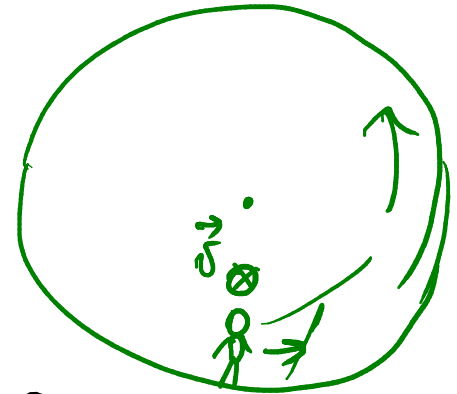


## Особенности сил инерции.

- 1) Силы инерции не обусловлены взаимодействием тел, а только свойствами ИИСО.
- 2) Эти силы существуют только в ИИСО.  
В ИСО сил инерции нет.
- 3) Силы инерции пропорциональны массе тела  
 $\Rightarrow$  В однородном поле сил инерции все тела движутся с одинаковым ускорением вне зависимости от их масс.

Принцип эквивалентности. Все физические явления в однородном поле сил тяготения происходят так же, как и в соответствующем однородном поле сил инерции.

Эйнштейн. Никакими опытами нельзя отличить силы инерции от сил тяготения.



⇒ ОТНО




# Глава 11. Специальная теория относительности.

## 11.1 Трудности релятивистской физики

Представления о пространстве и времени, *relative to*  
согласно ньютоновской механике:

$$\vec{a} = \sum_i a_i \vec{e}_i$$

$a_i$



1) Пространство 3-мерно и евклидово.

2) Существует независимое от пространства время.

Тем не менее все законы физики его включают.

3) Размеры тел, масштабы и промежутки времени одинаковы во всех СД.

4) Выглядит как 1<sup>й</sup> закон Ньютона.

5) Справедлив принцип относительности Галилея.

6) Связь между ИСД дается преобразованиями Галилея

7) Соблюдается принцип дальности действия:

взаимодействие между телами распространяется мгновенно ( $v = \infty$ )

---

Примерно во конце 19 века - сооб. эксп. Даннин.

## 11.2. Опыты Майкельсона и Морли.

Согласно теории Максвелла, свет — электромагнитные волны. Возникла гипотеза о "световом эфире" — среде, которая колеблется при распространении света.

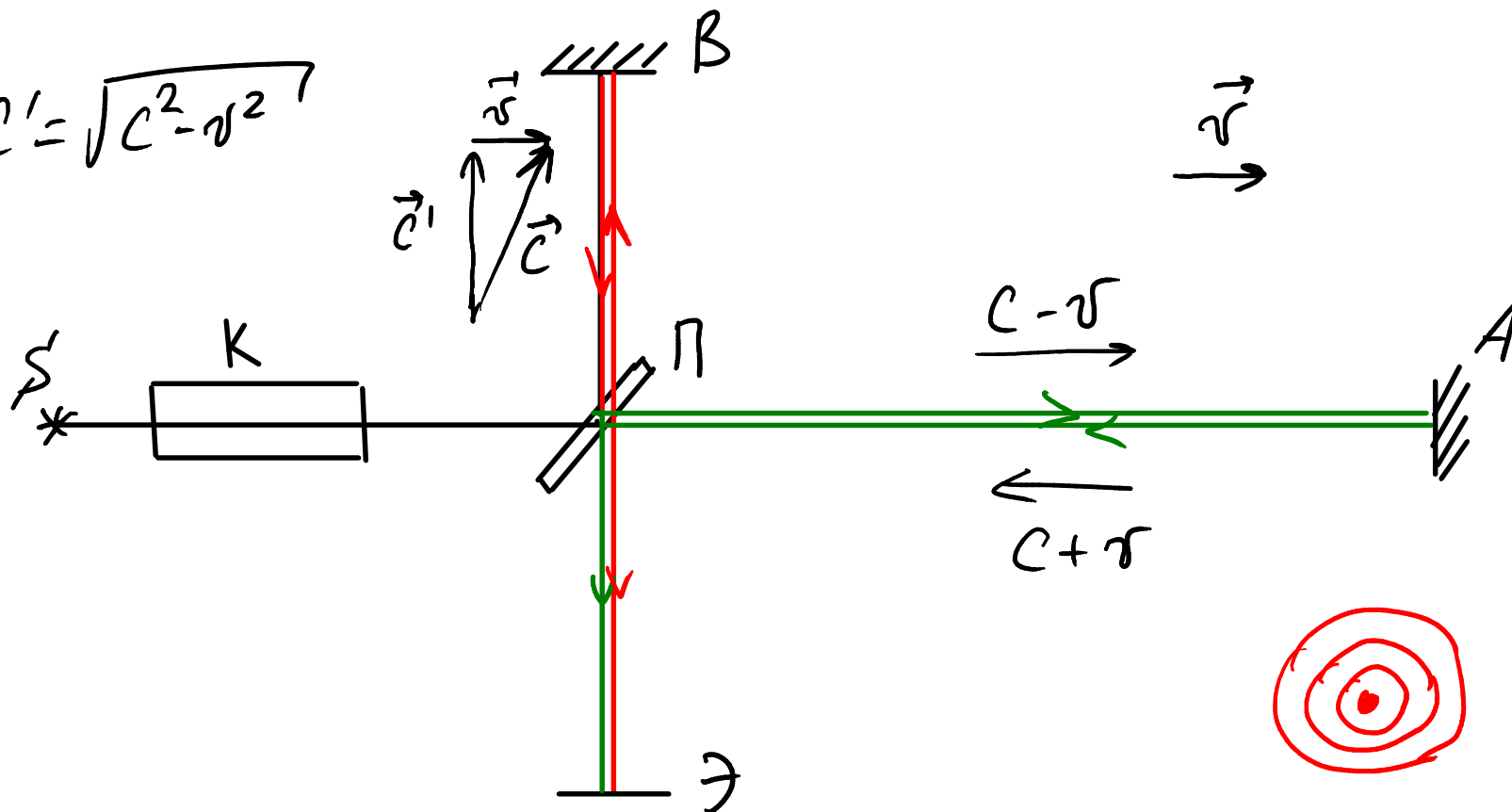
С этим "эфиром" можно связать абсолютную СО.

т.е. выделить одну из ИСО вопреки принципу отн. Галилея.

Относительно эфира свет имеет постоянную скорость  $c$  во всех направлениях всех.

# Интерферентер Майкельсона.

$$c' = \sqrt{c^2 - v^2}$$



Лучи проходят разный путь  $\Rightarrow$  интерференция. По картине на экране  $\Gamma$  можно судить о разности хода лучей.

Цель опыта : определить скорость Земли относительно Эфира.

Идея : сравнить время прохождения светом разных  
плеч интерферометра.

Пусть  $AP = PB = l$ ; рассм.  $\vec{v} \parallel AP$ , где  $\vec{v}$  - скорость  
Земли относительно Эфира.

Найдем время  $t_{\parallel}$  прохождения пути  $PA \rightarrow PB$ ; Аналогично для  $PBP$

$$t_{\parallel} = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2lc}{c^2 - v^2} \quad \left| \quad t_{\perp} = \frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}} \right.$$

Результат получился неожиданным  $t_{\parallel} = t_{\perp}$

Т.о. скорость света не зависит от скорости исource.

=> противоречие с законом сложения скоростей Галилея.

### 11.3. Постулаты Эйнштейна.

1905г. Специальная теория относительности (СТО).



1<sup>й</sup> постулат (принцип относительности).

Все физические явления протекают одинаково во всех ИСО,

Все законы природы и уравнения их описывающие —

ковариантны, т.е. не меняются по форме записи

при переходе в другую ИСО.

$\Leftrightarrow$  Все ИСО эквивалентны (неразличимы)

по своим физическим свойствам и никакими опытами

нельзя выделить ни одну из них.

2<sup>й</sup> постулат. Скорость света в вакууме одинакова  
во всех направлениях и не зависит  
от движения источника и выбора ИСО.

$$c = \text{const.}$$

Следствие:

- $c$  является предельной скоростью,  
т.е. взаимодействие тел / информация  
не может распространяться быстрее  $c$ .
- Максимальная скорость тела ограничена  $c$ , т.к.  
в противном случае можно было бы передать информацию  
быстрее  $c$ .

$$c \neq c + c$$

## 11.4. Синхронизация часов.

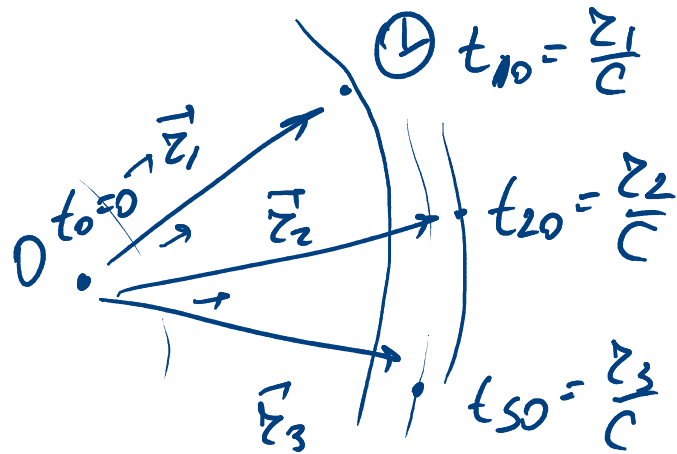
Событие характеризуется как местом (коорд.), так и временем. т.е. событие =  $(x, y, z, t)$ .

Место — определяется с помощью эталонов длины, геометрии и СК.

Время надо определить во всех точках.

Прием часов во всех точках должны быть синхронизированы.

Процедура синхронизации часов:



1) Во всех точках  $S_0$  измеряют расстояние  $z_i$  до начала коорд. и выставляют на часах время  $t_{i0} = \frac{z_i}{c}$

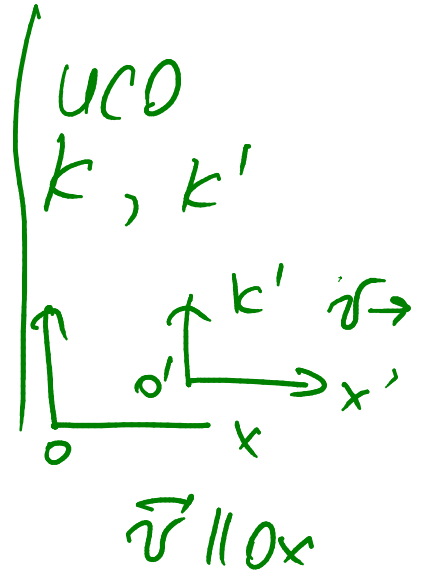
2) В момент синхронизации из начала координат испускают световой сигнал и запускают часы.

3) В каждой точке запускают часы в момент времени, когда до них дойдет сигнал.

Замедление времени

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \Delta t_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}; \quad \beta = \frac{v}{c}$$



Сокращение длины:

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

Преобразование Лоренца :

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \gamma (x - vt) \\ y' = y; \quad z = z'; \\ t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \gamma \left( t - \frac{vx}{c^2} \right) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \gamma (x' + vt') \\ y = y'; \quad z = z'; \\ t = \gamma \left( t' + \frac{vx'}{c^2} \right) \end{array} \right.$$

---

$$u'_x = \frac{dx'}{dt'}$$

$2\bar{n}$

