

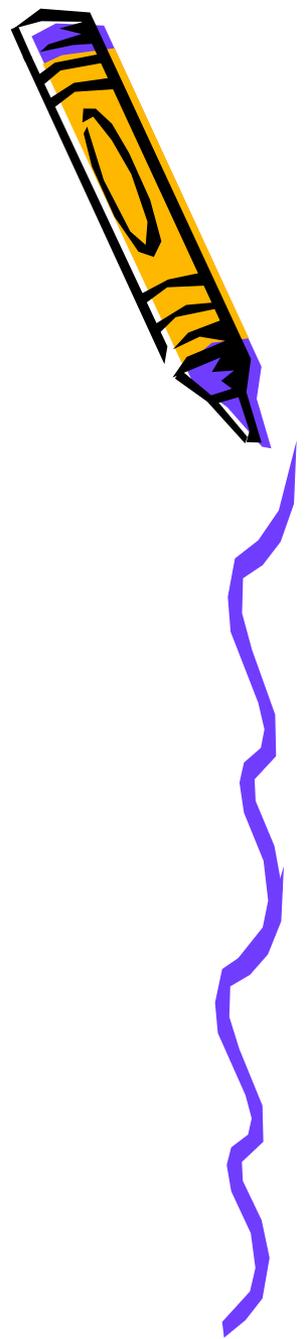


Теория относительности



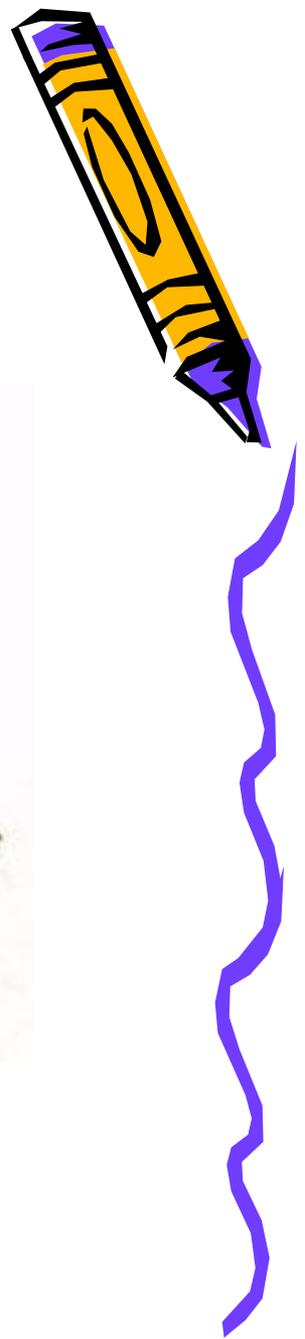
Содержание

- Несостоятельность теории Галилея
- Теории учёных
- Постулаты теории относительности А.Эйнштейна
- Релятивистский закон сложения скоростей
- Относительность расстояний
- Относительность одновременности
- Относительность промежутков времени
- Зависимость массы от скорости
- Связь между массой и энергией
- Масса элементарных частиц
- Релятивистский импульс тела
- Значение теории относительности



Несостоятельность теории Галилея

- Принцип относительности классической механики, установленный Г.Галилеем, утверждает, что все инерциальные системы отсчёта в механике равноправны. Поэтому равномерное и прямолинейное движение системы отсчёта не оказывает никакого влияния на ход механических процессов, протекающих в этой системе.



Теории учёных



- 1. Х. Лоренц объявил несостоятельным принцип относительности в применении к электромагнитным явлениям.
- 2. Г. Герц считал неправильным уравнения Максвелла и пытался изменить их таким образом, чтобы они при переходе от одной инерциальной системы к другой не менялись.
- 3. А. Эйнштейн отказывался от классических представлений о пространстве и времени. Считал, что нужно изменить законы механики, а не законы электродинамики Максвелла.



Герц
Генрих Рудольф
(1857—1894)



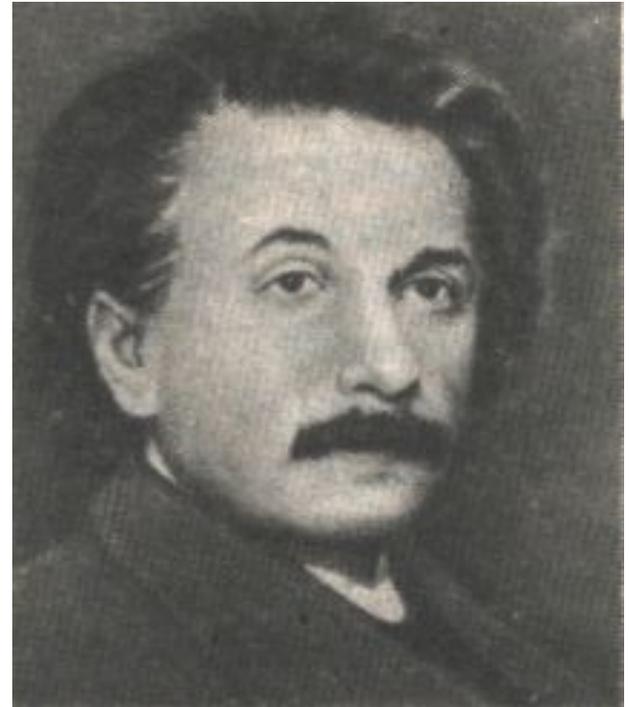
Эйнштейн
Альберт
(1879—1955)



Теория относительности А. Эйнштейна



- Первый постулат:
Принцип относительности - главный постулат теории относительности Эйнштейна - «все процессы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта».
- Второй постулат:
«Скорость света в вакууме одинакова для всех инерциальных систем отсчёта. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приёмника светового сигнала».



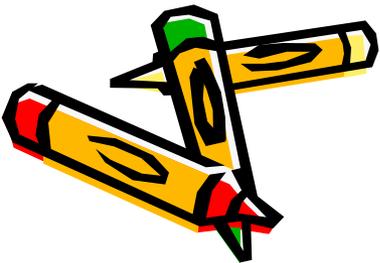
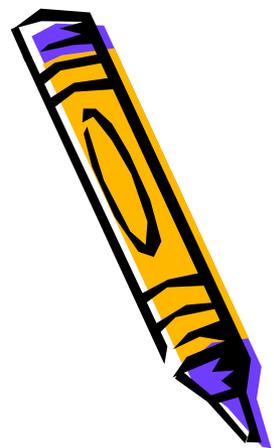
Релятивистский закон сложения скоростей

$$v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 v}{c^2}}$$

- Вывод: из релятивистского закона сложения скоростей следует, что скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника и является одновременно величиной постоянной и предельной: ничто не может двигаться быстрее скорости света в вакууме.

- Справедливость формулы подтверждена тем, что все вытекающие из неё следствия были проверены экспериментально.
- Если $v \ll c$ и $v_1 \ll c$, то $v v_1 / c^2$ можно пренебречь, следовательно $v_2 = v_1 + v$.

Результирующая скорость движения, вычисленная по релятивистскому закону будет совпадать со скоростью, вычисленной по формуле сложения скоростей, принятой в классической физике.

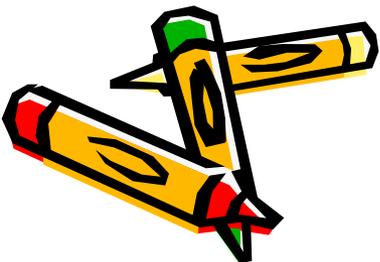
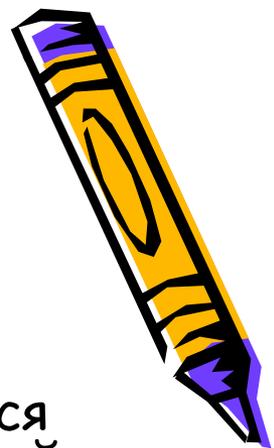


Относительность расстояний

$$l_1 = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

- Вывод: $L < L_1$
- В этом состоит релятивистское сокращение размеров тела в движущихся системах отсчёта.

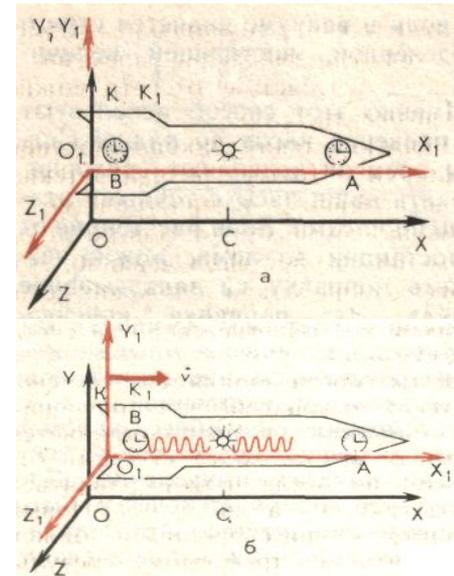
- Расстояние не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчёта.
- L -длина стержня в системе отсчёта K , относительно которой стержень покоится.
- L_1 -длина стержня в системе отсчёта K_1 , относительно которой стержень движется со скоростью V .



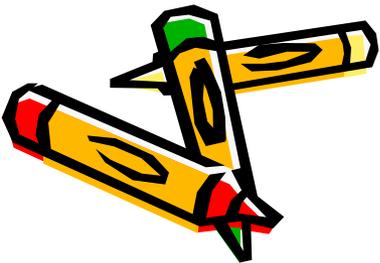
Относительность одновременности



- Одновременность пространственно разделённых событий относительна.
- Причиной относительности одновременности является конечность скорости распространения сигналов.
- Свет одновременно достигает точек сферической поверхности с центром в точке O только с точки зрения наблюдателя, находящегося в покое относительно системы K .
С точки зрения наблюдателя, связанного с системой K_1 свет достигает этих точек в разные моменты времени.



Часы на носу корабля удаляются от того места, где произошла вспышка света источника, и чтобы достигнуть часов A , свет должен преодолеть расстояние, большее половины длины корабля.



Относительность промежутков времени

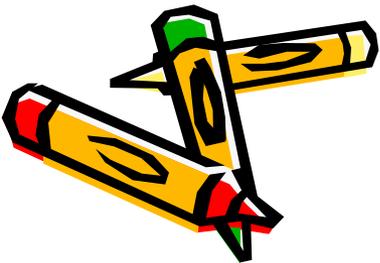
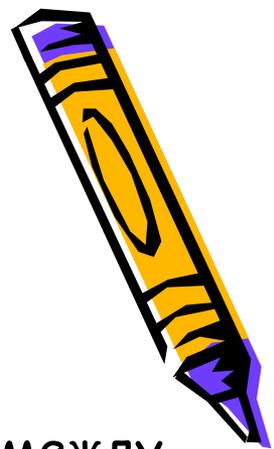
$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Вывод: $\tau > \tau_0$

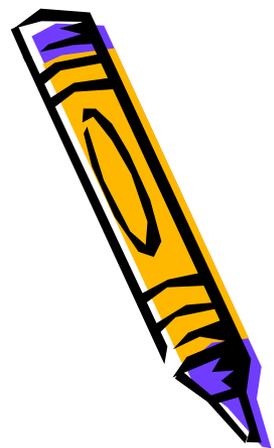
В этом состоит релятивистский эффект замедления времени в движущихся системах отсчёта.

τ_0 - интервал времени между двумя событиями, происходящими в одной и той же точке инерциальной системы.

τ - интервал между этими событиями в системе отсчёта K_1 , движущейся относительно системы K со скоростью V .



Зависимость массы от скорости



$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m_0 - масса покоящегося тела.

m - масса того же тела, но движущегося со скоростью v .

Вывод: $v > 0$, $m > m_0$

При увеличении скорости тела его масса не остается постоянной, а растёт.

Зависимость массы от скорости можно найти, исходя из предположения, что закон сохранения импульса справедлив и при новых представлениях о пространстве и времени.



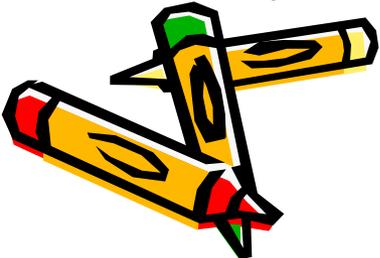
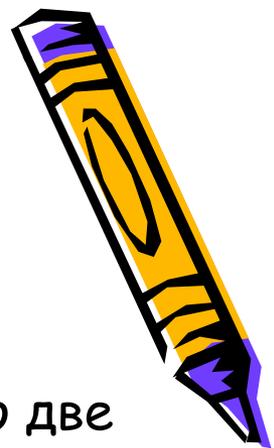
Связь между массой и энергией

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E_0 = m_0 c^2$$

При превращениях элементарных частиц энергия покоя целиком превращается в кинетическую энергию вновь образовавшихся частиц.

- Энергия и масса – это две взаимосвязанные характеристики любого физического объекта.
- Энергия тела или системы тел равна массе, умноженной на квадрат скорости света.
- Любое тело уже только благодаря факту своего существования обладает энергией, которая пропорциональна массе покоя m_0

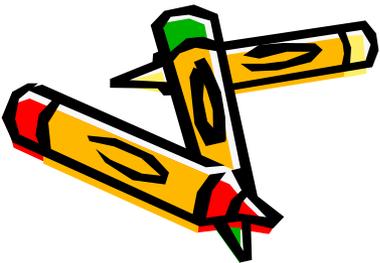
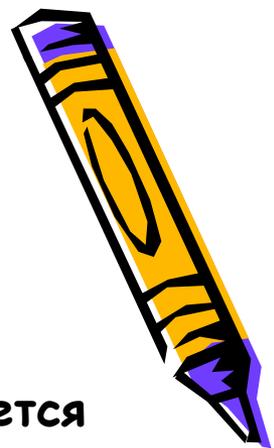


Масса элементарных частиц

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

Важнейшая зависимость теории относительности, без которой невозможно обойтись в физике элементарных частиц, выражающая универсальную связь между энергией, импульсом и массой любой частицы.

- Масса тела увеличивается при его нагревании и уменьшается при его охлаждении. Однако в обычных макроскопических процессах, с которыми мы имеем дело в жизни и технике, изменения массы, обусловленные изменением энергии тел, чрезвычайно малы.
- Наиболее важную роль закон взаимосвязи массы и энергии играет в ядерной физике, где он является незаменимым средством расчёта той энергии, которая выделяется при ядерных реакциях.

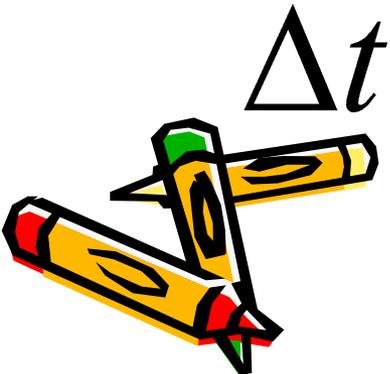
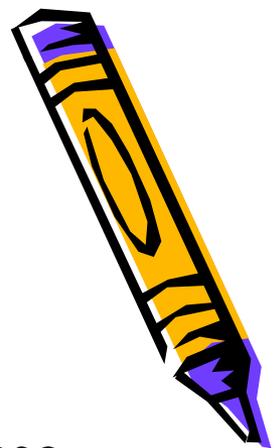


Релятивистский импульс тела

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F$$

- По мере увеличения скорости движения масса тела, определяющая его инертные свойства, увеличивается.
- Необходимость пользоваться релятивистским уравнением движения при расчёте ускорителей заряженных частиц, означает, что теория относительности в наше время стала инженерной наукой.



Значение теории относительности

Теория относительности Эйнштейна является завершением классической физики. Её истинность подтверждена многочисленными экспериментами, а также тем, что при небольших скоростях движения её законы и соотношения «автоматически» переходят в соотношения и законы ньютоновской механики. Область применения механики Ньютона – это область малых (по сравнению со скоростью света) скоростей, а область применения теории относительности расширяется до скоростей, близких к скорости света.

