Релятивистская механика

Подготовила : учитель физики
СОШ №10 г.Ельца Липецкой обл.
Черепкова Я.Ю.

11 класс

Предпосылки

1881г Альберт Майкельсон и Эдуард Морли. –

<u>Движение Земли вокруг Солнца не влияет на скорость распространения света.</u>

$$\upsilon_1 = \upsilon_2$$

Согласно классическому закону сложения скоростей :

Скорость света , распространяющегося вдоль направления движения Земли вокруг Солнца

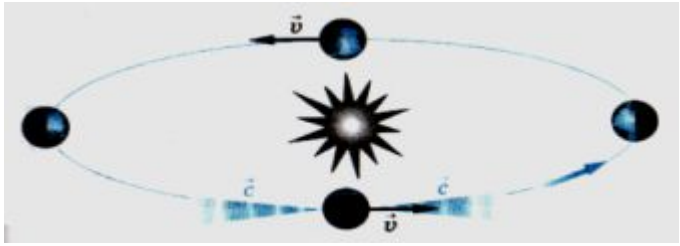
$$\upsilon_1 = c + \upsilon$$

Скорость света , распространяющегося в противоположном направлении

$$\upsilon_2 = c - \upsilon,$$

c- скорость света ,излучаемого источником;
υ= 2,96 10^8 м/с – скорость движения Земли вокруг Солнца

$$\upsilon_1 \neq \upsilon_2$$



Альберт Эйнштейн

В 1905 г., когда ему было 26 лет и он трудился чиновником в патентном бюро, им была создана специальная теория относительности. Десять лет спустя он создал общую теорию относительности.

ОТО (общая теория относительности)- описывает взаимосвязь физических процессов , происходящих в ускоренно движущихся относительно друг друга системах отсчета (НИСО)

СТО (специальная теория относительности) - рассматривает взаимосвязь физических процессов , происходящих только в инерциальных системах отсчета.(ИСО)

Постулаты СТО А. Эйнштейна:

- Все законы природы одинаковы в ИСО.
- Скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО. Скорость света – максимально возможная скорость распространения любого взаимодействия. Материальные тела не могут иметь скорость большую , чем скорость света с= $3\ 10$ м/с.

Относительность времени

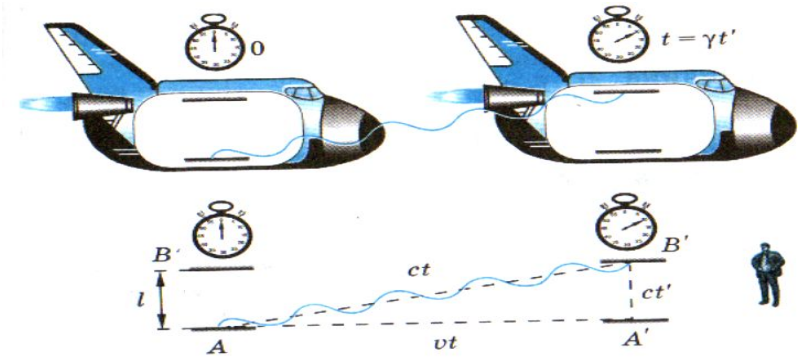
«Минута — величина относительная: если у вас свидание с симпатичной девушкой, то она пролетит как мгновение, а если вы сидите на раскаленной плите, то она покажется вечностью». Так сам Эйнштейн пытался объяснить простыми словами свою теорию относительности.

Собственное время t‘ – время ,измеренное наблюдателем , движущимся вместе с часами.

С точки зрения внешнего наблюдателя импульс достигнет верхнего зеркала за t , то по т.Пифагора $(c\,t)^2 = (\upsilon t)^2 + (ct')^2$

Если время в неподвижной и подвижной СО течет одинаково t=t’ , то $\underline{\mathbf{c^2 = \upsilon^2 + c^2}}$

?????



Относительность времени

Время в неподвижной и движущейся СО течет с разной скоростью : $t \neq t'$. тогда $t^2 (c^2 - \upsilon^2) = c^2 t'^2$

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad t = \gamma\ t'$$

В системе ,движущейся со скоростью близкой к скорости света, время течет в γ медленнее.

При движении замедляются все физические процессы , в том числе и химические реакции в человеческом организме

Парадокс близнецов

Пусть возраст близнецов *20* лет. Близнец А остается на Земле , а В направляется к звезде Арктур *(40* св.лет*)* и летит со скоростью υ*=0,99* с .

Время путешествия близнеца В в системе отсчета , связанной с близнецом А : $t=2L/\upsilon=80,8$ (св.лет)

На космическом корабле часы идут медленнее

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-0.99^2}} = 7,09$$

Т.е по часам близнеца В , время его путешествия $t'=t/\gamma=80,8/7,09=11,4$ (св.лет)

$20+11,4=31,4$ (возраст близнеца В после возвращения)

$20+80,8=100,8$ (возраст близнеца А к моменту возвращения брата)

$\Delta t=69,4$ –разность в возрасте

Относительность расстояния

Собственная длина l_0 – длина в системе К', в которой тело покоится.

Система К' движется относительно К со скоростью υ.

Длина тела относительно системы К равна l.

$$l_0 = l\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Т.е при движении со скоростью близкой к скорости света размеры тела сокращаются.

Масса покоя m_0 - масса тела в СО , в которой тело покоится.

При движении со скоростью близкой к скорости света масса тела увеличивается.

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

Импульс : $$p = \frac{m_0 \upsilon}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$$

При $\upsilon \to c$, $m \to \infty$, поэтому $a \to 0$ и скорость практически перестает возрастать , как бы долго не действовала сила.

Любое тело уже благодаря факту существования обладает энергией.

$$E_0 = m_0 c^2$$ -энергия покоя

$$E = m c^2 : \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$ формула А.Эйнштейна

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

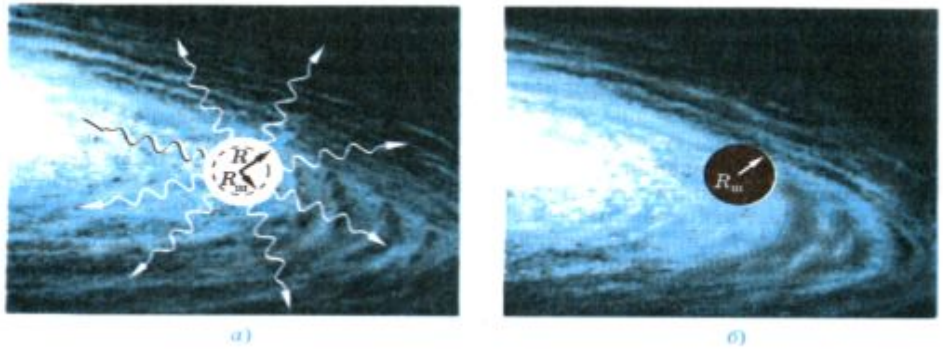
$$E^2 = c^2 p^2 + c^4 m^2$$

Черные дыры

- Черная дыра образуется при гравитационном сжатии массивной звезды . Если масса звезды более чем в 3 раза превосходит массу Солнца , ядро этой звезды , сжимаясь , достигает такой плотности , что даже свет не может преодолеть силы его тяготения. Интенсивное рентгеновское излучение , наблюдавшееся из определенной области звездного неба , астрономы объяснили резким ускорением звез вещества, притягивающегося в исключительно мощный гравитационный цен
- $\upsilon = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ $R = \frac{2GM}{\upsilon^2}$

- Радиус Шварцшильда : $R_ш = \frac{2GM}{c^2}$
- Согласно 1 постулату СТО максимальное значение скорости равно скорости света.

- Если частица находится от центра черной дыры на $R < R_ш$, то для преодоления гравитационного притяжения она должна обладать $\upsilon > c$. Это противоречит постулатам



- **Следствия из противоречия** *:*

- Никакая частица , находящаяся внутри сферы радиусом $R_ш$, не может покинуть черную дыру.
- Отсутствие излучения из черной дыры

Радиус черной дыры массой , равной массе Солнца *:*

$R_ш \approx 3$ км

Мы не можем наблюдать события ,происходящие внутри сферы ,ограничивающей черную дыру , т.к свет не может из нее выйти наружу. Поэтому поверхность черной дыры радиусом $R_ш$ называется **горизонтом событий**.