

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.

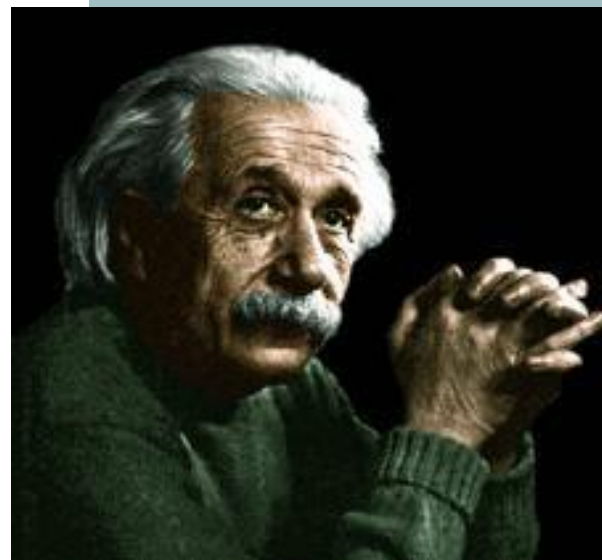
Разрешил это противоречие А. Эйнштейн

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.

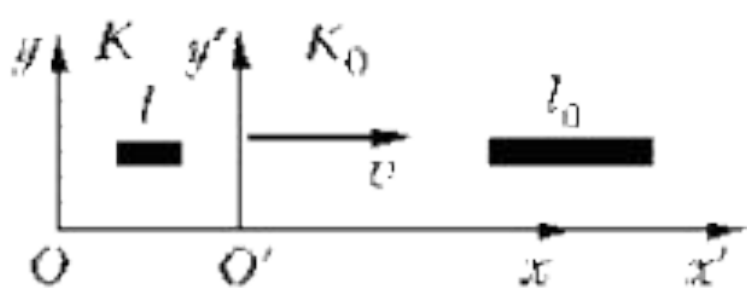
Явления, описываемые с помощью теории относительности, но не объяснимые с помощью законов классической физики, называются **релятивистскими явлениями**.

- **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.



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

$$l < l_0$$

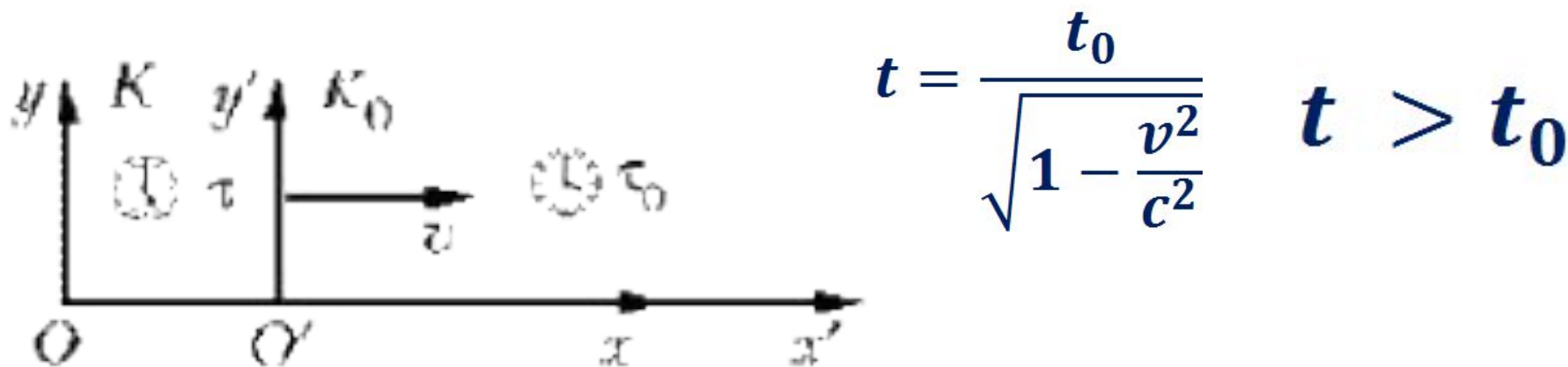
$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$$

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

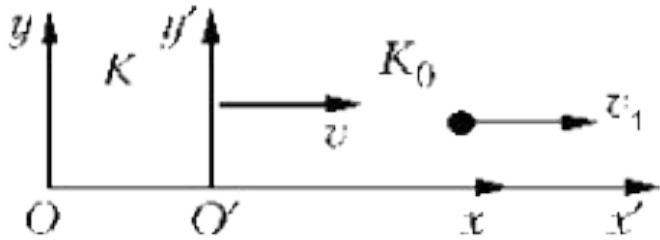
При движении с околосветными скоростями время зависит от скорости, чем больше скорость, тем меньше промежутки времени, то есть время на движущихся часах замедляется.



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.