

N1

Одномерное волновое уравнение для продольной волны в твердом теле (с выводом).  
 общий вид уравнение (без вывода)

Волновое уравнение:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 E}{\partial x^2}, \quad \text{где } E = A \cos(\omega t - kx + \alpha)$$

$v$  - скорость движ. волны

Вывод: Рассмотрим уравнение волны

$E = A \cos(\omega t - kx + \alpha)$ . Введем волновой вектор  $k$ , коэф. направленный перпендикулярно фазовой поверхности волны в сторону ее движения,  $|k| = \frac{2\pi}{\lambda}$

~~Каждое слагаемое сформировано от функции:~~  
 Волновое ур. в 3-х мерном пространстве:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

Пусть  $\Delta E$ :

$$\Delta E = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}, \quad \text{где } \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} = \Delta - \text{оператор Лапласа}$$

N2

Область применимости СТО. Постулаты СТО.  
 Выражение для импульса в СТО (без вывода). Основное уравнение релятивистской динамики (без вывода).

Постулаты СТО:

- 1) Принцип постоянства скорости света: скорость света не зависит от движения источника и одинакова во



всех инерциальных ИСО в вакууме и является предельной скоростью передачи сигнала.  
 $c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

2) Принцип относительности Все законы природы одинаковы во всех ИСО-ур-е. Физич. законы природы инвариантны при переходе от одной системы отсчета к другой.

• СТО применима только в инерциальных системах отсчета.

Релятивистский импульс:  $\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m \vec{v}$

Основное ур. релят. динамики:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \text{ или}$$

$$\frac{d}{dt} \vec{p} = \frac{d}{dt} (m \vec{v}) = \vec{v} \frac{dm}{dt} + m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) = \vec{F}$$

№3

Система отсчета  $K'$  движется со скоростью  $0,75c$  относ. СО  $K$ . Электрон движется в том же направлении относ. СО  $K'$  так, что его полная энергия составляет  $1,25$  энергии покоя. Найдите скорость и полную энергию электрона в СО  $K$ , если его масса покоя равна  $m_0$ .

Дано:

Решение:

$$E' = 1,25 E_0$$

$$E' = 1,25 E_0$$

$$v_{отн} = 0,75c$$

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

$$E_0 = m_0 c^2$$

$$m_0$$

$$v = ? \quad E = ?$$

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1,25 m_0 c^2$$



$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{1,25}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left( \frac{1}{1,25} \right)^2$$

$$\frac{v^2}{c^2} = - \left( \frac{1}{1,25} \right)^2 + 1$$

$$v^2 = c^2 \left( 1 - \left( \frac{1}{1,25} \right)^2 \right)$$

$$v = \sqrt{c^2 \left( 1 - \left( \frac{1}{1,25} \right)^2 \right)} = c \cdot \sqrt{1 - 0,64} = 0,6c$$

$$v' = \frac{v - v_{отн}}{1 - \frac{v \cdot v_{отн}}{c^2}}$$

$$v' - \frac{v v_{отн} \cdot v'}{c^2} = v - v_{отн}$$

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

$$v = \frac{v_{отн} + v'}{1 + \frac{v_{отн} v'}{c^2}} = \frac{0,75c + 0,6c}{1 + \frac{0,75 \cdot 0,6}{c^2} c^2} = \frac{1,35c}{1,45} = 0,93c$$

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - 0,93^2}} = 2,42 m_0 c^2$$

Ответ:  $v = 0,93c$ ,  $E = 2,42 m_0 c^2$