

# Принцип относительности Галилея. Постулаты теории относительности. Следствия постулатов

Тема урока №44



## Принцип относительности Галилея:

Все механические явления протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета.

Распространяется ли принцип Галилея на все явления в природе - электромагнитные явления, распространение света и т. д.

**В вагоне, движущемся относительно полотна железной дороги, посылается световой сигнал в направлении движения.**



**Какова скорость светового сигнала относительно человека в вагоне?**

**Какова скорость светового сигнала относительно человека на земле по законам классической физики?**

**В вагоне, движущемся относительно полотна железной дороги, посылается световой сигнал против движения.**



**Какова скорость светового сигнала относительно человека в вагоне?**

**Какова скорость светового сигнала относительно человека на земле по законам классической физики?**

Получается , что одно и тоже явление - распространение света по разному происходит в различных инерциальных системах отсчета , то есть принцип относительности Галилея не применим для электромагнитных процессов .

В случае скорость света больше  $c = 300000$  км/с. Но скоростей больше скорости света не существует!

Таким образом в конце 19- начале 20 века физика попала в трудное положение, когда законы классической физики не смогли объяснить явление распространения света.

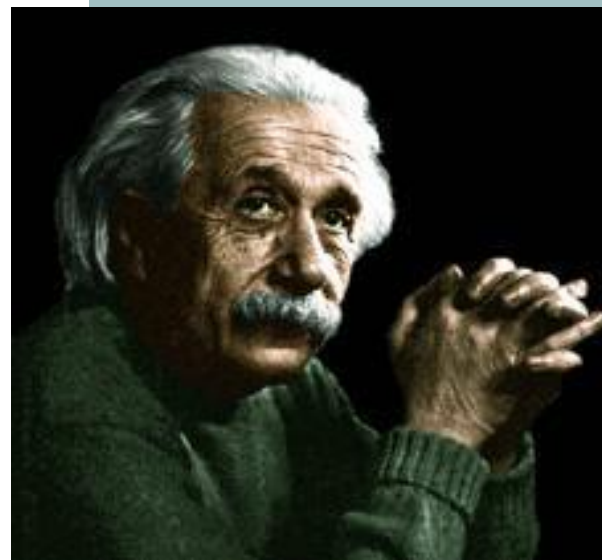
Разрешил это противоречие А. Эйнштейн

# Альберт Эйнштейн (1879-1955)

- Альберт Эйнштейн родился в 1879 году.
- В 1900 году окончил Цюрихский политехнический институт.
- В 1902 году Эйнштейн поступил на работу в патентное бюро в Берне.
- В сентябре 1905 была опубликована теория относительности.



# Постулаты СТО



## 1. Постулат

Все процессы природы протекают одинаково во всех ИСО.

## 2. Постулат

Скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО и не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала.

**$c=300\ 000$  км/с.**

Явления, описываемые с помощью теории относительности, но не объяснимые с помощью законов классической физики, называются **релятивистскими явлениями**.

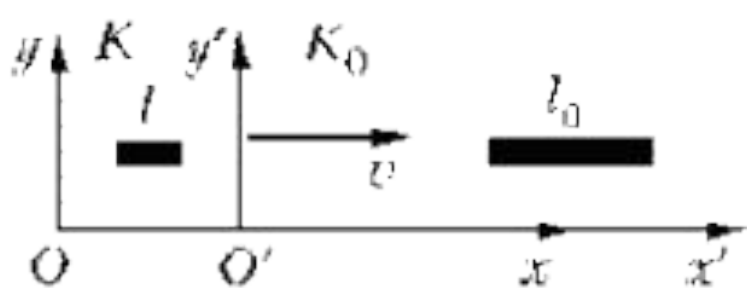
- **Релятивистские явления происходят при скоростях близких к скорости света, явления происходящие в микромире.**
- *При движении с небольшими (земными) скоростями применяются законы классической физики (законы Ньютона)*



## Следствия из постулатов теории относительности

- Относительность расстояний** - расстояние не является абсолютной величиной, оно зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчета.

Длина тела зависит от скорости, чем больше скорость, тем меньше длина тела в направлении движения.



$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$l < l_0$$

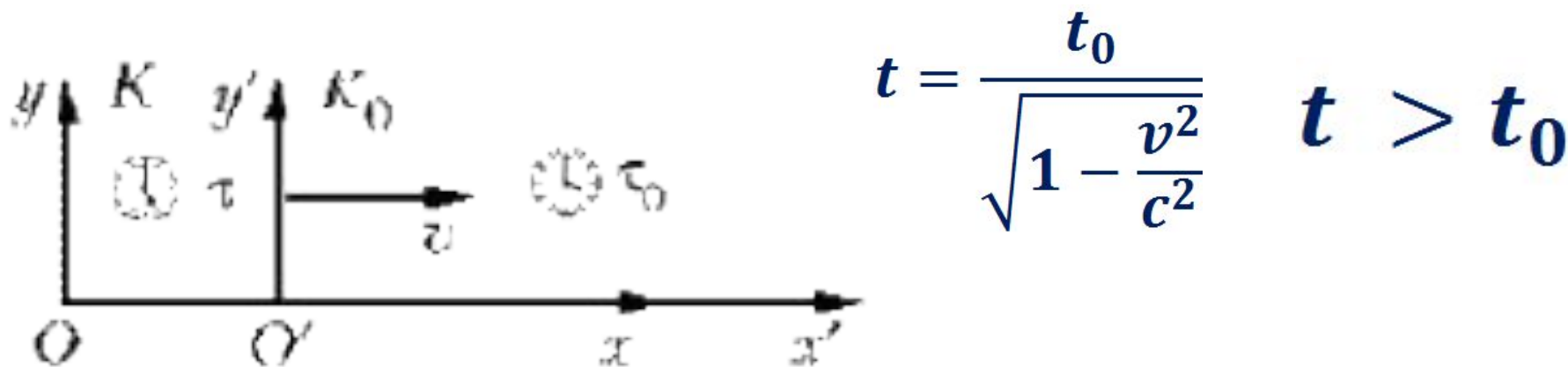
$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$$

$l_0$ -длина стержня в системе  $K_0$ , относительно которой он покоится

$l$ -длина стержня в системе  $K$ , относительно которой он движется со скоростью  $V$

## 2. Релятивистский эффект замедления времени

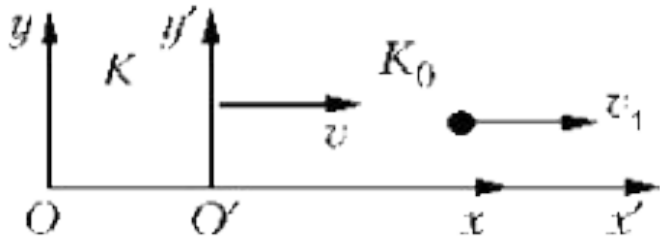
При движении с околосветными скоростями время зависит от скорости, чем больше скорость, тем меньше промежутки времени, то есть время на движущихся часах замедляется.



$t$ -интервал времени между событиями, измеренный покоящимися часами (в НСО).

$t_0$ - интервал времени, между этими же событиями, отсчитанный движущимися вместе с телом часами (в ПСО)

### 3. Релятивистский закон сложения скоростей



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

$v$ - скорость подвижной СО относительно неподвижной СО

$v_1$ - скорость тела относительно подвижной СО

$v_2$ - скорость тела относительно неподвижной СО

Соотношение релятивистского закона сложения скоростей с классической механикой.

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

- При  $v \ll c$  и  $v_1 \ll c$ , то членом  $\frac{v_1 v}{c^2}$  можно пренебречь, получим классический закон сложения скоростей:  $V_2 = V_1 + V$
- При  $v_1 = c$ ,  $v_2 = c$  также — в соответствии со вторым постулатом теории относительности

$$v_2 = \frac{c + v}{1 + \frac{cv}{c^2}} = c \frac{c + v}{c + v} = c.$$

## Итог

1. Замечательным свойством релятивистского закона сложения скоростей является то, что при любых скоростях  $v_1$  и (конечно, не больших  $c$ ) результирующая скорость  $v_2$  не превышает  $c$ .
  2. Из постулатов теории относительности следует, что **длина тела, промежуток времени** между двумя событиями **зависят от выбранной системы отсчета**, т. е. являются относительными.
- Релятивистский закон сложения скоростей переходит в классический при  $v \ll c$ .

# Задача

1. Чему равна длина космического корабля, движущегося со скоростью  $0,8c$ . Длина покоящегося корабля  $100$  м.

**Дано:**

$$V=0,8c$$

$$l_0=100\text{м}$$

Найти  $l$ -?

**Решение:**

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}} = l_0 \sqrt{1 - 0,64} = 0,6l_0$$

Ответ:  $l=60$  м

# Решение задач

1. С какой скоростью относительно Земли должен двигаться космический корабль, чтобы его продольные размеры для земного наблюдателя были в 2 раза меньше истинных?
2. В ракете движущейся со скоростью  $0,96 c$  было зафиксировано время полета 1 год. Сколько времени должно пройти по подсчетам земного наблюдателя.  
$$t > t_0$$
3. Длина линейки, неподвижной относительно земного наблюдателя  $l_0 = 2$  м. Какова длина линейки  $l$ , движущейся со скоростью  $0,5 c$ ?  
$$l < l_0$$

# Домашнее задание

§76 -78.

Задача . С какой скоростью должен двигаться космический корабль, относительно Земли, чтобы часы на нем шли в 4 раза медленнее, чем на Земле.