Основы теории относительности.

Подготовил студент группы Э-11 Зинченко Д.

Из истории ТО.

- Предпосылкой к созданию теории относительности явилось развитие в XIX веке электродинамики. В результате обобщения и теоретического осмысления экспериментальных фактов и закономерностей в областях электричества и магнетизма стали уравнения Максвелла, описывающие электромагнитное поле и его взаимодействие с зарядами и токами.

Уравнения Максвелла:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}, \qquad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0,$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \qquad c^2 \nabla \times \mathbf{B} = \frac{\mathbf{j}}{\varepsilon_0} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}.$$

И их решения:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t},$$

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A},$$

$$\varphi(1,t) = \int \frac{\rho(2, t - r_{12}/c)}{4\pi\varepsilon_0 r_{12}} dV_2,$$

$$\mathbf{A}(1,t) = \int \frac{\mathbf{j}(2, t - r_{12}/c)}{4\pi\varepsilon_0 c^2 r_{12}} dV_2.$$

- Теория относительности (далее ТО) предполагает, что время и пространство взаимосвязаны, а также движение определяют системой отсчёта.

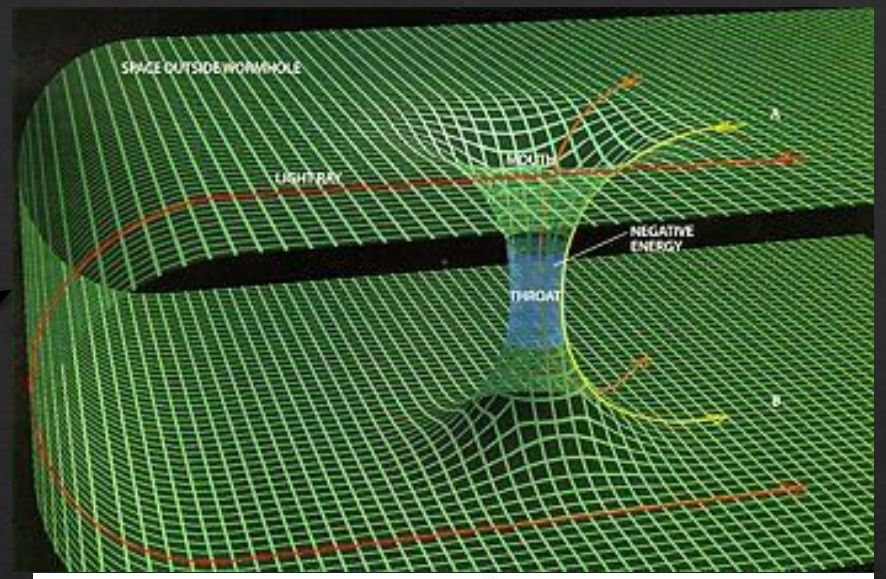
Теория относительности

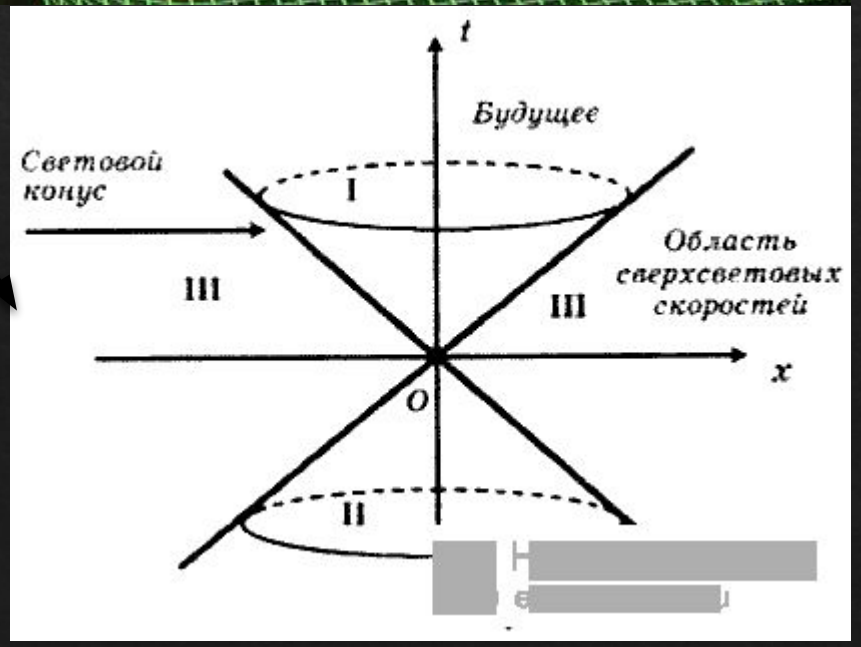
Специальная ТО (СТО)

Общая ТО (ОТО)

Изучает время и движение со скоростью света, или около световой.

Изучает воздействие гравитации на время, а также само время и гравитацию.

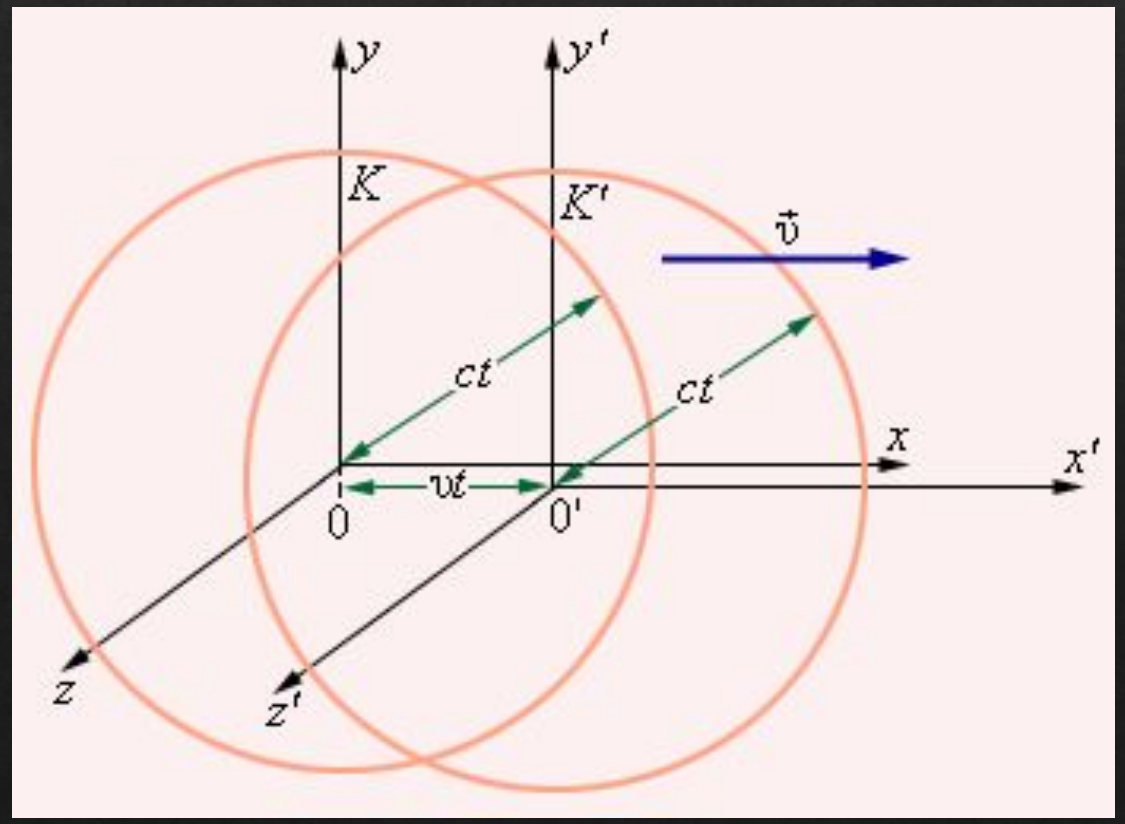




Физика
ОТО
СТО
Классическая Физика
Остальные разделы

Постулаты Эйнштейна.

1. Никакая энергия или сигнал не могут быть быстрее скорости света в вакууме, а скорость света в вакууме является const и не зависит от направления распространения.
2. В любой инерциальной системе отсчёта физ. явления при их тождественной постановке происходят одинаково, и законы инвариантны, в случае перехода к другой системе отсчёта.
3. Скорость света не зависит от скорости его источника.



Скорость света.

Скорость света.

- Впервые данную величину установил Дж. Брадлей в 1728 году, тогда с=308 000 км/с
- В 1849 году значение изменилось на: с=313.300 км/с.
- В 1926 году наконец был получен точный результат: с=299.796±4 км/ч или с=299.792.458 м/с.
- В таблицах обычно указывают округленную форму записи: 300.000.000 м/с.
- Для сравнения скорость звука в воздухе: 331 м/с.

Эффект Допплера.

- Частота света воспринимаемая наблюдателем который движется относительно источника света, отличается от испускаемой источником.
- Так удаляющийся наблюдатель воспринимает меньшее кол-во колебаний в секунду чем если бы он находился в состоянии покоя.

Связь энергии и массы.

История открытия закона.

- До XX века было 3 закона сохранения:

$E=mc^2$

- В XX веке Альберт Эйнштейн вывел формулу которая сломала прежний устой.

Закон гласит:

Энергия тела (системы тел) равна массе умноженной на квадрат скорости света. Т.е. если изменить энергию, то измениться и масса и наоборот.

Формула нахождения массы:

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

- Коэффициент $\frac{1}{c^2}$ крайне мал, поэтому что бы произошли изменения в массе нужно огромное кол-во энергии.

E и m покоя.

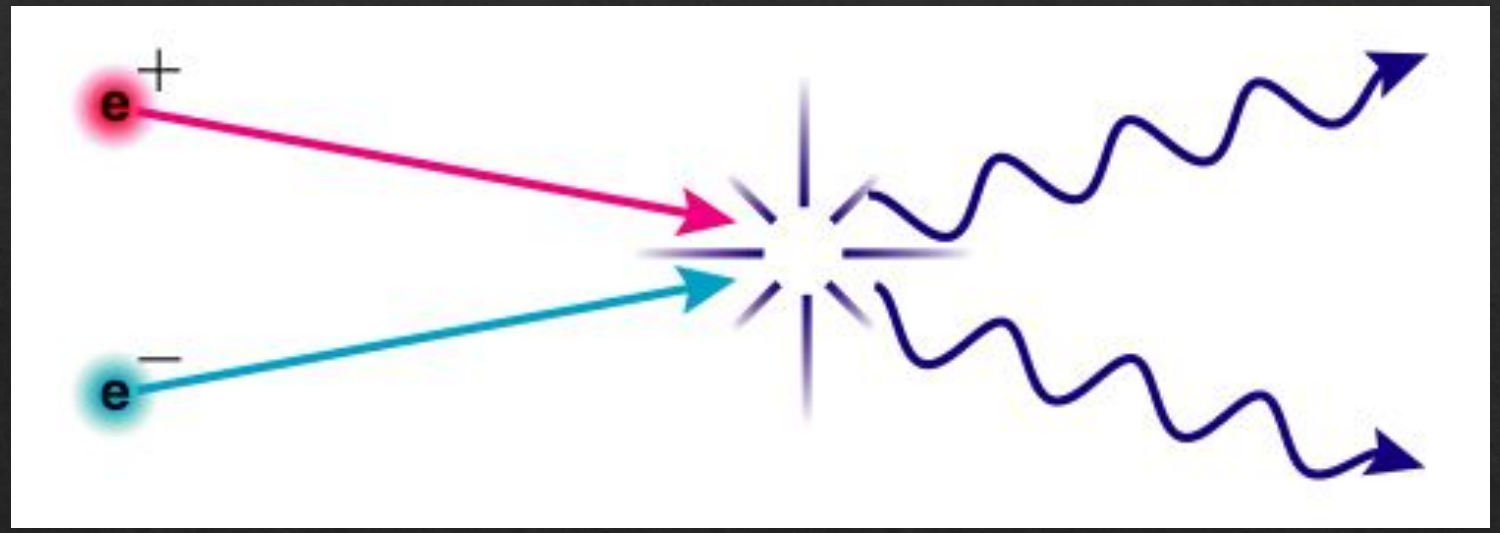
- Масса покоя тела – это масса тела, в системе отсчета, в которой тело находиться в состоянии покоя.
- Энергия покоя – это энергия свободно покоящегося тела (в данное понятие входят все виды энергии кроме кинетической и потенциальной)

- Любое существующее тело с самого начала имеет определенное кол-во энергии.

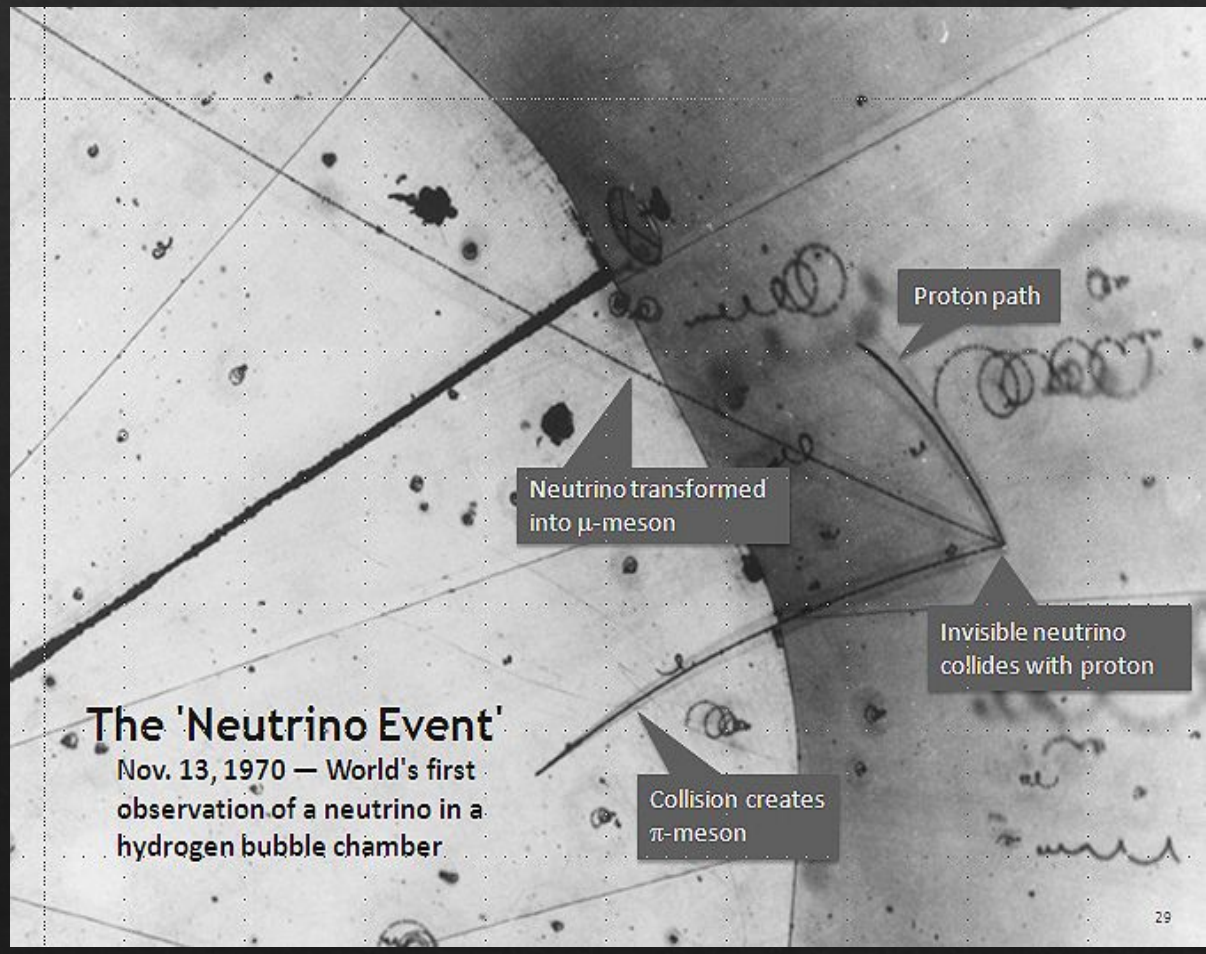
$E_0=m_0c^2$

Примеры перехода E_0 в $E_к$

- Аннигиляция пары: Частица-античастица.



- В XX веке была открыта частица под названием нейтрино. Он образуется во время бета-распада и взаимодействует с материй настолько плохо, что не один регистратор просто технически не мог зарегистрировать данную частицу. До его открытия Джеймсом Чедвиком в 1932 многие ученые ставили под вопрос истинность теории относительности и законы сохранения в целом, во второй раз нейтрино был обнаружен лишь в 1970 году.



Относительность времени.

Относительность одновременности.

- В СТО не существует понятия «абсолютная одновременность», это ясно видно при проведении такого опыта: космонавт находящийся на земной орбите, отправит запрос космонавту находящемуся на Марсе, пока запрос дойдёт до Марса пройдёт 10 минут, пока космонавт отправит ответ пройдёт ~5 минут, и на обратный путь ответ потратит 10 минут, в итоге ответ будет относиться к прошлому, но в границах земного пространства отрезок времени между получением и передачей можно не учитывать.

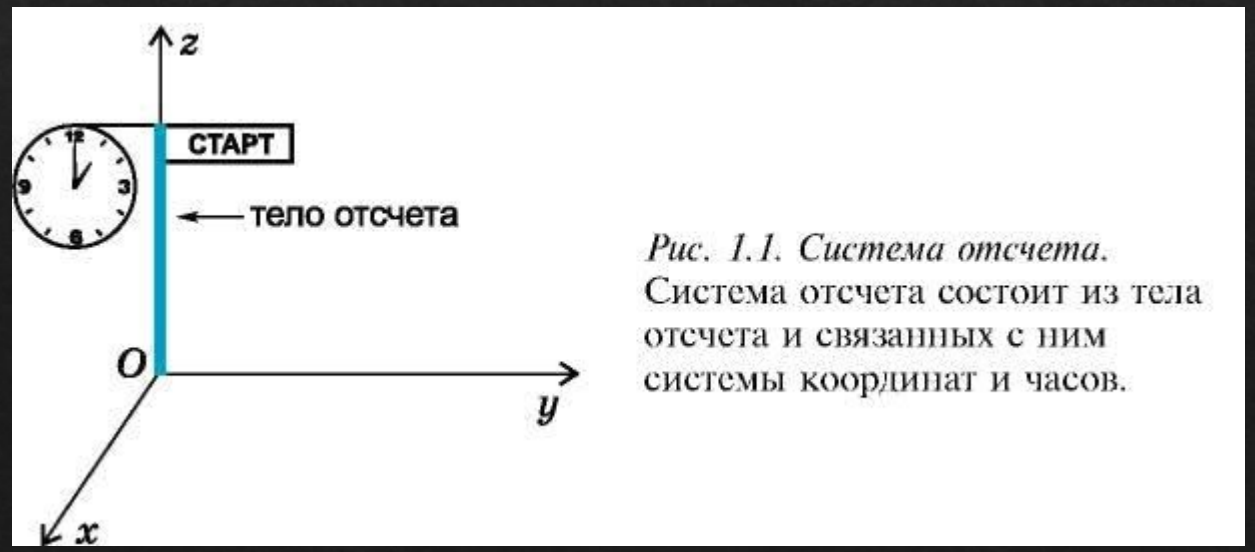


Рис. 1.1. Система отсчета. Система отсчета состоит из тела отсчета и связанных с ним системы координат и часов.

- Самый простой опыт доказывающий относительность времени, можно делать каждую ночь просто смотря на небо. Многие звёзды которые мы видим, или космонавты они давным-давно прекратили своё существование, но свет от них до сих пор озаряет наш небосклон.

- При всех этих явлениях создать часы которые были бы справедливы для всех систем отсчёта невозможно. Иными словами 2-а события одновременные в одной системе отсчёта никогда не будут одновременными в другой.

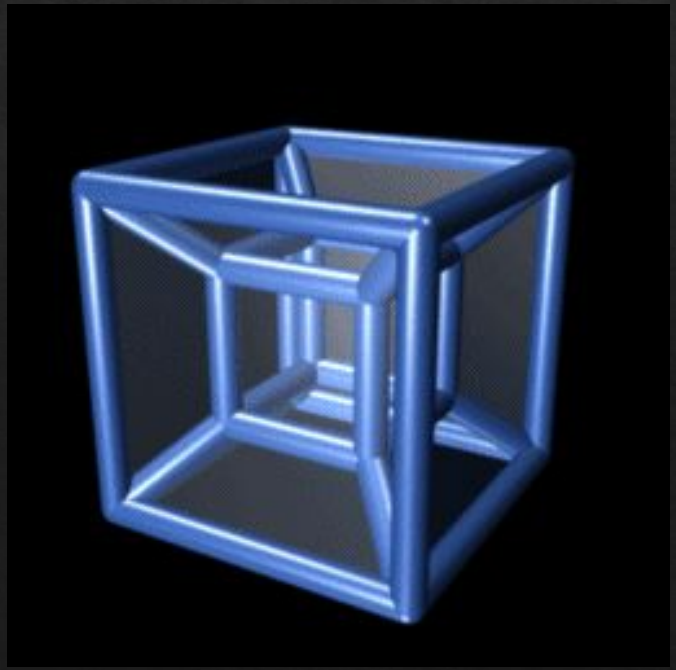
Однородность времени.

- Следует помнить, что не один миг во времени не может отличаться от другого, т.е. не один миг во времени не может дать начало новой привилегированной системе отсчета.

При движении тела или систем тел она сохраняет начальное кол-во энергии.

Время как 4-ое измерение.

- В рамках ОТО время рассматривается, как 4-ое измерение, также исходя из общей теории относительности можно утверждать, что время, можно искривлять, что теоретически возможно сделать при помощи сверхмощного гравитационного поля.
- С помощью некоторых опытов было экспериментально доказано, что время можно замедлить при помощи огромных скоростей таких как 3,4,5, космические скорости или же с помощью ультразвука.



Спасибо за внимание.