

**ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ
ТЕОРИИ
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (СТО).
РЕЛЯТИВИСТСКАЯ
ДИНАМИКА**

1. Необходимость переопределения импульса в релятивистской динамике

В релятивистской механике СТО под массой частицы понимают **ту же самую** (как и в нерелятивистской) **величину**: масса – мера инертности, неотрицательный параметр частицы, **один и тот же во всех ИСО**, т.е. **инвариантный относительно преобразования Лоренца**.

Однако, уравнение движения частицы в виде $m \overset{\boxtimes}{a} = \overset{\boxtimes}{F}$

в релятивистской области не работает.

Другая версия

$$\frac{d\overset{\boxtimes}{p}}{dt} = \overset{\boxtimes}{F}$$

(*):

Если использовать определение $\overset{\boxtimes}{p} \equiv m \overset{\boxtimes}{v}$:

закон сохранения импульса не будет инвариантен при переходе из одной ИСО к другой

Нерелятивистское определение импульса надо «переопределить». 2-й з-н Ньютона в дифференциальной форме будет инвариантом, если

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

релятивистский импульс

m_0 – масса покоя

2. Релятивистская энергия частицы. Энергия покоя.

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

релятивистский энергия

Покоящаяся частица (материальная точка) обладает отличной от нуля энергией:

$$E_0 = m_0 c^2$$


энергия покоя

3. Кинетическая энергия частицы

$$T \equiv E - E_0 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

1.4. Релятивистская масса частицы. Частицы с нулевой

массой.

$$m_r \equiv \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
$$\vec{p} = m_r \vec{v}$$
$$E = m_r c^2$$


В природе существуют очень интересные объекты – **частицы с нулевой массой**. Примером такой частицы является **фотон** – квант электромагнитного излучения. Выражение для релятивистской энергии

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

показывает, что она может быть отличной от нуля при $m = 0$ только в том случае, если скорость частицы (всегда, относительно любой инерциальной системы отсчета!) равна c

4. (1.84). Масса движущегося протона в два раза превышает его массу покоя. Найти полную и кинетическую энергию этого протона.

5. (1.85) Определить скорость, при которой релятивистский импульс частицы в два раза превышает ее ньютоновский импульс.

8. (1.88) Найти при какой скорости, выраженной в долях скорости света, релятивистская масса любой частицы в 3 раза больше ее массы покоя?