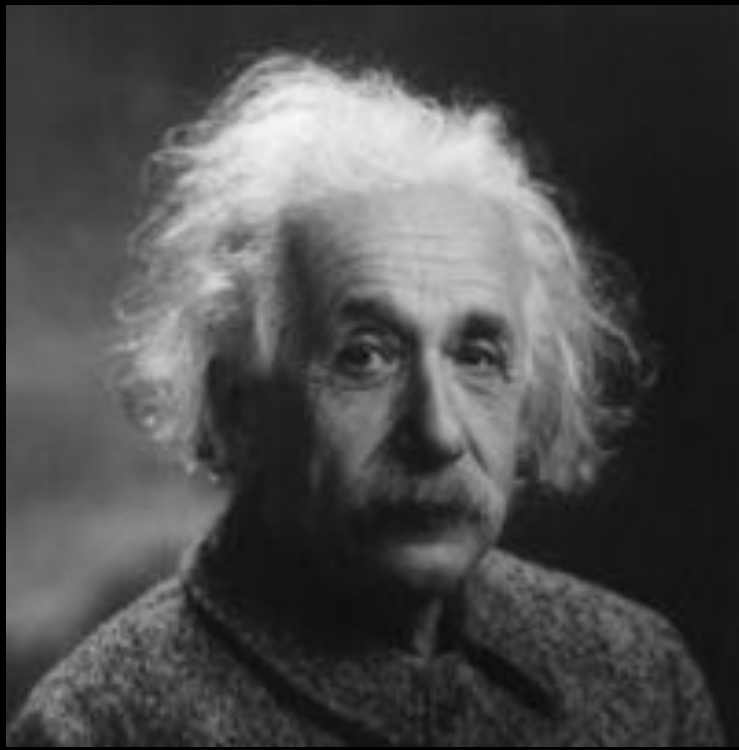


# ПРЕЗЕНТАЦИЯ ОТКРЫТОГО ЛЕКЦИОННОГО ЗАНЯТИЯ

«Парадоксы теории  
относительности»

Учитель: Пекарская Ольга Анатольевна



Одной из теорий, которые все  
больше усложняют  
жизнь многим физикам, стала

Специальная Теория Относительности А. Эйнштейна  
с ее релятивистскими эффектами и  
возникающими в связи с ними парадоксами.

Эта теория не только не прояснила  
вопрос о действительных физических и геометрических свойствах пространства,  
но, кажется, только еще больше его запутала, создав некоего мутанта под названием  
*"Четырехмерное Пространство-Время"*.

# Парадокс Близнецов

Но с точки зрения  $A$ , это  $B$  вместе с Землей движется относительно  $A$ , и это время  $B$  должно замедляться, т.е.  $B$  оказывается моложе  $A$ .

Данный парадокс объясняется тем, что система отсчета космонавта  $A$  не является инерциальной – он испытывает ускорения, что естественно делает ситуацию несимметричной.

Парадокс связан с формулой  $T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  релятивистский эффект замедления времени так как  $A$  движется в ИСО с околосветовой скоростью,  $T$  – интервал времени в движущейся системе отсчета,  $T_0$  – в неподвижной. его время относительно  $B$  замедляется, и по возвращении на Землю близнец  $A$  оказывается моложе близнеца  $B$ .

# Парадокс Близнецов

Пусть космонавты-близнецы А и В отправляются с неподвижной космической станции С одновременно с одинаковыми скоростями в противоположных направлениях, пролетают одинаковое расстояние и возвращаются на С. Кто из них окажется моложе?

Дабы избежать упреков в том, что системы отсчета космонавтов не являются находящимися на одинаковом расстоянии от С, не тормозят и не разворачиваются, а пошлют друг другу радиосообщение, в котором укажут свой возраст. Разумеется, на преодоление расстояния от одного корабля до другого радиосигналу потребуется некоторое время, и каждый космонавт получит сообщение от другого гораздо позже, чем отправит свое. Но в полученном А сообщении будет указан возраст В такой же, каким был возраст А, когда он отправлял свое сообщение, а в полученном В сообщении будет указан возраст А такой же, каким был возраст В в момент отправки его сообщения. Т.е. в обоих сообщениях будет указан *одинаковый* возраст.

# Поезд Эйнштейна

Представим, что некий поезд проходит мимо вокзала с постоянной скоростью  $V$

На поезде, в его середине, находится импульсный излучатель света  $O'$ , а в начале и конце — приемники излучения  $A$  и  $B$ , при этом  $AO' = O'B$ .

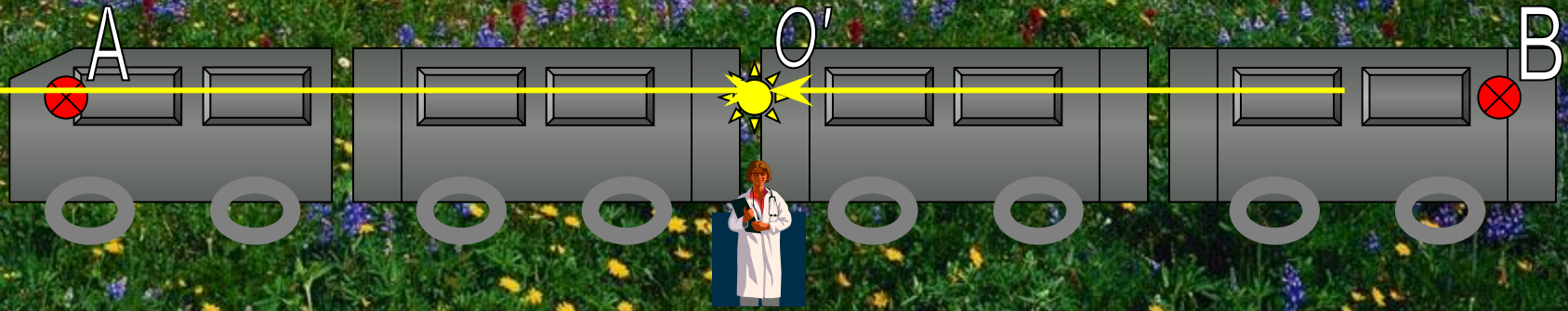
**В момент, когда  $O'$  поравнялся со стоящим на перроне вокзала наблюдателем  $O$ , излучатель испускает импульс света. В поезде, вследствие равенства расстояний  $AO'$  и  $O'B$ , приемники  $A$  и  $B$  примут световые сигналы одновременно.**



# Поезд Эйнштейна

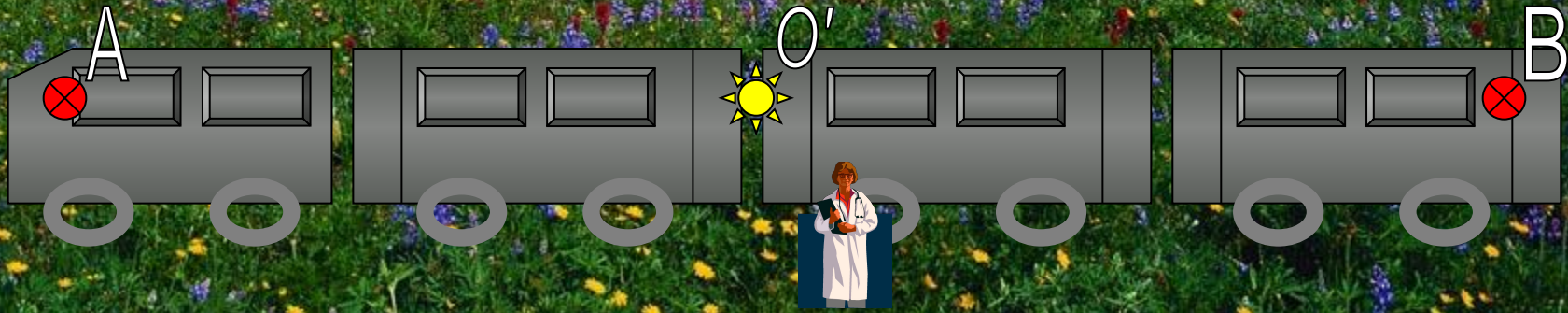
Несколько иначе дело обстоит с точки зрения наблюдателя  $O$  на перроне. В его системе отсчета свет также распространяется во всех направлениях со скоростью  $c$ . Но пока свет доходил до приемников на поезде, хвост поезда переместился к наблюдателю, а голова поезда — от наблюдателя, так что интервалы времени распространения света до  $A$  и  $B$  вовсе не одинаковы:

до  $B$  — меньше, а до  $A$  — больше



# Поезд Эйнштейна

А если в поезде находятся бо́льшие механические часы? Очевидно, все так же. Данный мысленный эксперимент показывает, что время на задней стене А вагона идет быстрее, чем на перроне, т.к. часы светом от источника пробегают меньшее расстояние соответственно за меньшее время. Интересно, как это согласуется с релятивистским эффектом замедления времени? Следовательно, по наблюдению с перрона, на стене А вагона время  $t_0$  наступило раньше, а на стене В – позже. Т.е. на стене А время идет ускоренно, а на стене В – замедленно. Интересно, как практически может существовать физическое тело, в каждой точке которого время течет по-разному, или все точки которого находятся в разном времени – каждая в своем?





# Инвариантность времени.

Вообще, утверждение, что в движущейся ИСО часы рассинхронизируются, означает именно то, что все точки движущейся целой структуры, основанной на причинно-следственных закономерностях, находятся в разном времени.

Инвариантность времени следует из инвариантности скорости света — следствие после причины наступает не раньше и не столько требуется фундаментальному сигналу, для прохождения расстояния от причины до следствия.

# Лоренцевское Сокращение Длины

Пусть есть две инерциальные системы отсчета –  $S'$  и  $S$ . В системе  $S'$  жесткий стержень длиной  $Dx'$  покоится вдоль оси  $x'$  со скоростью  $v$ . Чтобы измерить длину стержня в любой инерциальной системе, относительно которой стержень движется вдоль продольной оси, нужно одновременно наблюдать его концы. Это – ключевое положение, непонимание

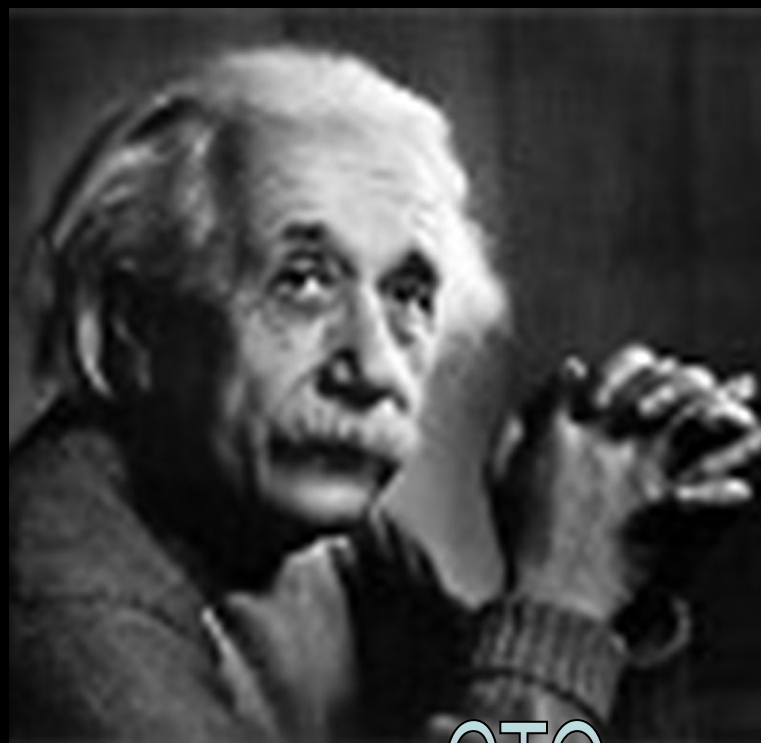
которого и приводит иногда к парадоксам.

$$L = L_0 * \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

# *Лоренцевское Сокращение Длины*

Все парадоксы сокращения длины связаны, конечно, с симметрией эффекта: если наблюдатель в  $S$  видит сокращение длины, то и наблюдатель в  $S'$  должен видеть то же самое. Из «парадоксов» СТО можно сделать важный вывод: какой бы результат ни получился путем корректных рассуждений в некоторой инерциальной системе отсчета, он является верным в любой другой инерциальной системе отсчета.

*При правильном использовании, СТО не допускает никаких «парадоксов».*



# Специальная теория относительности

А. Эйнштейна

значимость СТО в том, что она позволяет и рассчитывать параметры при скоростях, близких к скорости света, и, с другой стороны, объясняет переход к классическим законам.