Импульс (релятивистский)

Импульс тела, которое движется с около световой скоростью

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

- M - масса тела покоя (т.е масса тела, когда оно неподвижно, это важно, т.к когда тело приобретает околосветовую скорость, его масса увеличивается)
- c - скорость света
- v - скорость тела

или

$$p = Mc\beta\gamma$$

- M - масса тела покоя
- c - скорость света
- $\beta = \frac{v^2}{c^2}$
- $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$

$$P = M(v) \cdot v$$

- $M(v) = M\gamma$

т.к тело движется с околосветовой скоростью, то его масса увеличивается, т.е масса зависит от скорости

если $\frac{v}{c} << 1$, то M(v) ≈ M

Релятивистская энергия

$$\measuredangle \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} - \frac{\frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1$$

что тоже самое

$$\gamma^2 - \beta^2\gamma^2 = 1$$

Домножим равенство на M^2c^4 и получим

$$M^2c^4(\gamma^2 - \beta^2\gamma^2) = M^2c^4$$

расскрыли скобки и свернули с помощью формулы квадрата импульса $\measuredangle\ p^2 = M^2C^2\beta^2\gamma^2$

$$M^2c^4\gamma^2 - p^2c^2 = M^2c^4$$

$$\measuredangle Mc^2\gamma = \frac{Mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$Mc^2 = const$, а γ можно можно разложить в ряд Тейлора

$Mc^2\gamma = Mc^2(1 + 1/2\beta + ..) = Mc^2 + \frac{1}{2}Mv^2$

- Mc^2 **- потенциальная энергия**
- $\frac{1}{2}Mv^2$ **- кинетическая энергия**

получаем, что

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

Получаем **формулу зависимости полной энергии и импульса**

$$E^2 - p^2c^2 = M^2c^4$$

Преобразование импульса и энергии

$P_x = M\frac{dx}{dt}$
$P_y = M\frac{dy}{dt}$
$P_z = M\frac{dz}{dt}$

$E = Mc^2\frac{dt}{d\tau}$
$* \ \frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{\gamma}$

Прямое преобразование лоренца для импульса и энергии

$$p'_x = \gamma(p_x - \frac{\beta E}{c})$$

$$p'_y = p_y$$

$$p'_z = p_z$$

$$E' = \gamma(E - p_x c\beta)$$

Обратное преобразование лоренца для импульса и энергии

$$p_x = \gamma(p'_x - \frac{\beta E}{c})$$

$$p_y = p'_y$$

$$p_z = p'_z$$

$$E = \gamma(E' - p'_x c\beta)$$

$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{d\varphi}\frac{d\varphi}{dt} = \frac{P_x M c^2}{ME} = \frac{c^2 P_x}{E}$

$$P = V\frac{E}{c^2}$$