

1. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Создание А.Эйнштейном в 1905 году теории относительности привело к радикальному пересмотру представлений о свойствах пространства и времени, взглядов на характер электромагнитного поля. Стало ясно, что невозможно создание механических моделей для всех физических явлений.

Относительности теория - физическая теория, рассматривающая пространственно-временные свойства физических процессов. Так как закономерности, устанавливаемые теорией относительности – общие для всех физических процессов, то обычно о них говорят просто как о свойствах пространства-времени. Эти свойства зависят от полей тяготения в данной области пространства-времени. Теория, описывающая свойства пространства-времени в приближении, когда полями тяготения можно пренебречь, называется **специальной теорией относительности** (создана А.Эйнштейном в 1905). Свойства пространства-времени при наличии полей тяготения исследуются в **общей теории относительности**, называемой также теорией тяготения Эйнштейна (1915). Физические явления, описываемые теорией относительности, называются релятивистскими и проявляются при скоростях движения тел, близких к скорости света в вакууме. Все выводы теории относительности надёжно подтверждены на опыте. Теория относительности выявила ограниченность представлений классической физики об «абсолютных» пространстве и времени, неправомочность их обособления от движущейся материи; она даёт более точное, по сравнению с классической механикой, отображение объективных процессов реальной действительности.

Теория относительности предложена Эйнштейном, но в её разработке принимали участия многие учёные. Очень близко подошёл к созданию теории относительности нидерландский физик, нобелевский лауреат (1902), Х. Лоренц, который создал электродинамику движущихся сред и вывел преобразования, названные его именем. Г. Минковский, немецкий математик и физик, дал геометрическую интерпретацию специальной теории относительности (пространство Минковского). Достаточно серьёзный вклад в теорию относительности и релятивистскую электродинамику внёс французский физик П. Ланжевэн. А. А. Фридман, математик и геофизик, в 1922-24 нашёл нестационарные решения уравнений тяготения Эйнштейна, что легло в основу теории нестационарной (расширяющейся) вселенной.

Относительности принцип – фундаментальный физический закон, согласно которому любой процесс протекает одинаково в изолированной материальной системе, находящейся в состоянии покоя, и в такой же системе в состоянии равномерного прямолинейного движения. Состояния движения или покоя определяются по отношению к произвольно выбранной инерциальной системе отчёта. Относительности принцип лежит в основе специальной теории относительности Эйнштейна.

В основу теории относительности лежат два положения:

- 1) Относительности принцип, означающий равноправие всех инерциальных систем отсчёта, т.е. равномерное и прямолинейное движение тел не влияет на происходящие в них процессы
- 2) Существует предельная скорость распространения взаимодействия - скорость света в вакууме, c , которая не зависит от скорости движения источника света. Существование предельной скорости распространения взаимодействия означает, что существует связь между пространственными и временными интервалами.

Эти два постулата определяют формулы перехода от одной инерциальной системы отсчёта к другой - преобразования Лоренца, для которых характерно, что при таких переходах изменяются не только пространственные координаты, но и моменты времени (относительность времени).

Лоренца преобразования – преобразования координат и времени какого-либо события при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой. Получены в 1904 Х.А.Лоренцом.

Из преобразований Лоренца получаются основные эффекты специальной теории относительности: существование предельной скорости передачи любых взаимодействий –

максимальной скорости, до которой можно ускорить тело, совпадающей со скоростью света в вакууме; относительность одновременности (события, одновременные в одной инерциальной системе отсчёта, в общем случае не одновременны в другой); замедление течения времени в быстро движущемся теле (физические процессы в теле, движущиеся со скоростью v относительно некоторой инерциальной системы отсчёта, протекают в $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

раз медленнее, чем в данной инерциальной системе отсчёта) и сокращение продольных – в направлении – размеров тел (во столько же раз) и др.

Инерциальная система отсчёта – система отсчёта, в которой справедлив закон инерции: материальная точка, на которую не действуют никакие силы, находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Любая система отсчёта, движущаяся относительно инерциальной системы отсчёта, поступательно, равномерно и прямолинейно, также является инерциальной системой отсчёта. Все инерциальные системы отсчёта равноправны, т.е. во всех таких системах законы физики одинаковы.

Масса m тела растёт с увеличением его скорости v по формуле:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad (1)$$

где m_0 – масса покоя тела.

Релятивистские эффекты – физические явления, наблюдаемые при скоростях тел (частиц) при скоростях, сравнимых со скоростью света, а также в сильных гравитационных полях.

Полная энергия движущегося тела определяется соотношением Эйнштейна:

$$E = mc^2 \quad (2)$$

Покоящееся тело обладает массой

$$E = m_0c^2 \quad (2a)$$

Полная энергия и импульс частицы зависят от системы отсчета. Масса не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. Она является лоренцевым инвариантом. Полная энергия, импульс и масса связаны соотношением

$$E^2 - p^2c^2 = m^2c^4. \quad (3)$$

Из соотношения (2) и (3) следует, что если энергия E и импульс p измеряются в двух различных системах движущихся друг относительно друга со скоростью v , то энергия и импульс будут иметь в этих системах различные значения. Однако величина $E^2 - p^2c^2$, которая называется релятивистский инвариант, будет в этих системах одинаковой.

Релятивистская инвариантность – неизменность физических законов относительно Лоренца преобразования.