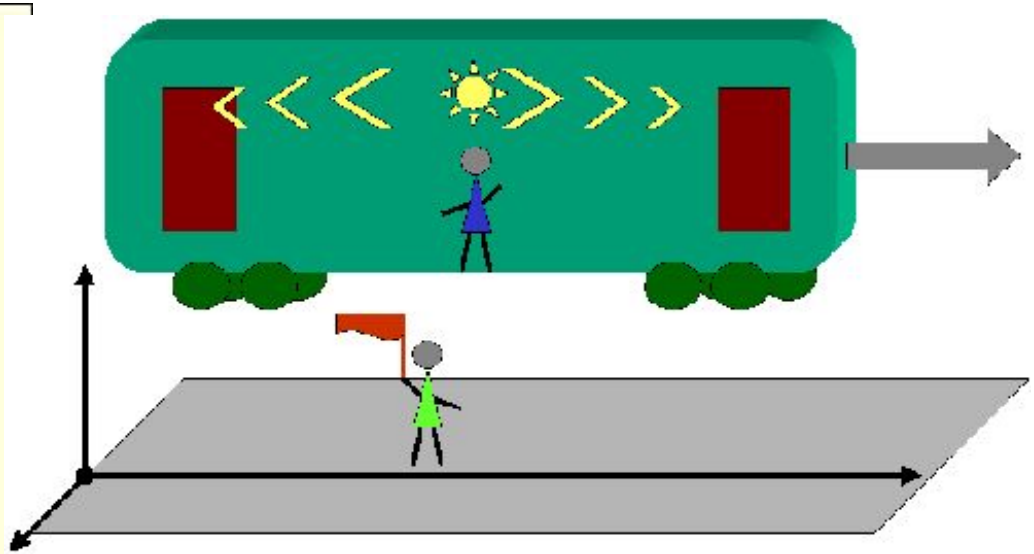
Относительность скорости

Относительность одновременности



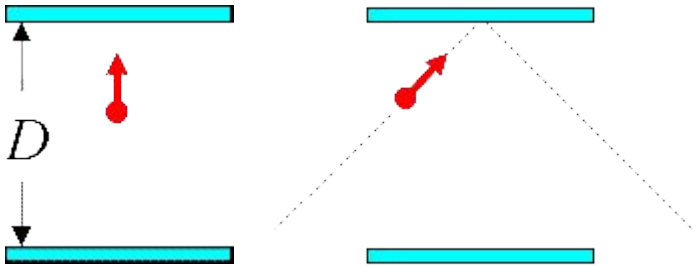
Относительность одновременности

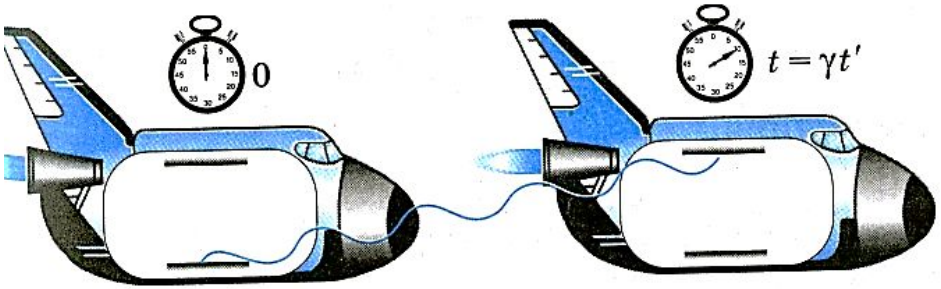


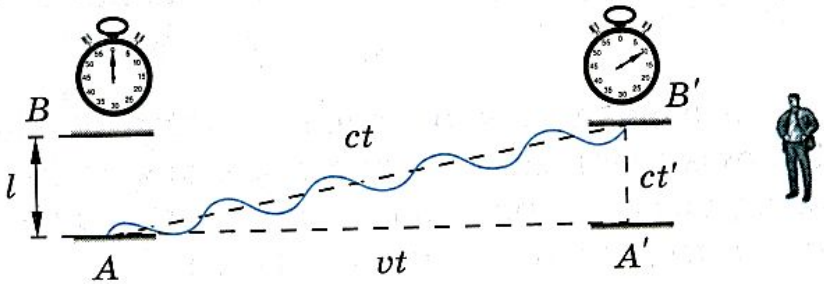


Два события, одновременные в одной ИСО, не являются одновременными в другой ИСО

Замедление времени





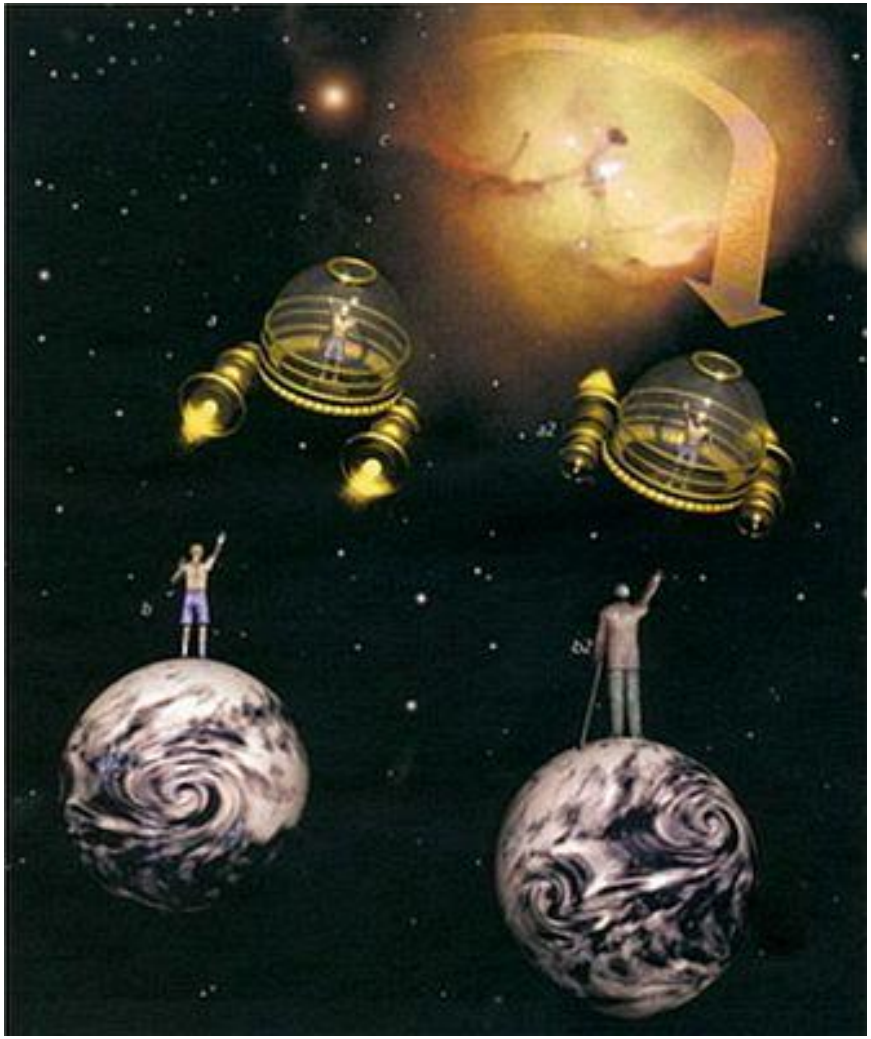


Световые часы

- t' – собственное время

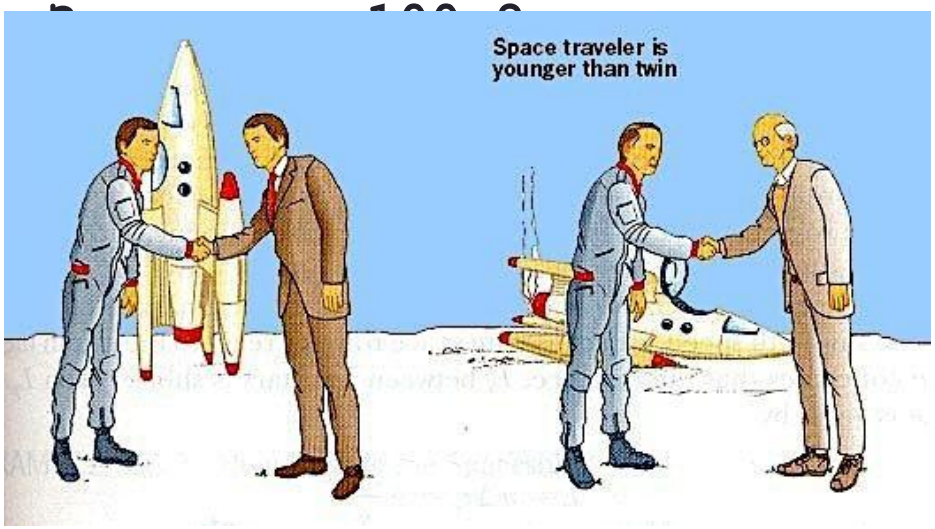
$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Парадокс близнецов

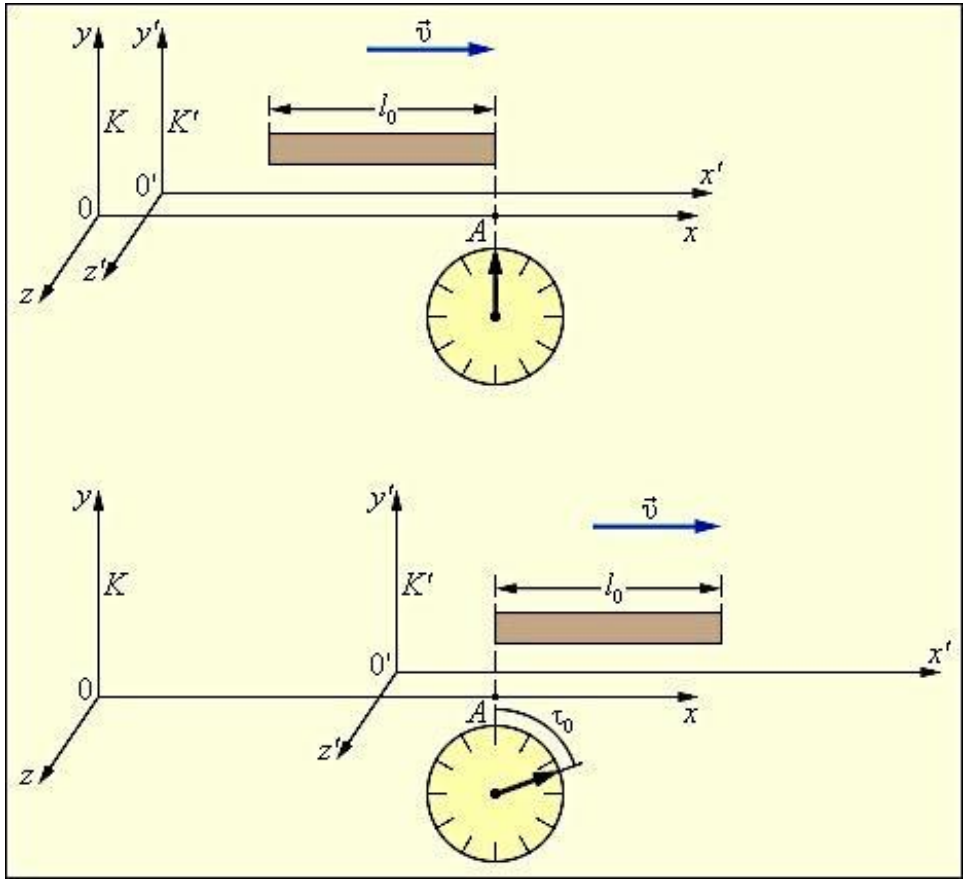


- L=40 св. лет; v=0.99c
- По часам на Земле пройдёт 80,8 лет
- Собственное время

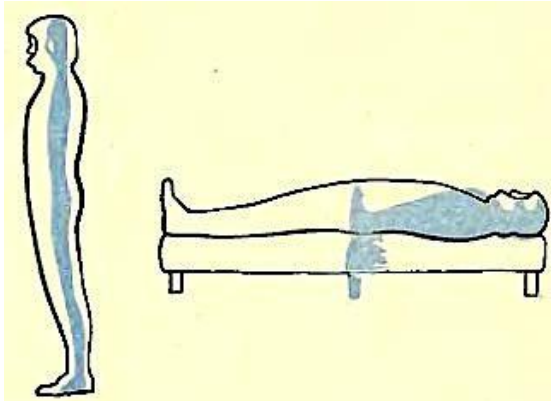
$$t' = \frac{80,8}{\sqrt{1-\frac{(0,99c)^2}{c^2}}} = \frac{80,8}{7,09} = 11,4$$

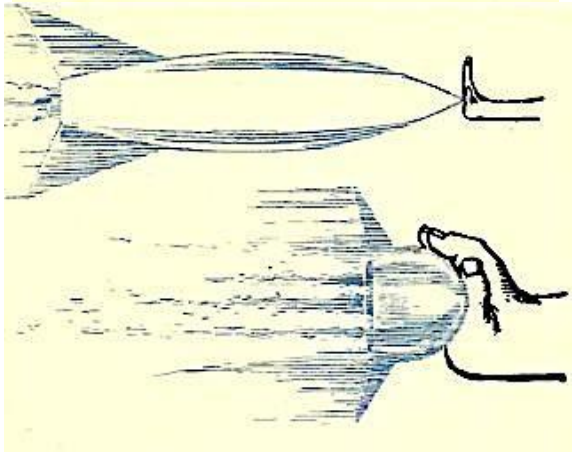


Сокращение длины



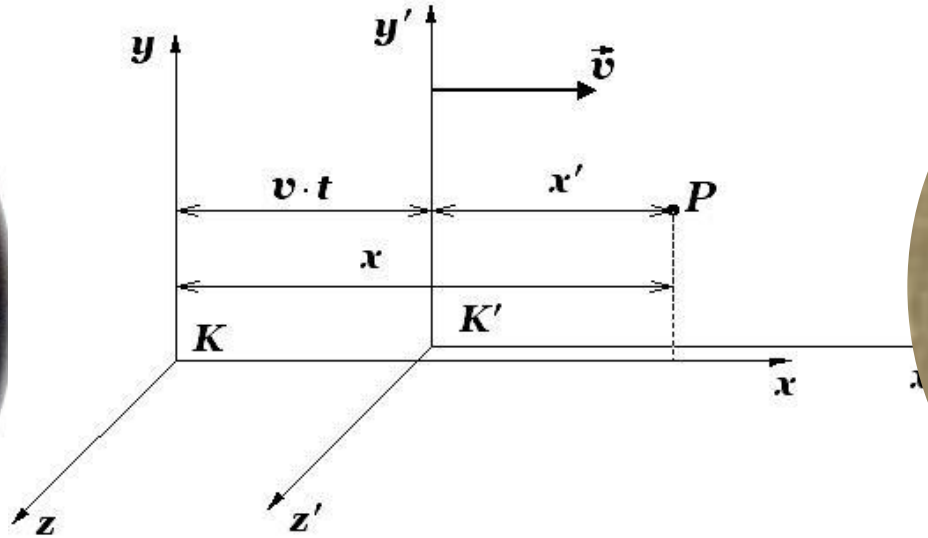
$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$





Закон сложения скоростей

Галилея **Эйнштейна**



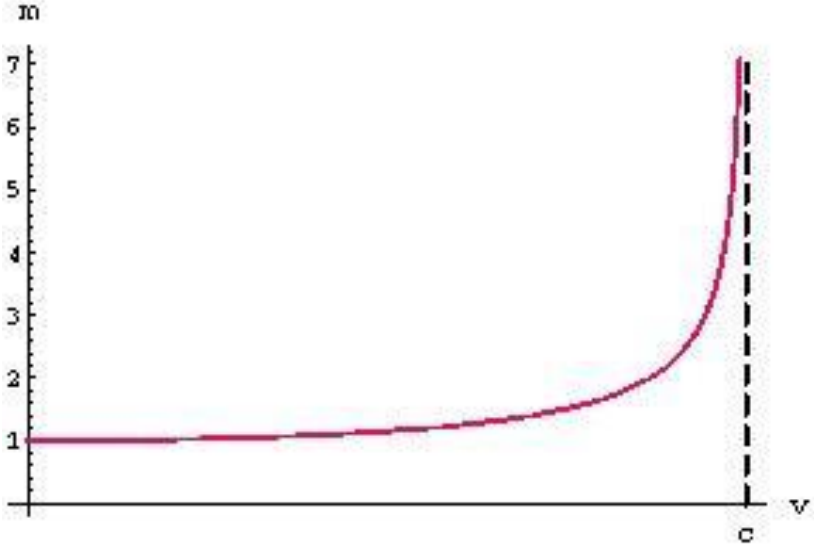
$$\upsilon_x = \upsilon_{x'} + \upsilon$$

$$\upsilon_x = \frac{\upsilon_{x'} + \upsilon}{1 + \frac{\upsilon_{x'} \cdot \upsilon}{c^2}}$$

Взаимосвязь энергии и массы

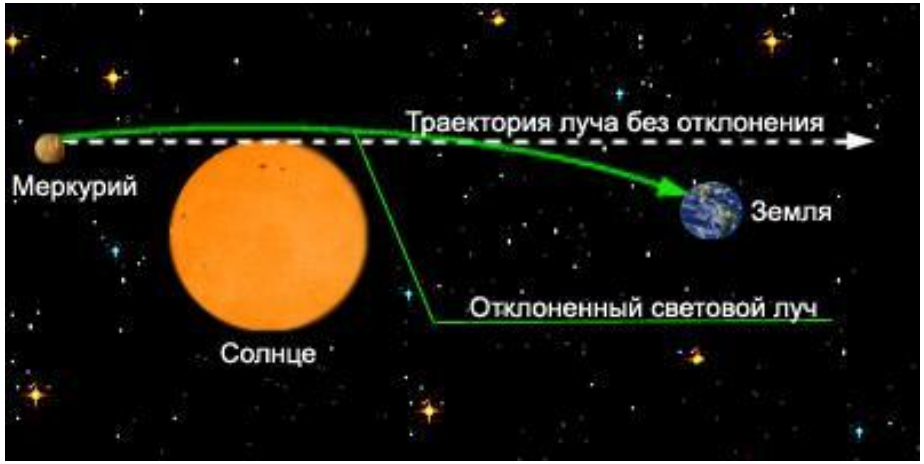
- 1905 г. А. Эйнштейн $E_0 = mc^2$
- 1933 г. Ф. Жолио-Кюри открыл явление аннигиляции:

$$e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$$

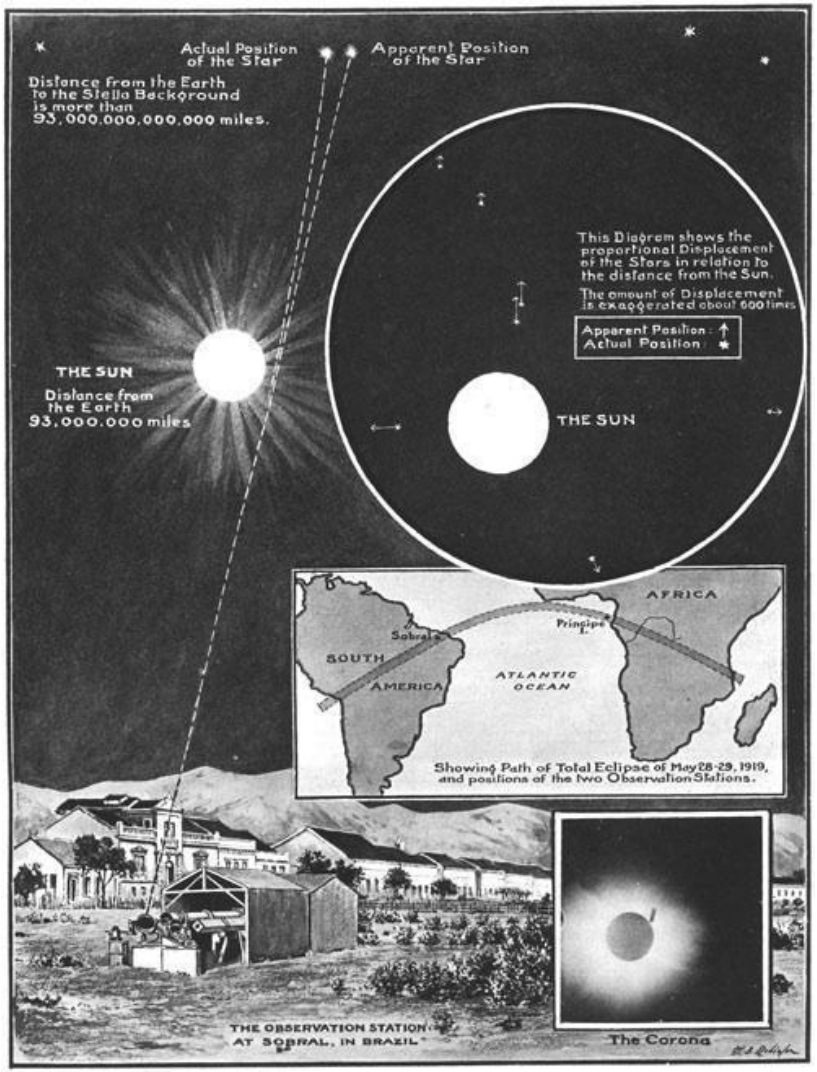


- Если υ << c, то $E = mc^2 + \frac{m\upsilon^2}{2}$
- Если υ ≈ c, то $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$ → $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$

Отклонение световых лучей в гравитационном поле



А. Эддингтон, 1919г.
Во время полного солнечного затмения

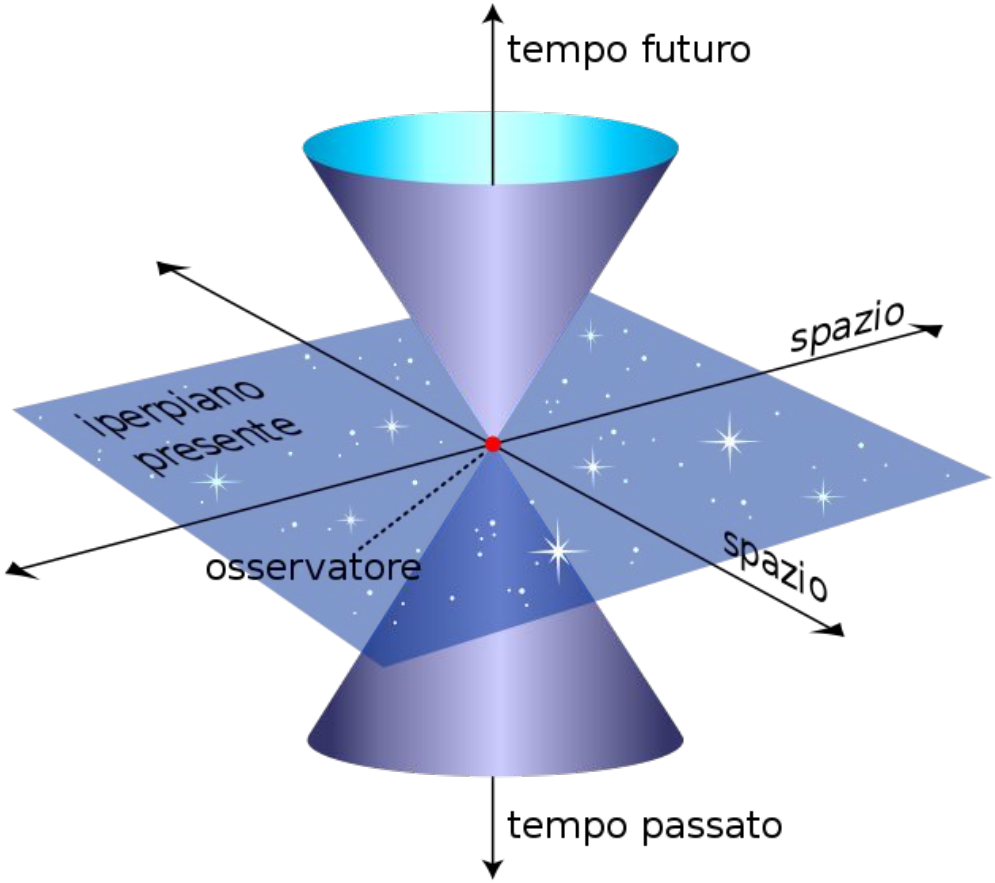


Абсолютные и относительные величины в различных ИСО

	Инварианты	Изменяемые понятия
КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	Пространство, время	Траектория, координата
	Масса	Путь, перемещение
	Ускорение	Скорость
РЕЛЯТИВИСТСКАЯ МЕХАНИКА	Скорость света	Пространство, время
	Собственное время	Масса
	Пространственно временной интервал	Путь, перемещение
		Скорость

Пространство Минковского

Пространственно временной интервал



$$\Delta s = \sqrt{c^2 t^2 - l^2}$$

Источники

1. Касьянов В.А. Физика. 10 класс. Профильный уровень
2. Степанова Г.Н. Физика. 11 класс.
3. http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431902/Skazka_o_mirnom_rytsare_Eddingtone_uznavshem_glavnuyu_taynu_zvyozd
4. https://habrahabr.ru/post/169347/
5. http://lightcone.ru/relativity-3/
6. http://elementy.ru/trefil/21167/Opyt_MaykelsonaMorli
7. http://online.mephi.ru/courses/physics/osnovi_mehaniki/data/lecture/6/p10.html