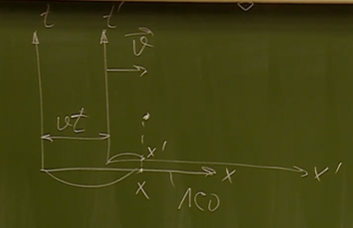
Теория (школа).

Теория (общий курс).

**Частная (специальная) теория относительности**.

**Преобразования Лоренца**.

Рассмотрим две системы отсчета - лабораторную систему отсчета и движущуюся вдоль оси систему отсчета .

В отличии от классического преобразования, в СТО добавляется множитель – (Лоренц-фактор).

Переходя к единицам скорости, можно записать , тогда

Иначе говоря, мы можем говорить о скорости как о величине , и чтобы получить реальную скорость нужно умножить ее на скорость света .

При переходе с 4-мерной системе координат делаем единую единицу измерения для каждой оси. Время будем измерять в единицах длины

Метр времени – время, за которое свет проходит расстояние в 1м. Тогда

Что значит скорость в таких координатах?

Скорость света в СТО является инвариантом, т.е. не зависит от выбора ИСО (инерциальной системы отсчета). Это опытный факт. В современной физике также инвариантной считается масса.

Еще один инвариант – интервал в 4-х мерном пространстве.

**Интервал**.

Событие – это набор координат:

Интервал между событиями вводим по правилу:

Пусть имеем два события

Тогда в новой системе интервал запишется в виде

Раскрываем квадрат и сокращаем

Т.е. интервал действительно является инвариантом.

**Сокращение длины**.

Длина движущегося предмета — это расстояние между двумя точками начала и конца предмета, измеренное в один момент времени (**одновременно**). Определение играет существенную роль.

Одновременно, значит .

**Замедление времени** вдвижущейся системе отсчета относительно неподвижной (лабораторной).

Обратное преобразование Лоренца:

Рассмотрим частицу, покоящуюся в движущейся системе отчета.

- собственное время системы, где частица покоится, – время в неподвижной системе

**Относительность одновременности**. Если в одной системе события произошли одновременно, то в других это может быть не так.

Пусть два события одновременны в наше лабораторной системе отсчета, т.е. .

Если , т.е. в движущейся системе второе событие произошло раньше первого

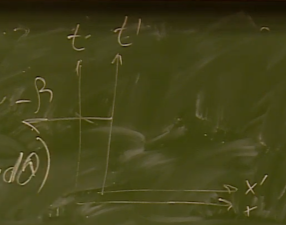
На языке интервалов

Пространственная часть перевешивает временную – пространственно-подобный интервал. Относительность одновременности проявляется у событий, разделенных пространственно-подобным интервалом.

Если – времени-подобный интервал. Например, если частица покоится в движущейся системе интервал будет времени-подобным.

Нулевой интервал:

Т.е. движение происходит со скоростью света. Для таких объектов преобразование Лоренца перестает работать ().

**Закон сложения скоростей**.

Пусть система двигается относительно лабораторной со скоростью

Пусть

Т.е. скорость света ни с чем не складывается.

Если

**Закон Ньютона** остается в силе, но в виде производной от импульса.

и теперь

Введем обозначение

**Энергия частицы**.

Мощность

При энергия называется энергией покоя. В этом случае .

Кинетическая энергия

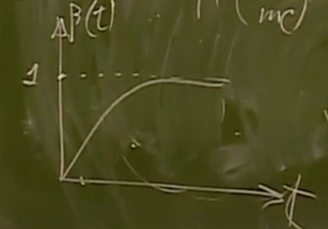
Пусть

**Энергетический инвариант**.

Найдем разность квадратов этих величин

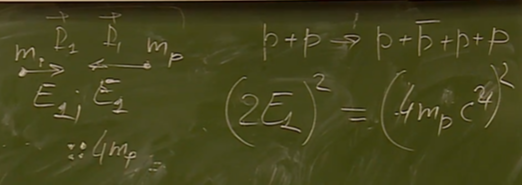
Для одной частицы получили

Для фотона

**Пример**. Релятивистская частица движется под действием постоянной силы

Импульс увеличивается неограниченно.

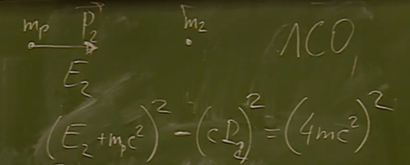
Скорость ограничена в росте.

**Пример**. Рассмотрим столкновение двух протонов, налетающих друг на друга с одинаковой по модулю скоростью. Для систем частиц инвариант переписывается в виде:

Сначала рассмотрим случай системы центра масс, когда движение частиц встречное (ускоритель на встречных пучках).

До столкновения .

Такой энергией должны обладать частицы в пучке. Это полная энергия, для нахождения кинетической энергии нужно вычесть энергию покоя

Теперь рассмотрим случай, когда один протон покоится, а другой налетает на него.

Теперь до удара

Это инвариант, не зависящий от системы отсчета, так что его значение будет таким же, как в первом случае

Это означает, что в обычном ускорителе нужно в шесть раз больше энергии, чтобы разогнать протоны до нужных скоростей.