

Физика

Заболотникова Е.А. , do-nrk@mail.ru

Лекция

Тема: «Принципы специальной теории относительности»

# Специальная теория относительности. Постулаты теории относительности

Базовые термины:

Инерциальная система отсчета

Событие

Релятивистский эффект

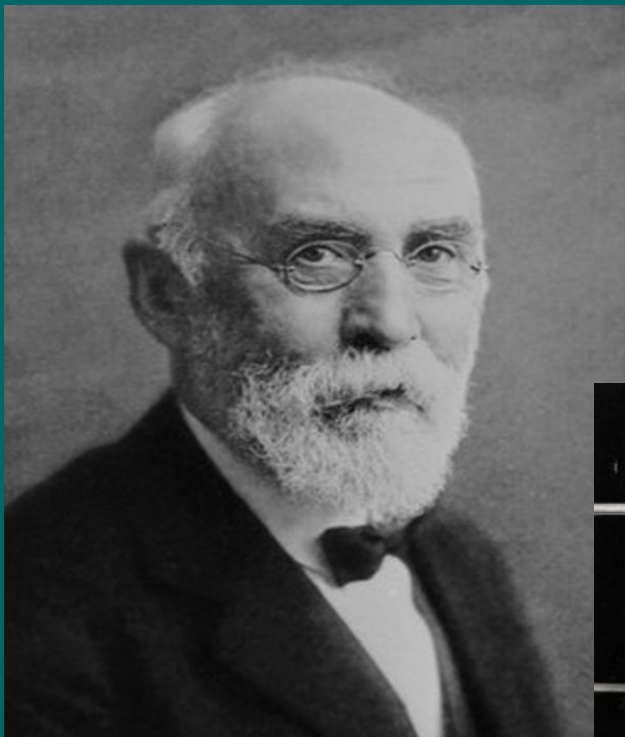
Понятие постулата в науке

# СТО

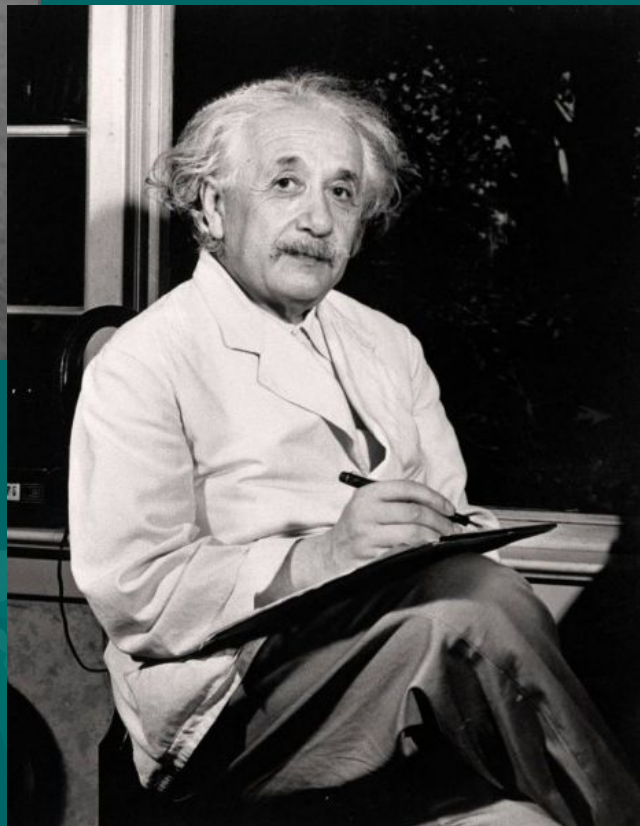
- **Специальная теория относительности (СТО) — теория, описывающая движение, законы механики и пространственно-временные отношения при произвольных скоростях движения, меньших скорости света в вакууме, в том числе близких к скорости света. В рамках специальной теории относительности классическая механика Ньютона является приближением низких скоростей. Обобщение СТО для гравитационных полей называется общей теорией относительности.**
- **Описываемые специальной теорией относительности отклонения в протекании физических процессов от предсказаний классической механики называют релятивистскими эффектами, а скорости, при которых такие эффекты становятся существенными, — релятивистскими скоростями.**

# Из истории СТО.

Специальная теория относительности была разработана в начале XX века усилиями Г. А. Лоренца, А. Пуанкаре, А. Эйнштейна и других учёных. Экспериментальной основой для создания СТО послужил опыт Майкельсона. Его результаты оказались неожиданными для классической физики своего времени: независимость скорости света от направления (изотропность) и орбитального движения Земли вокруг Солнца. Попытка интерпретировать этот результат в начале XX века вылилась в пересмотр классических представлений, и привела к созданию специальной теории относительности.



Г.А. Лоренц



А. Эйнштейн



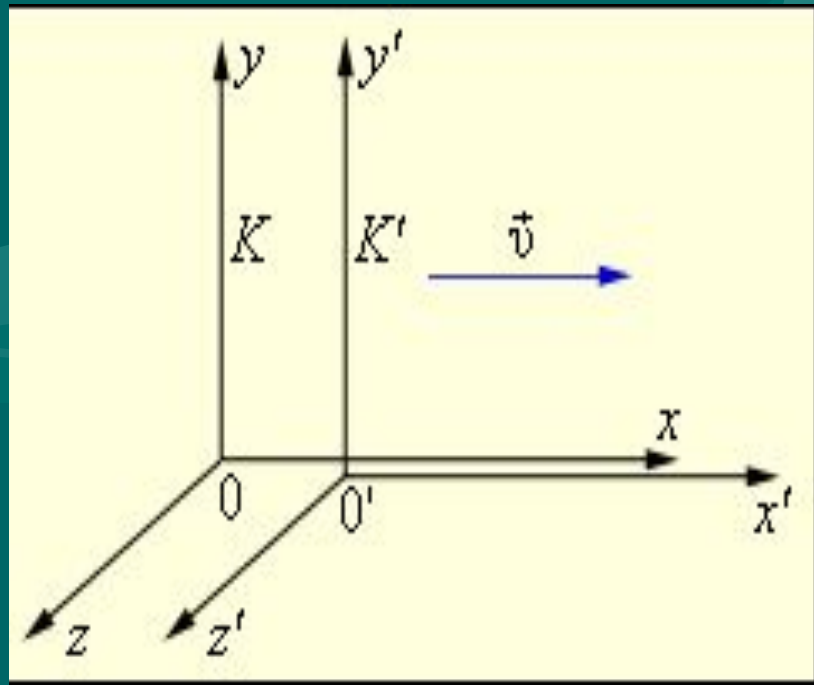
Анри Пуанкаре

При движении с околосветовыми скоростями видоизменяются законы динамики. Второй закон Ньютона, связывающий силу и ускорение, должен быть модифицирован при скоростях тел, близких к скорости света. Кроме этого, выражение для импульса и кинетической энергии тела имеет более сложную зависимость от скорости, чем в нерелятивистском случае.

# Основные понятия СТО.

- Система отсчёта представляет собой некоторое материальное тело, выбираемое в качестве начала этой системы, способ определения положения объектов относительно начала системы отсчёта и способ измерения времени. Обычно различают системы отсчёта и системы координат. Добавление процедуры измерения времени к системе координат «превращает» её в систему отсчёта.
- Инерциальная система отсчёта (ИСО) — это такая система, относительно которой объект, не подверженный внешним воздействиям, движется равномерно и прямолинейно.
- **Событием** называется любой физический процесс, который может быть локализован в пространстве, и имеющий при этом очень малую длительность. Другими словами, событие полностью характеризуется координатами  $(x, y, z)$  и моментом времени  $t$ .

Обычно рассматриваются две инерциальные системы  $S$  и  $S'$ . Время и координаты некоторого события, измеренные относительно системы  $S$  обозначаются как  $(t, x, y, z)$ , а координаты и время этого же события, измеренные относительно системы  $S'$ , как  $(t', x', y', z')$ . Удобно считать, что координатные оси систем параллельны друг другу и система  $S'$  движется вдоль оси  $x$  системы  $S$  со скоростью  $v$ . Одной из задач СТО является поиск соотношений, связывающих  $(t', x', y', z')$  и  $(t, x, y, z)$ , которые называются преобразованиями Лоренца.





Понятие постулата в науке

Постулат в физической теории играет ту же роль, что и аксиома в математике.

Это – основное положение, которое не может быть логически доказано. В

физике постулат есть результат обобщения опытных фактов.

# Постулаты специальной теории относительности Эйнштейна

## Постулат 1 Принцип относительности:

Все законы природы инвариантны по отношению к переходу от одной инерциальной системы отсчета к другой (протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета)

Это означает, что во всех инерциальных системах физические законы (не только механические) имеют одинаковую форму. Таким образом, принцип относительности классической механики обобщается на все процессы природы, в том числе и на электромагнитные. Этот обобщенный принцип называют принципом относительности Эйнштейна.

## Постулат 2 Принцип постоянства скорости света:

Скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

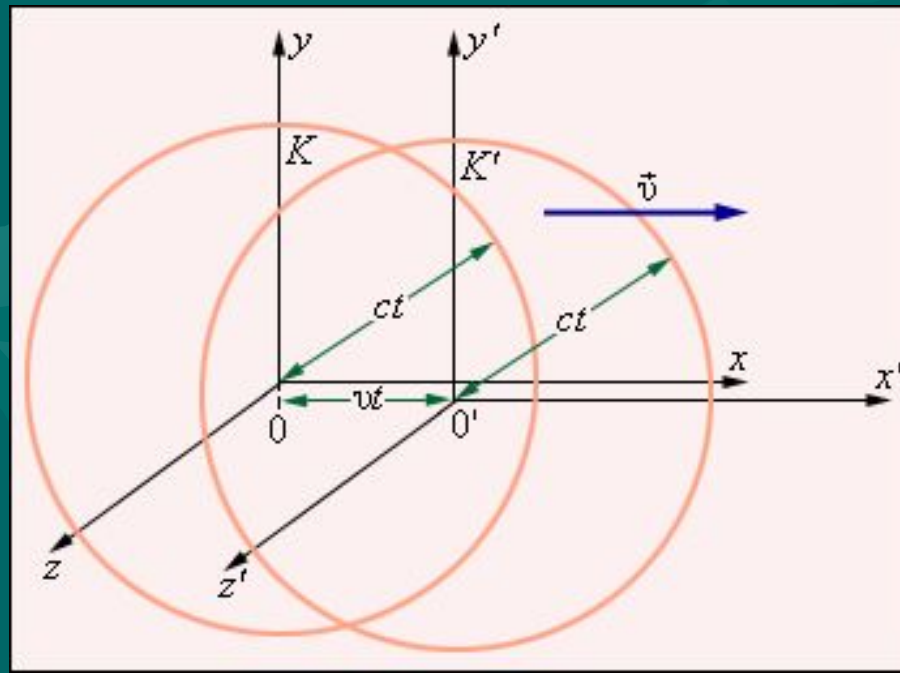
Скорость света в СТО занимает особое положение. Это предельная скорость передачи взаимодействий и сигналов из одной точки пространства в другую.

# СТО.

СТО позволила разрешить все проблемы «доэйнштейновской» физики и объяснить «противоречивые» результаты известных к тому времени экспериментов в области электродинамики и оптики. В последующее время СТО была подкреплена экспериментальными данными, полученными при изучении движения быстрых частиц в ускорителях, атомных процессах, ядерных реакций и т. п.

# Пример.

В момент времени  $t = 0$ , когда координатные оси двух инерциальных систем  $K$  и  $K'$  совпадают, в общем начале координат произошла кратковременная вспышка света. За время  $t$  системы сместятся относительно друг друга на расстояние  $vt$ , а сферический волновой фронт в каждой системе будет иметь радиус  $ct$ , так как системы равноправны и в каждой из них скорость света равна  $c$ . С точки зрения наблюдателя в системе  $K$  центр сферы находится в точке  $O$ , а с точки зрения наблюдателя в системе  $K'$  он будет находиться в точке  $O'$ .



# Объяснение противоречий.

На смену галилеевых преобразований СТО предложила другие формулы преобразования при переходе из одной инерциальной системы в другую — так называемые преобразования Лоренца, которые при скоростях движения, близких к скорости света, позволяют объяснить все релятивистские эффекты, а при малых скоростях ( $v \ll c$ ) переходят в формулы преобразования Галилея. Таким образом, новая теория (СТО) не отвергла старую классическую механику Ньютона, а только уточнила пределы ее применимости. Такая взаимосвязь между старой и новой, более общей теорией, включающей старую теорию как предельный случай, носит название принципа соответствия.

Больше читайт

физику



и счастье улыбнется вам