

# Зависимость массы от скорости. Релятивистская динамика.

“

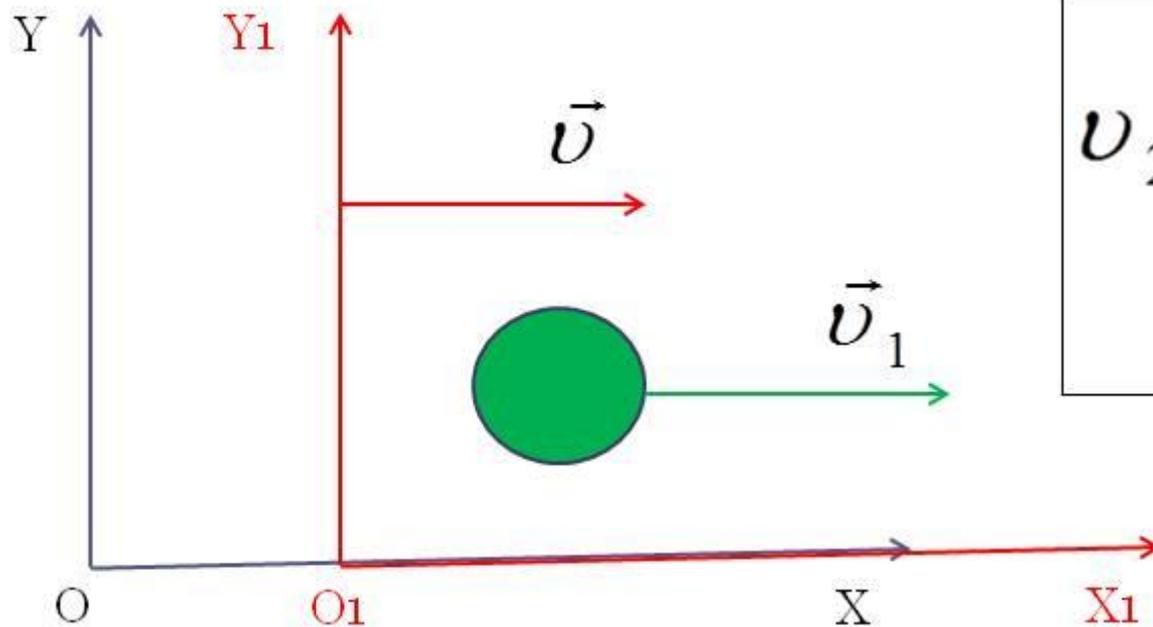
Если мужчина в течение часа будет сидеть рядом с симпатичной девушкой, час пролетит как минута. Но если он посидит на разжаренной плите одну минуту, то минута покажется длиннее любого часа.  
Это относительность

*Альберт Эйнштейн*

# Сформулируйте:

- Постулаты теории относительности
- Какие вам известны следствия из СТО?

# Релятивистский закон сложения скоростей



$$v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 \cdot v}{c^2}}$$

- $v$  — Скорость движения подвижной системы отсчета относительно неподвижной;
- $v_1$  — Скорость движения тела относительно подвижной системы отсчета  $X_1O_1Y_1$ ;
- $v_2$  — Скорость движения тела относительно неподвижной системы отсчета  $XOY$ .

**В классической механике основным законом динамики является второй закон Ньютона:**

$$**F = m \cdot a**$$

Этот закон можно записать и в другом виде через изменение импульса:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F, \quad \text{где } p = m \times v \text{ – импульс тела}$$

Основной закон релятивистской механики записывается в прежней форме.

**Изменения касаются лишь массы.**

Если через  $m_0$  обозначить массу покоящегося тела, то масса  $m$  того же тела, но движущегося со скоростью близкой к  $c$

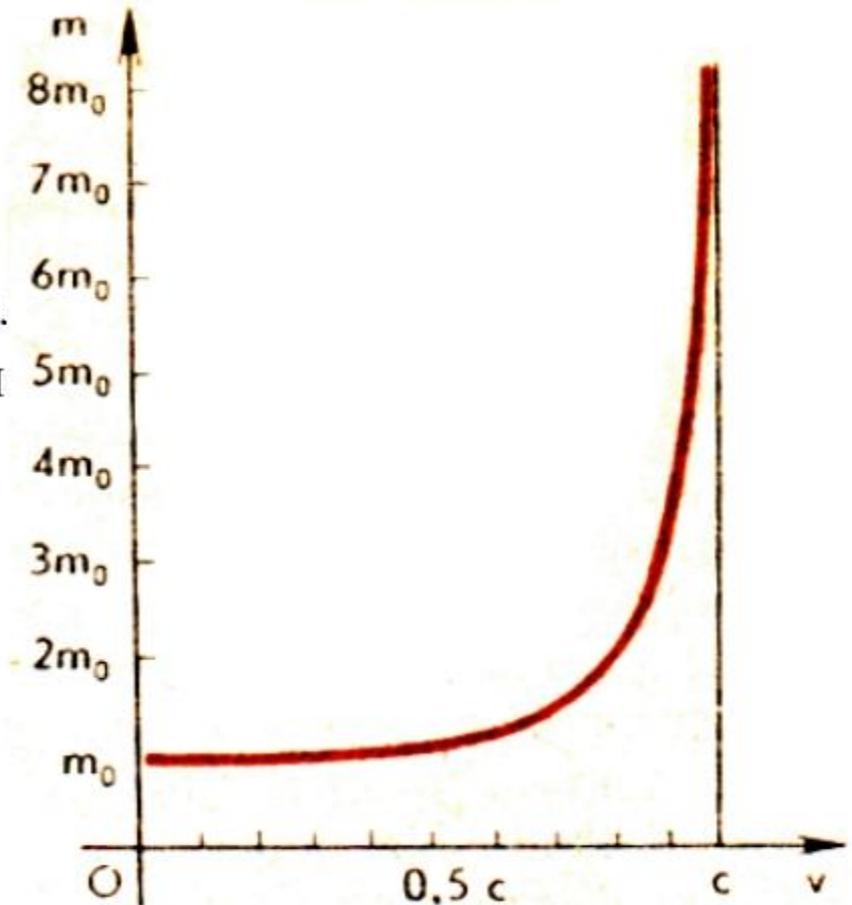
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

# График зависимости массы тела от его скорости

Возрастание массы тем больше, чем ближе скорость движения тела к скорости света  $c$ .

При скорости ракеты  
км/с

не.  
т.к. выражение п  
корнем равно  
0,9999999999944,



# Релятивистский импульс

С учетом соотношения

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

импульс тела равен:

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

**Масса, считавшаяся со времен Ньютона неизменной, в действительности зависит от скорости.**

## Релятивистские уравнения движения учитывают при расчете ускорителей заряженных частиц..

- Теория относительности в наше время стала инженерной наукой.
- Законы механики Ньютона можно рассматривать как частный случай релятивистской механики, справедливый при скоростях движения тел, много меньших скорости света.

# Связь между массой и энергией

С помощью теории относительности Эйнштейн установил замечательную по своей простоте и общности формулу связи между энергией и массой:

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

*Энергия тела или системы тел равна массе, умноженной на квадрат скорости света.*

Если изменяется энергия системы, то изменяется и ее масса:

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

## Энергия покоя- $E_0$

энергия при скорости, равной нулю.

$$E_0 = m_0 c^2$$

1. Любое тело уже только благодаря факту своего существования обладает энергией, которая пропорциональна массе покоя  $m_0$ .
2. При превращениях элементарных частиц, обладающих массой покоя, в частицы, у которых  $m_0=0$ , энергия покоя целиком превращается в кинетическую энергию вновь образовавшихся частиц.
3. Этот факт является наиболее очевидным экспериментальным доказательством существования энергии покоя.

# Основные следствия из специальной теории относительности Эйнштейна (1905 г.)

1. При движении с околосветными скоростями длина тела зависит от скорости, чем больше скорость, тем меньше длина тела в направлении движения.
2. При движении с околосветными скоростями масса тела зависит от скорости, чем больше скорость, тем больше масса тела.
3. При движении с околосветными скоростями время зависит от скорости, чем больше скорость, тем меньше промежутки времени, то есть время на движущихся часах замедляется.
4. Невозможность скоростей равных или больших скорости света.
5. Взаимосвязь массы и энергии

# Домашнее задание:

## Решение задач

1. С какой скоростью должна двигаться частица (тело), чтобы его масса увеличилась в 3 раза?
2. Чему равна будет масса космонавта, движущегося в космическом корабле со скоростью  $0,8 c$ ? Масса покоящегося космонавта 90 кг.

«Всё в мире является энергией.  
Энергия лежит в основе всего. Если вы настроитесь на энергетическую частоту той реальности, которую хотите создать для себя, то вы получите именно то, на что настроена ваша частота. Это — не философия. Это — физика»

Альберт Эйнштейн

