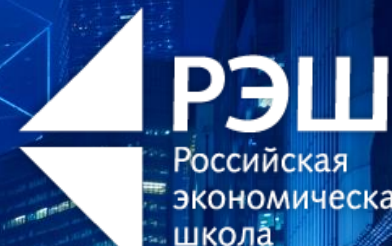


ОТКРЫТЫЕ ЛЕКЦИИ РЭШ

#ЛекторийРЭШ



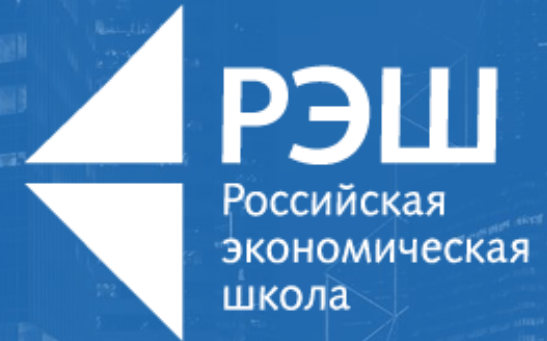
РЭШ
Российская
экономическая
школа



АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВ

**ЗАЧЕМ ЭКОНОМИСТУ ЗНАТЬ
ТЕОРИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
И КВАНТОВУЮ МЕХАНИКУ?**

МОСКВА 2020



ЦИКЛ ЛЕКЦИЙ
СОВМЕСТНОГО
БАКАЛАВРИАТА
РЭШ И ВШЭ

**БОЛЬШЕ, ЧЕМ
ЭКОНОМИКА**

#ЛекторийРЭШ

nes.ru

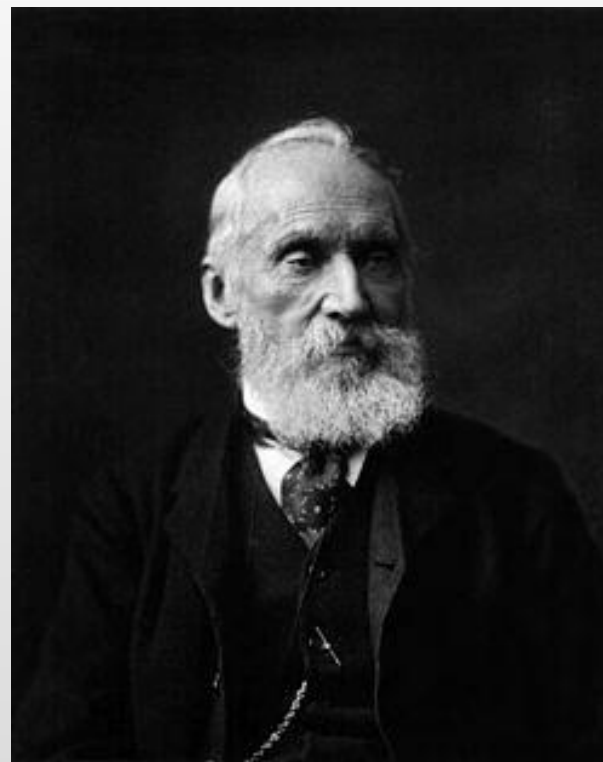
1. Физика к началу XX века.
2. Пространство и время в механике Галилея-Ньютона.
3. Возникшие противоречия.
4. Относительность одновременности.

Физика к началу XX века.

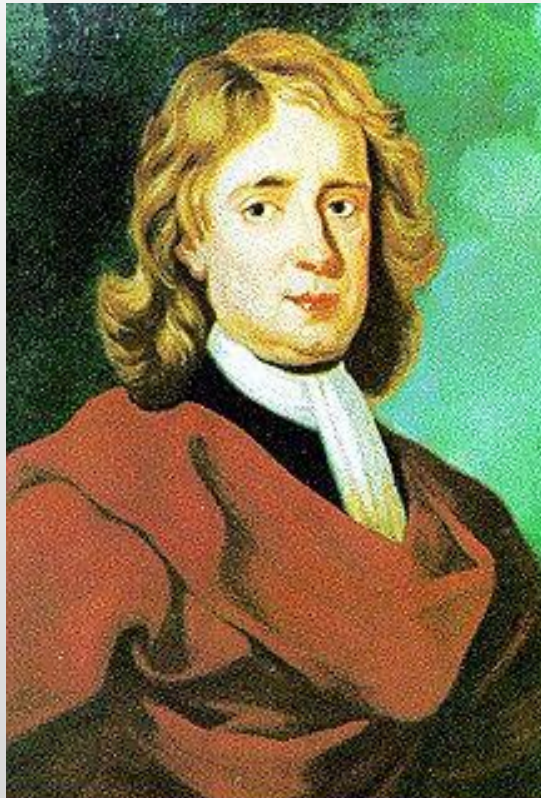
1900 г. «Красота и ясность динамической теории <...> в настоящее время омрачены двумя тучами».

1. Противоречия в теории эфира.
2. Противоречия в задаче об излучении абсолютно черного тела.

Из первой тучи возникла теория относительности, из второй – квантовая механика.

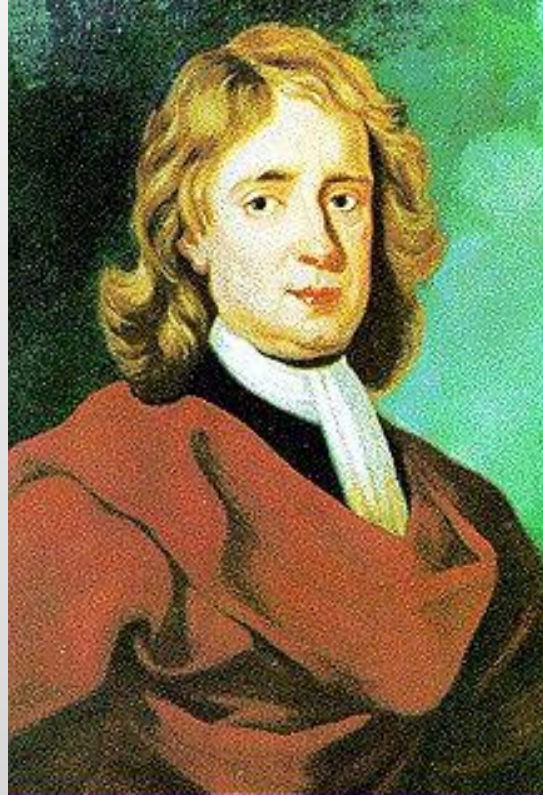


Уильям Томсон, лорд Кельвин





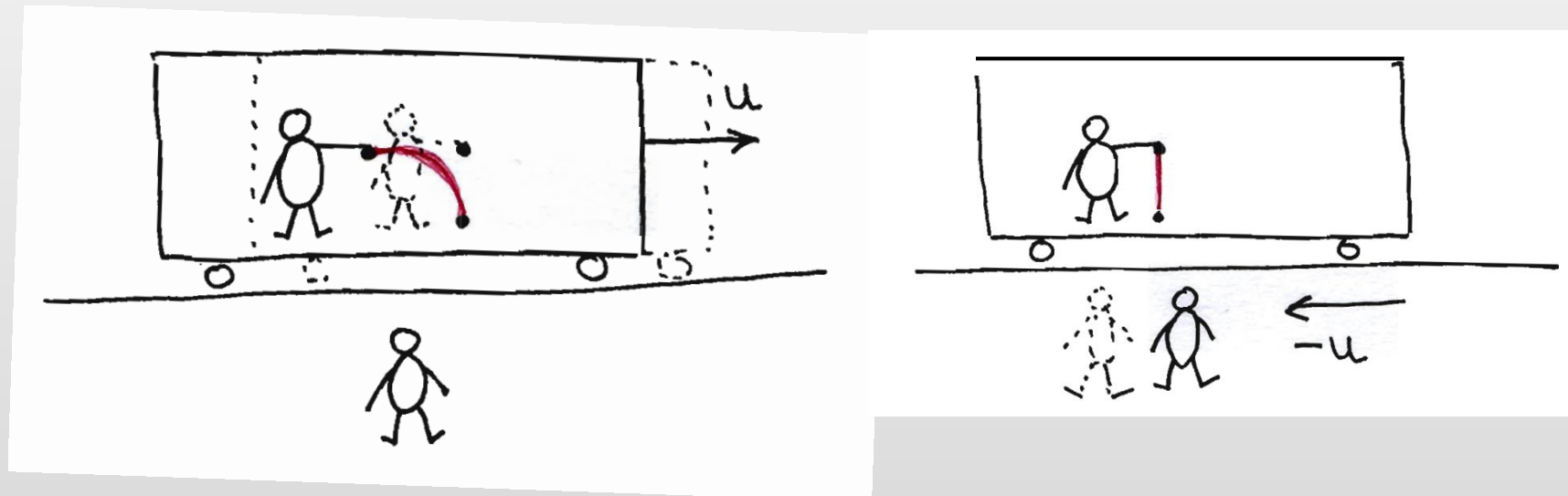
Галилео Галилей



Исаак Ньютон

Пространство и время в классической механике.

«механика описывает изменение положения тел в пространстве с течением времени» - что это значит?



По какой траектории летит камень – по прямой или по параболе?

С каждым из наблюдателей связываем систему координат и даем им одинаковые часы.

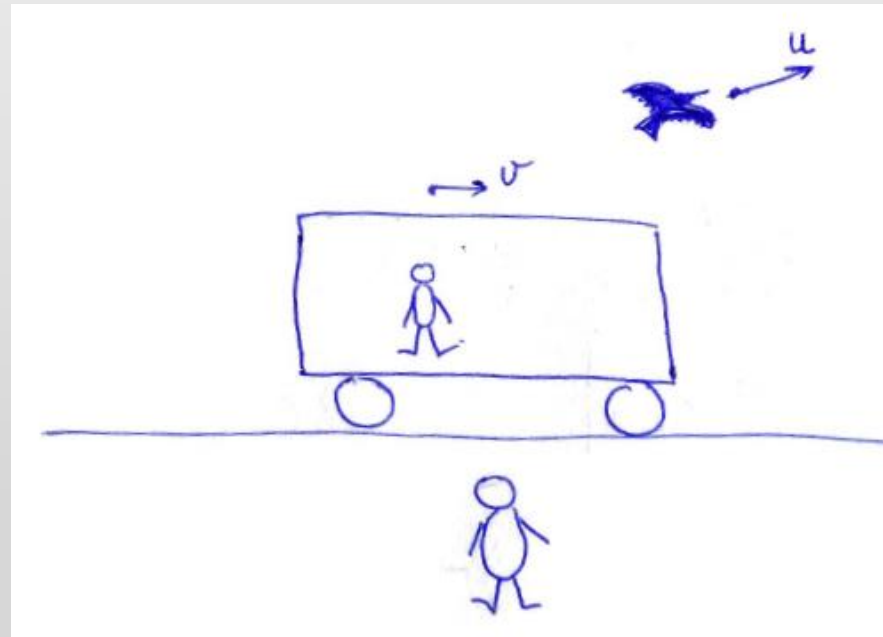
Основной закон механики Галилея-Ньютона – закон инерции:

Тело, достаточно удаленное от других тел, сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Относительно чего? Система отсчета, относительно которой выполняется закон инерции, называется инерциальной.

Если тело движется равномерно и прямолинейно относительно системы K , то оно движется равномерно и прямолинейно относительно системы K' , если K' движется равномерно и прямолинейно относительно K .

Значит, K' – тоже инерциальная система отсчета.



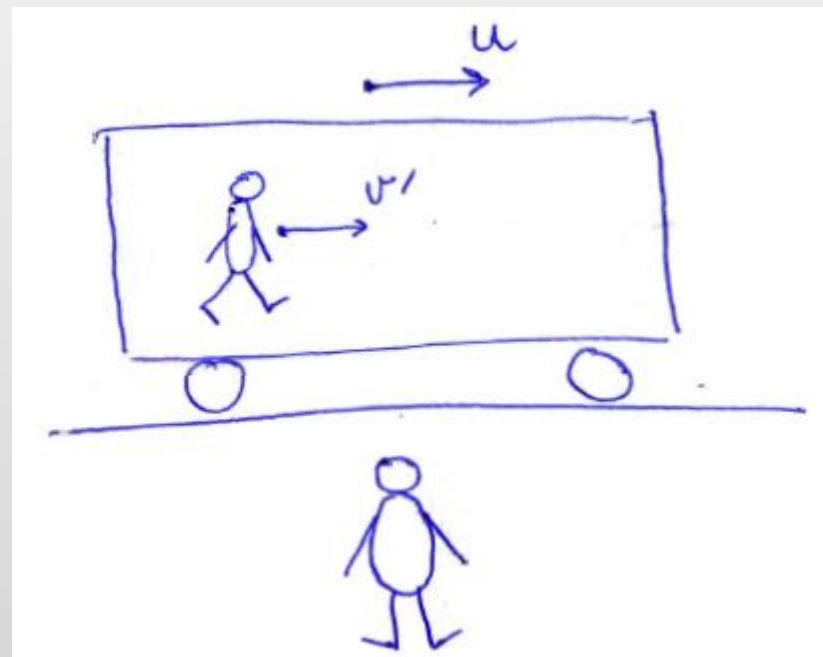
Принцип относительности:

Во всех инерциальных системах отсчета все законы природы выглядят одинаково.

Находясь внутри равномерно и прямолинейно движущегося вагона (самолета, корабля, и т. д.) никакими опытами нельзя определить его состояние движения (не выглядывая наружу).

Галилеевская формула преобразования скоростей.

$$v = v' + u$$





Скорость света.

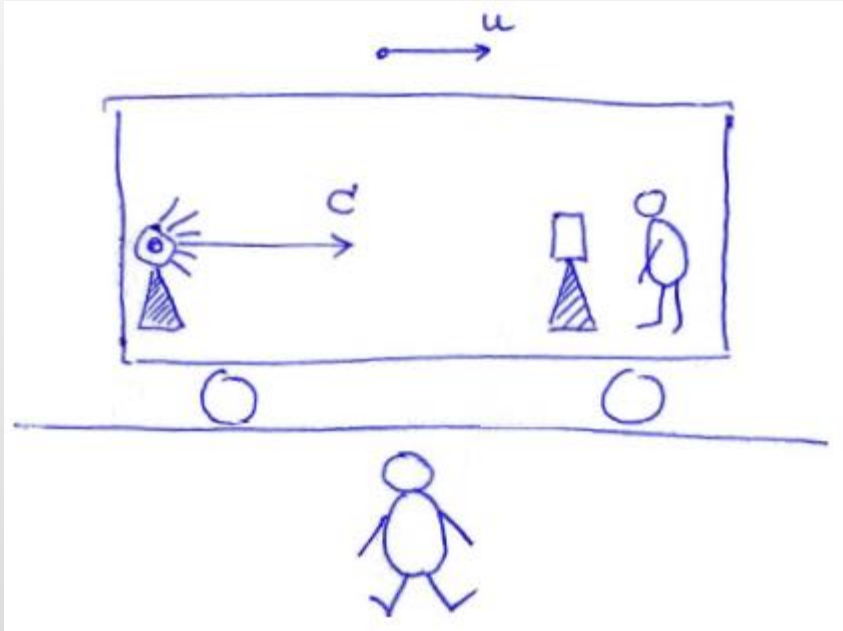
$$C = 300\,000 \text{ км/сек}$$

Из электродинамики Максвелла и многочисленных наблюдений следует, что скорость света постоянна и, в частности, не зависит от скорости источника.



Джеймс Клерк Максвелл

Измерение скорости вагона изнутри (?)



$$C' = C - U \quad ??$$

Закон постоянства скорости света противоречит принципу относительности?

Измерить скорость вагона изнутри не удаётся (опыт Майкельсона-Морли).



Создатели теории относительности



Хендрик Антон Лоренц



Анри Пуанкаре

И, конечно...





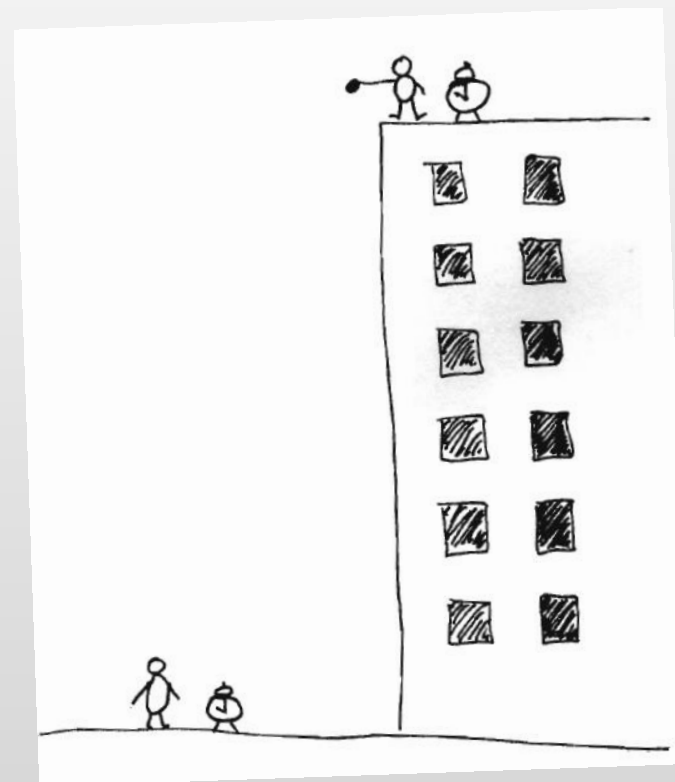
Альберт Эйнштейн

Два основных постулата теории относительности:

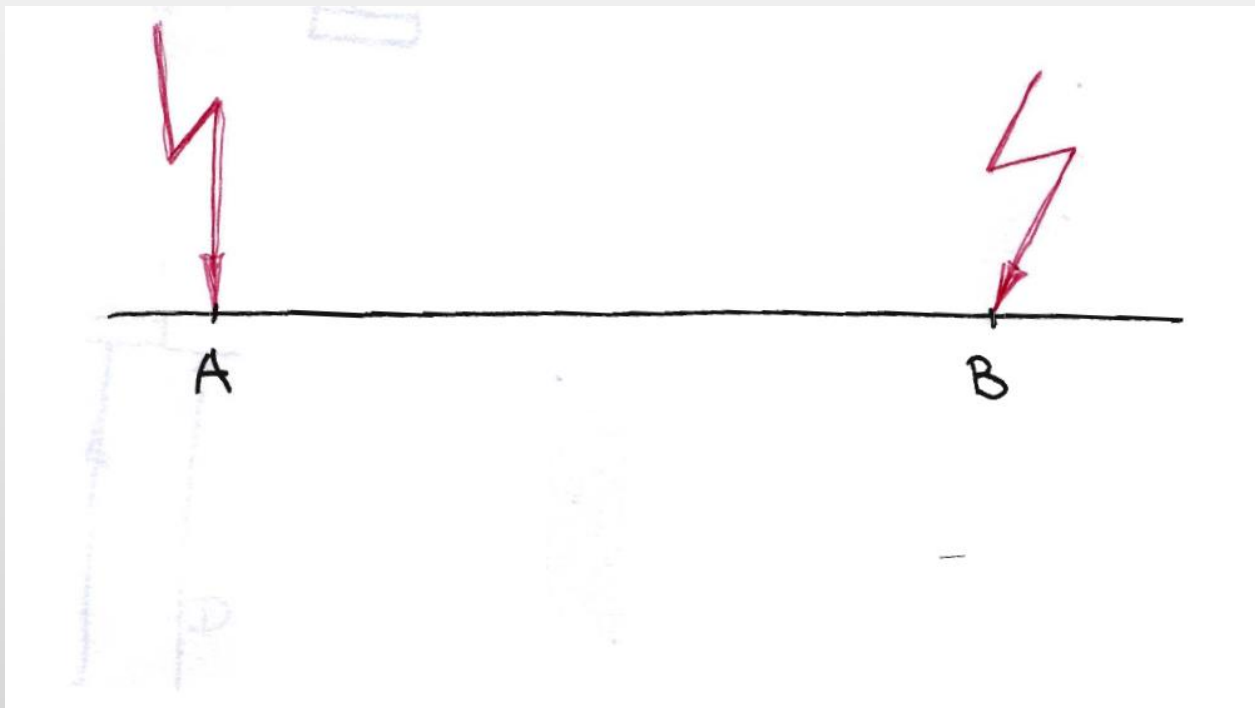
- 1. Принцип относительности.**
- 2. Скорость света в пустоте постоянна во всех инерциальных системах отсчета и равна одной и той же величине c (в частности, не зависит от скорости источника света).**

О понятии времени в физике.

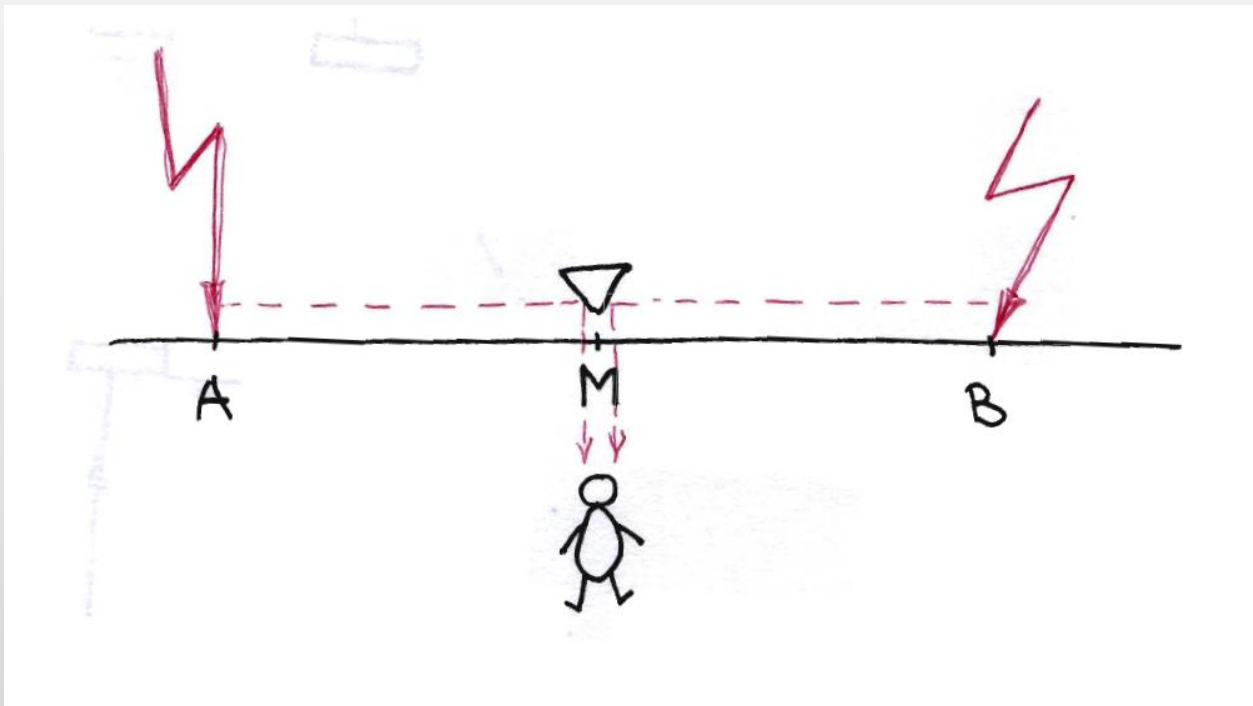
Практически для любого физического опыта необходимы синхронизированные между собой часы – такие, которые одновременно показывают одно и то же время.



Как установить, что два события произошли одновременно?

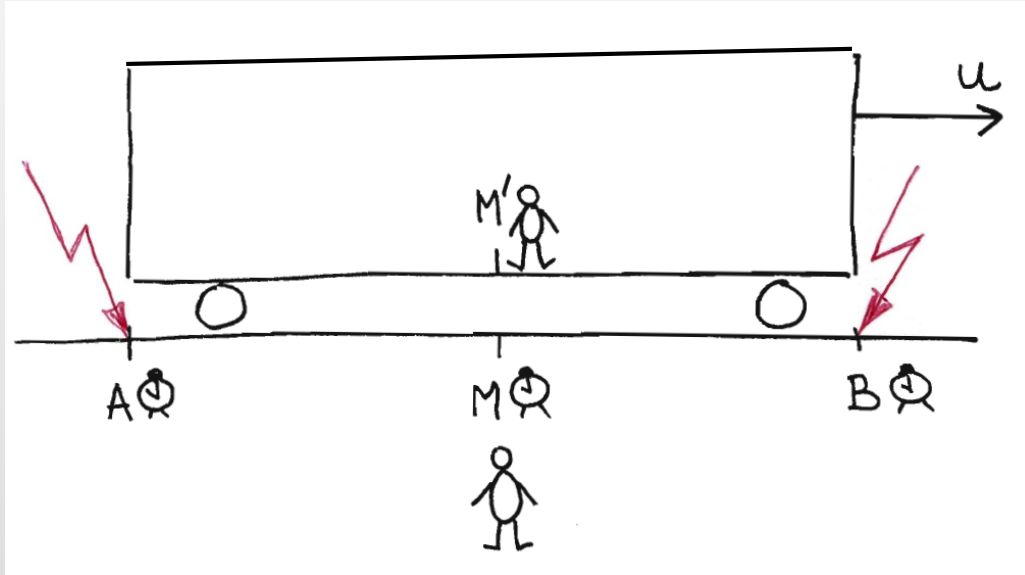


Как установить, что два события произошли одновременно?



Теперь можно повсюду расставить часы, стрелки которых одновременно (в смысле данного определения) показывают одинаковое время.

Относительность одновременности.



Молнии в А и В ударяют одновременно с точки зрения наблюдателя на насыпи. Одновременны ли удары с точки зрения наблюдателя в поезде?

Оказывается, что нет. Так что галилеевское правило сложения скоростей, очень может быть, - неправильное.

Относительность пространственного расстояния.

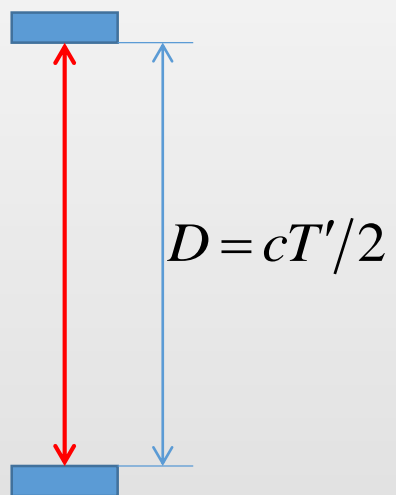
Рассмотрим два определенных места A' и B' в поезде и измерим расстояние между ними. Теперь измерим расстояние между ними, находясь на земле.

Это делается так - найдем точки A и B полотна, с которыми A' и B' совпадают в один и тот же определенный момент времени. Затем измерим расстояние AB с помощью линейки.

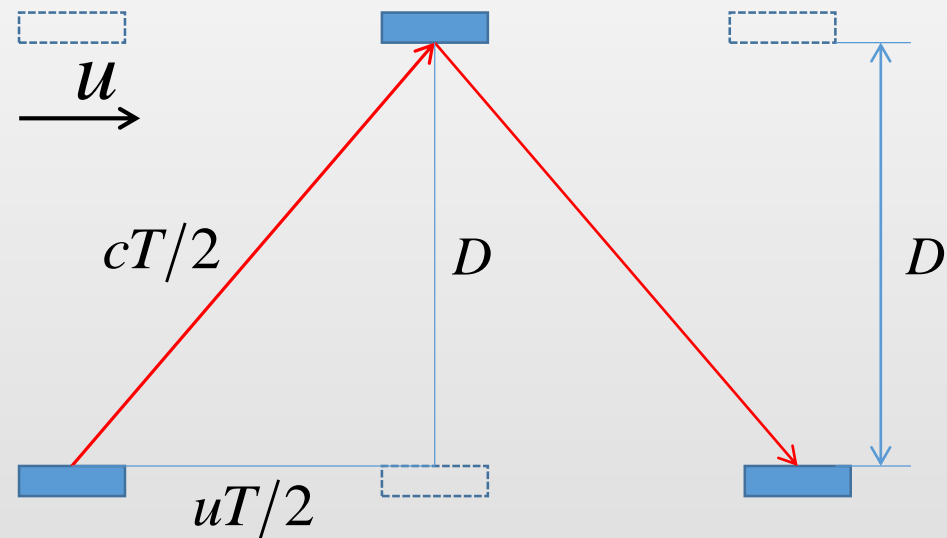
Совершенно не обязательно два полученных расстояния совпадают друг с другом.

Замедление хода часов

с.о. ракеты

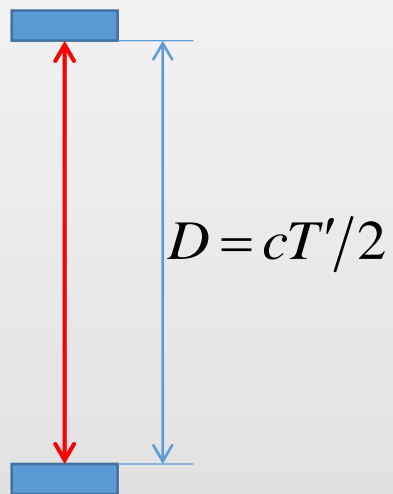


с.о. Земли

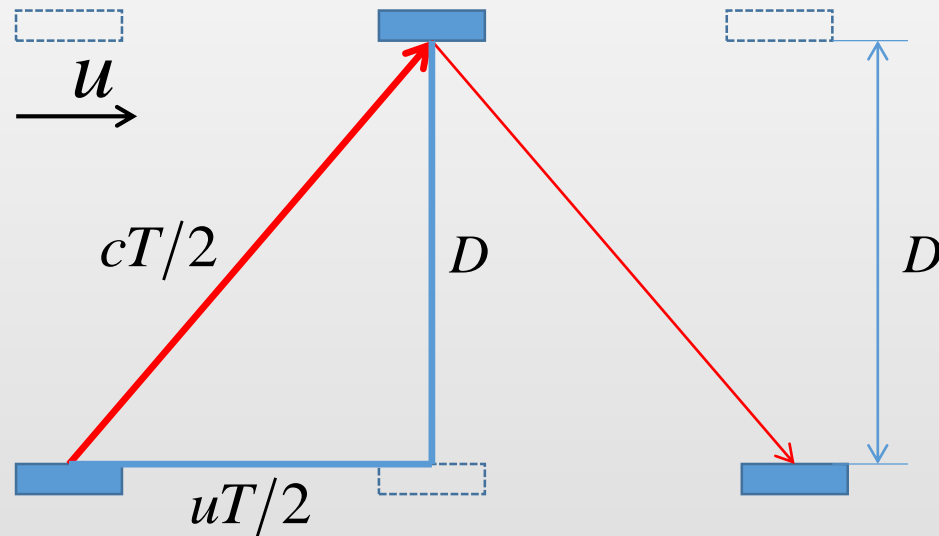


Замедление хода часов

с.о. ракеты



с.о. Земли



Теорема Пифагора:

$$(cT/2)^2 = (uT/2)^2 + D^2$$
$$(cT/2)^2 = (uT/2)^2 + (cT'/2)^2$$
$$T^2 (c^2 - u^2) = (cT')^2$$

$$T = \frac{T'}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**



#ЛекторийРЭШ

nes.ru

РОССИЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

www.nes.ru
lectorium@nes.ru

Яндекс Дзен

