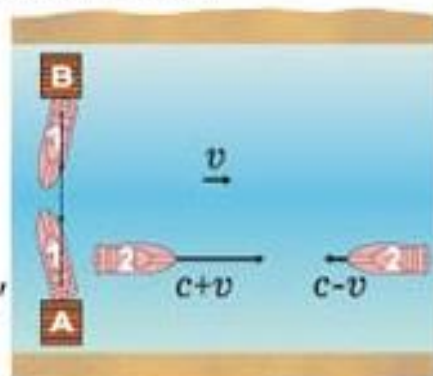
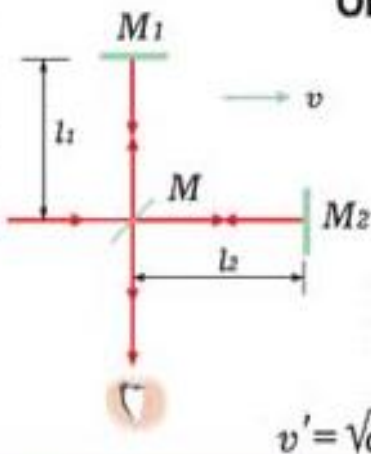


ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СТО



Альберт Эйнштейн

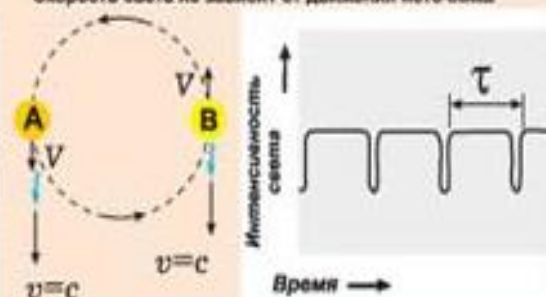
Опыт Майкельсона



Независимость скорости света от движения источника



Скорость света не зависит от движения источника

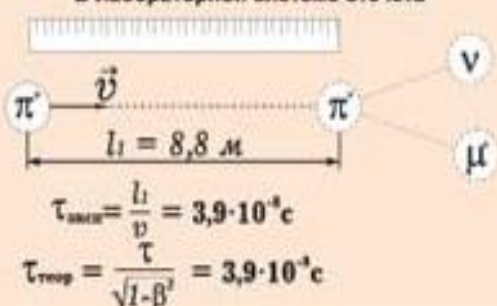


Принцип относительности

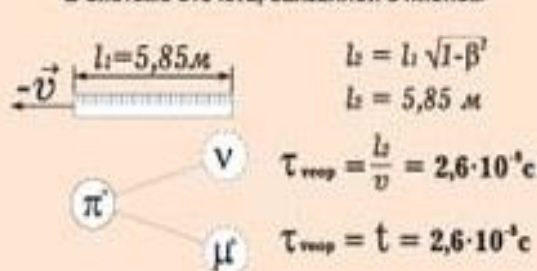
Эксперимент с движущимися пионами

Среднее время жизни неподвижного пиона $\tau = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$

В лабораторной системе отсчета



В системе отсчета, связанной с пионом



Связь изменений энергии и массы системы



Термоядерный синтез в звездах

$$\Delta E = \Delta mc^2$$



Взрыв атомной бомбы

ЭНЕРГИЯ И ИМПУЛЬС В СТО

Полная энергия тела

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$$

 $m=0$ $m \neq 0$

$$E = pc$$

$$E = mc^2 \gamma$$

 E - полная энергия p - релятивистский импульс m - масса тела c - скорость света в вакууме

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

Энергия покоя

$$E_0 = mc^2$$

 $m=0$ $m \neq 0$

$$E_0 = 0$$

$$E_0 \neq 0$$

Кинетическая энергия

$$E_k = E - E_0$$

 $m=0$ $m \neq 0$

$$E_k = E$$

$$E_k = mc^2(\gamma - 1)$$

 E_0 - энергия покоя тела E_k - кинетическая энергия тела

Когда $v \ll c$, то $\gamma \approx 1 + \frac{v^2}{2c^2}$, $E_k \approx \frac{mv^2}{2}$

Релятивистский импульс

$$\vec{p} = \frac{\vec{v}E}{c^2}$$

 $m=0$ $m \neq 0$

$$\vec{p} = \frac{\vec{v}p}{c}$$

 $v \equiv c$

$$\vec{P} = m\vec{v}\gamma$$

 \vec{p} - релятивистский импульс \vec{v} - скорость частицы E - полная энергия частицы c - скорость света в вакууме

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В СТО

Закон сохранения релятивистского импульса

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \overrightarrow{const}$$

В замкнутой системе из n тел релятивистский импульс частиц остается неизменным при любых взаимодействиях частиц между собой

Закон сохранения энергии

$$E = \sum_{i=1}^n E_i = const$$

В замкнутой системе из n тел полная энергия частиц остается неизменной при любых взаимодействиях частиц между собой

Неизменность массы

Масса m любой частицы или изолированной системы частиц не изменяется при любых взаимодействиях частиц между собой внутри системы и не зависит от выбора системы отсчета

Связь массы с энергией и импульсом

Движение двух одинаковых фотонов

в одном направлении



$$E_{\uparrow\uparrow} = 2h\nu$$

$$p_{\uparrow\uparrow} = 2 \frac{h\nu}{c}$$

$$m_{\uparrow\uparrow} = 0$$

в противоположных направлениях



$$E_{\uparrow\downarrow} = 2h\nu$$

$$p_{\uparrow\downarrow} = 0$$

$$m_{\uparrow\downarrow} = 2 \frac{h\nu}{c^2}$$

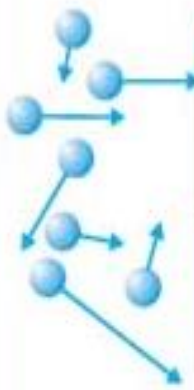
$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

$$m = \sqrt{\frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2}}$$

МАССА И ЭНЕРГИЯ СИСТЕМЫ ЧАСТИЦ В СТО

Энергия и масса системы невзаимодействующих частиц

В системе отсчета центра масс системы частиц:



$$E = Mc^2$$

$$E = \sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n m_i c^2 + \sum_{i=1}^n E_{Ki}$$

$$M = \sum_{i=1}^n m_i + \frac{\sum_{i=1}^n E_{Ki}}{c^2}$$

M - масса
системы частиц

Масса системы
невзаимодействующих
частиц больше суммы
масс частиц:

$$\Delta m = M - \sum_{i=1}^n m_i = \frac{\sum_{i=1}^n E_{Ki}}{c^2}$$

Δm - избыток массы
системы частиц

Энергия и масса системы взаимодействующих частиц



$$E = Mc^2$$

$$E = \sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n m_i c^2 + \sum_{i=1}^n (E_{Ki} + E_{Pi})$$

$$M = \sum_{i=1}^n m_i + \frac{\sum_{i=1}^n (E_{Ki} + E_{Pi})}{c^2}$$

M - масса
системы частиц

Если $\sum_{i=1}^n (E_{Ki} + E_{Pi}) < 0$, система частиц является связанной

Масса связанной системы частиц
меньше суммы масс частиц:

$$\Delta m = \sum_{i=1}^n m_i - M$$

Δm - дефект массы
системы частиц

Энергия связи системы частиц: $E_{св} = \Delta m c^2$