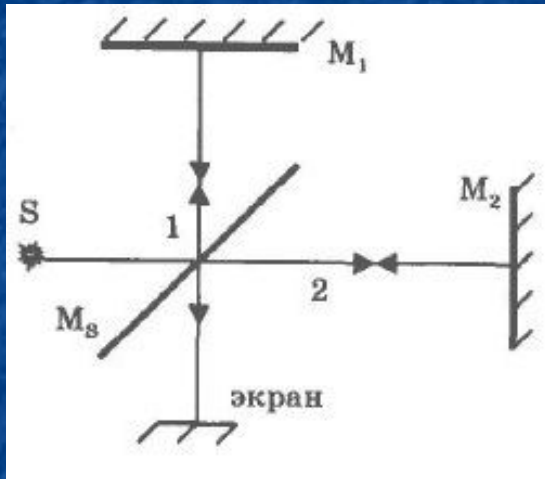


«Теория относительности»

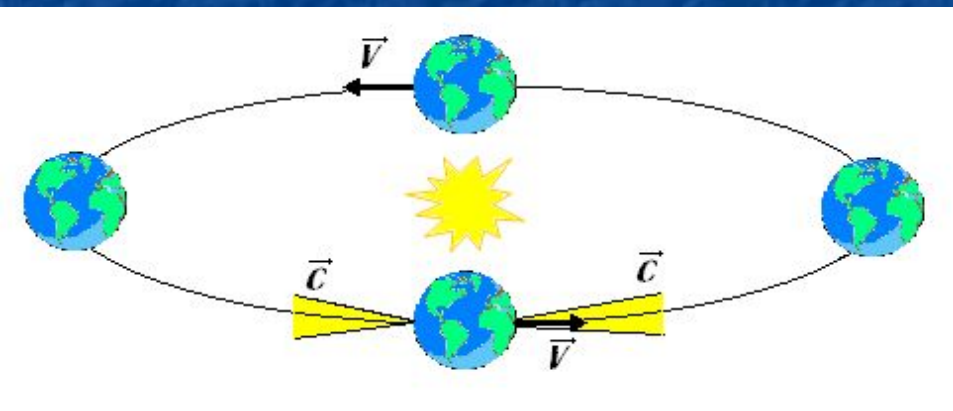
Расхождение классической теории с опытом



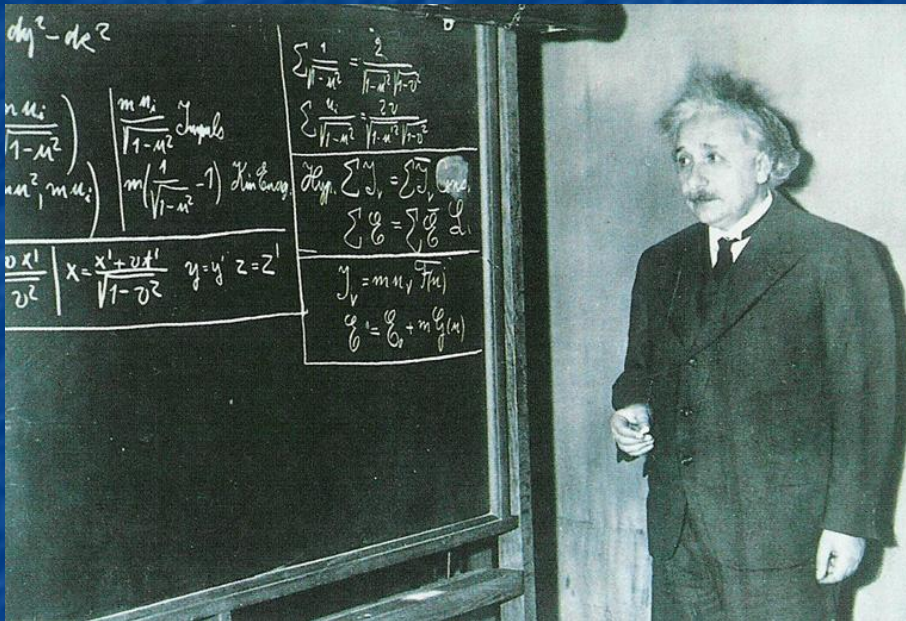
- 1881 год – опыт Майкельсона-Морли.



Движение Земли вокруг Солнца не влияет на скорость распространения света.



Теория относительности



- 1905 год.
Альберт Эйнштейн, отвергнув гипотезу эфира, предложил специальную (частную) теорию относительности.

- Альберт Эйнштейн у доски с формулами специальной теории относительности.

Теория относительности разделяется на:

- СТО – рассматривает взаимосвязь физических процессов, происходящих только в инерциальных системах отсчета.
- ОТО – описывает взаимосвязь физических процессов, происходящих в ускоренно движущихся друг относительно друга (неинерциальных) системах отсчета.

Постулаты СТО

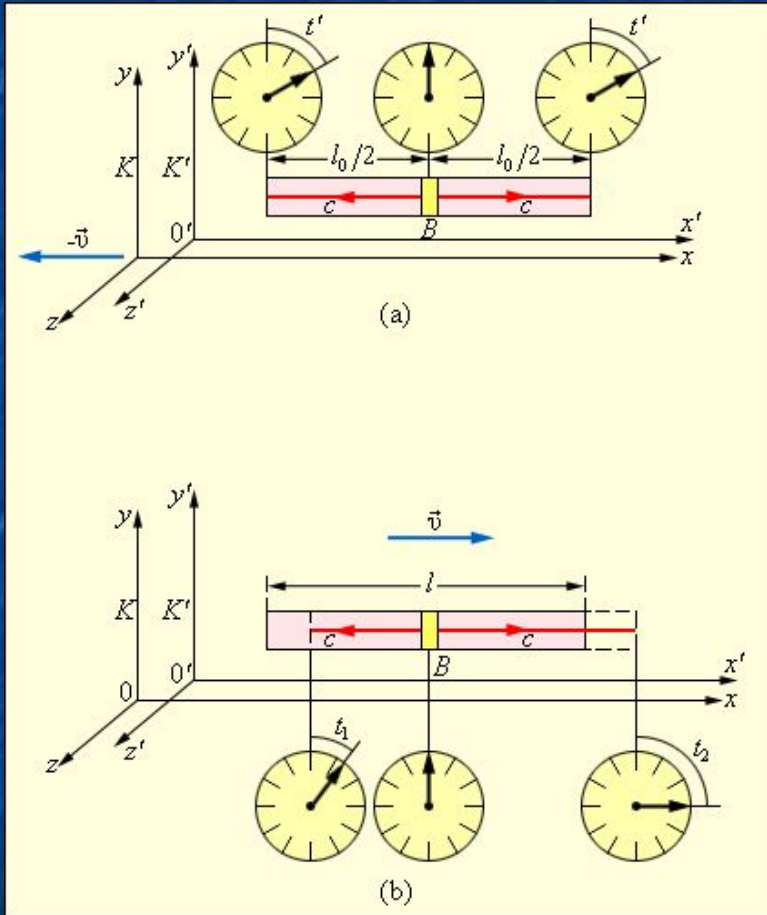
1. Все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.
2. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета и не зависит ни от скорости источника ни от скорости приемника света.



Скорость света – максимально возможная скорость распространения любого взаимодействия. $c \approx 300\,000$ км/с.

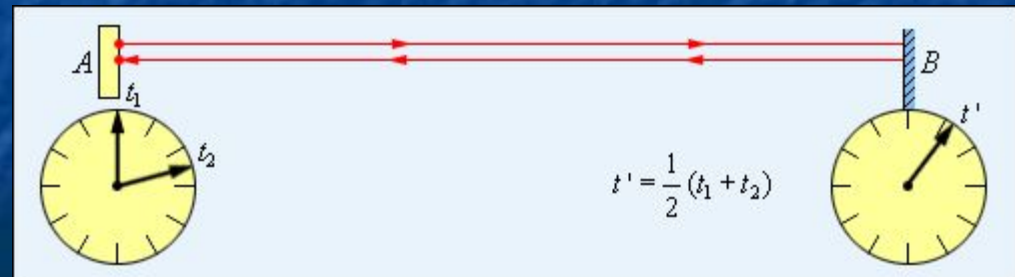
Следствия СТО

1. Относительность одновременности



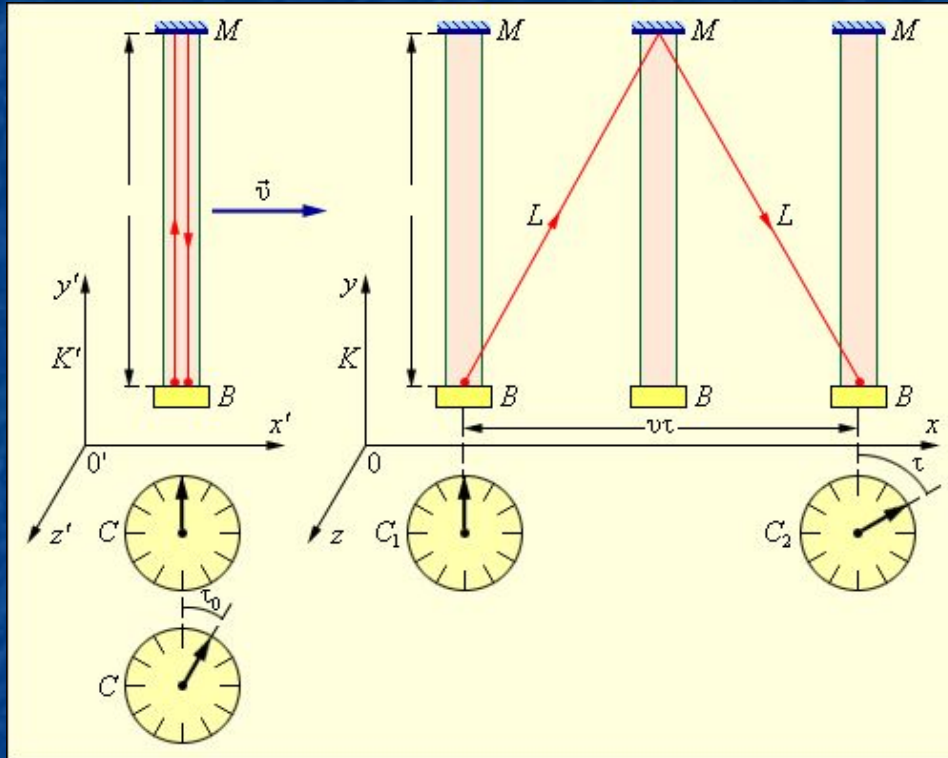
Относительность одновременности. Световой импульс достигает концов твердого стержня одновременно в системе отсчета K' (а) и не одновременно в системе отсчета K (б).

- События, одновременные в одной системе отсчета, не являются одновременными в другой системе отсчета, т.е. одновременность событий относительна.
- События одновременны, если синхронизованные часы показывают одинаковое время.



Синхронизация часов в СТО.

2. Относительность промежутков времени

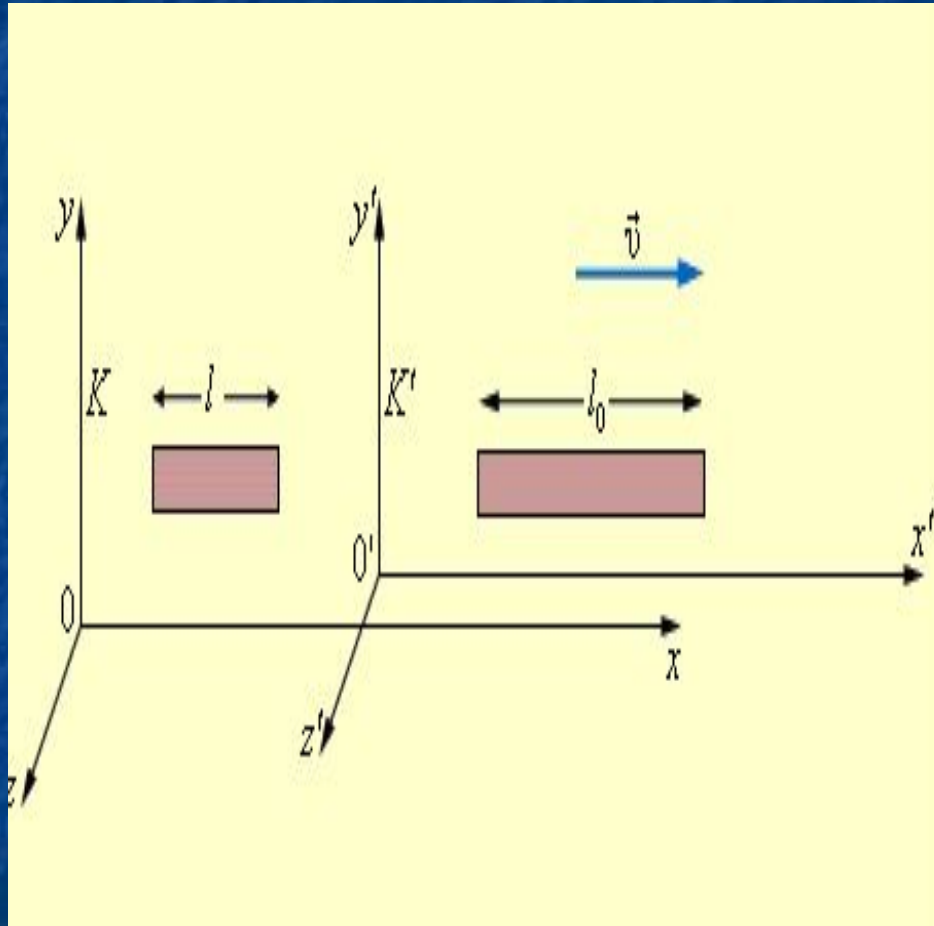


Относительность промежутков времени.

■ Темп времени в движущихся системах по сравнению с неподвижной системой замедляется.

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \tau > \tau_0$$

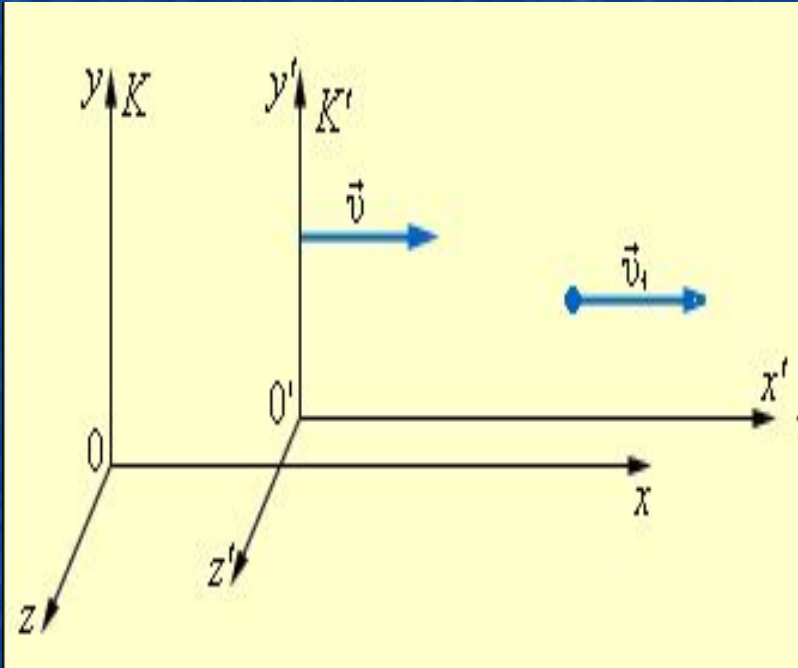
3. Относительность расстояний



- Линейный размер движущегося тела уменьшается по сравнению с линейным размером тела, покоящегося в данной ИСО.

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

4. Сложение скоростей в СТО



$$u_2 = \frac{u_1 + v}{1 + \frac{u_1 \cdot v}{c^2}}$$

если $v \ll c$ и $u_1 \ll c$, то $\frac{u_1 \cdot v}{c^2} \rightarrow 0 \Rightarrow u_2 = u_1 + v$

если $u_1 = c$, то $u_2 = \frac{c+v}{1 + \frac{cv}{c^2}} = \frac{c+v}{\frac{c^2+cv}{c^2}} = c$

если $u_1 = c$ и $v = c$, то $u_2 = \frac{c+c}{1 + \frac{c \cdot c}{c^2}} = c$

5. Зависимость массы от скорости.

- Масса покоя – масса тела в системе отсчета, относительно которой тело покоится.
- Масса движущегося тела в релятивистской механики определяется по формуле:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

6. Второй закон Ньютона в релятивистской форме

- В релятивистской форме второй закон Ньютона записывается в форме:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F$$

где

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- релятивистский импульс.

7. Связь между массой и энергией.

- Энергия тела пропорциональна массе:

$$E = mc^2$$

$$E_0 = m_0c^2$$

- энергия покоя.

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

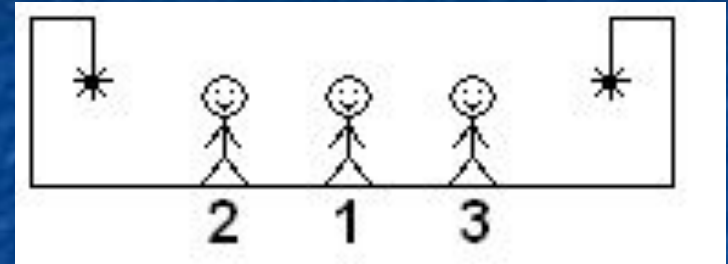
- дефект массы.

А. Эйнштейн установил основную формулу, связывающую энергию, импульс и массу движущегося тела:

$$E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$$

Решите задачи

1. Неподвижный наблюдатель 1 увидел, что одновременно зажглись фонари. Были ли эти два события одновременными для наблюдателей 2 и 3 ?

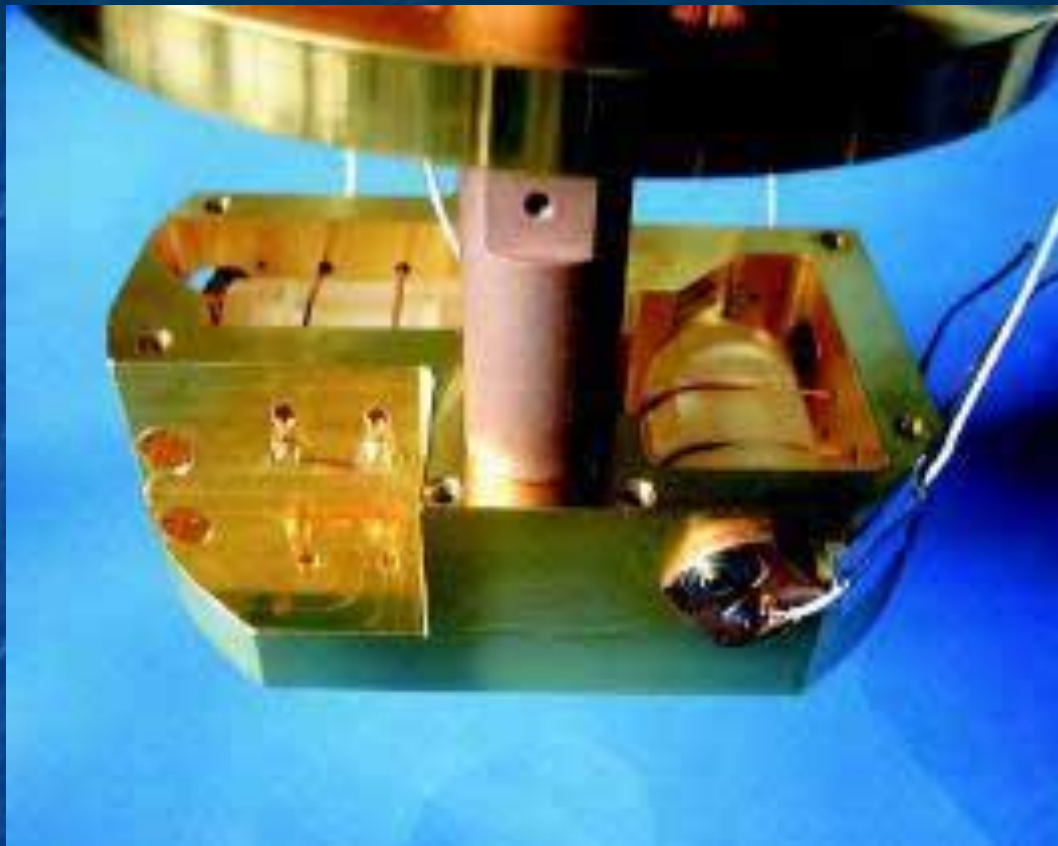


2. Какое время пройдет на Земле, если в космическом корабле, движущемся со скоростью $0,8c$ относительно Земли, пройдет 21 год?
3. Длина линейки, неподвижной относительно земного наблюдателя, 1 м. какова ее длина для того же наблюдателя, если линейка движется относительно него со скоростью $0,6c$, направленной вдоль линейки?
4. Какова энергия протона, если он движется со скоростью $0,8c$?

5. Два самолета летят навстречу друг другу и имеют относительно Земли скорости 100 м/с и 50 м/с . Чему равна скорость первого самолета измеренная с борта второго самолета? Расчет произвести по классической релятивистской формулам сложения скоростей.
6. Электрон движется со скоростью $0,6c$. Определите импульс электрона.
7. Вычислите энергию покоя электрона.

УСПЕХОВ!

Очередной эксперимент подтверждает изотропию скорости света



Эксперимент с вращающимся резонатором, проведенный немецкими физиками, с точностью порядка одной десятиквотриллионной подтвердил независимость скорости света от направления.

В современной версии опыта Майкельсона-Морли используются вращающиеся резонаторы (изображение с сайта uni-duesseldorf.de)