# Принцип относительности Эйнштейна

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Реферат по физике на тему:**

**Принцип относительности Эйнштейна**

Выполнил: студент 07202 группы Баторов А.П.

Улан-Удэ 2001

Содержание

Биография Альберта Эйнштейна (1879-1955)....................................................... 3

Рождение теории относительности....................................................................... 5

Специальная теория относительности.................................................................. 5

Относительность одновременности событий...................................................... 5

Преобразования Лоренца........................................................................................ 6

Зависимость массы тела от скорости..................................................................... 7

Закон взаимосвязи массы и энергии.................................................................... 11

Значение теории относительности...................................................................... 13

Список использованной литературы:.................................................................. 15

Биография Альберта Эйнштейна (1879-1955)

Выдающийся физик, создатель теории относительности, один из созда­телей квантовой теории и статистической физики.

Родился в Германии, в городе Ульме. С 14 лет вместе с семьей жил в Швейцарии, где в 1900 г. окончил Цюрихский политехникум. В 1902-1909 гг. служил экспертом патентного бюро в Берне. В эти годы Эйнштейн создал спе­циальную теорию относительности, выполнил исследования по статистиче­ской физике, броуновскому движению, теории излучения и др. Работы Эйн­штейна получили известность, и в 1909 г. он был избран профессором Цюрих­ского университета, а затем — Немецкого университета в Праге. В 1914 г. Эйнштейн был приглашен преподавать в Берлинский университет. В период своей жизни в Берлине он завершил создание общей теории относительности, развил квантовую теорию излучения. За открытие законов фотоэффекта и ра­боты в области теоретической физики Эйнштейн получил в 1921 г. Нобелев­скую премию. В 1933 г. после прихода к власти в Германии фашистов Эйн­штейн эмигрировал в США, в Принстон, где он до конца жизни работал в Ин­ституте высших исследований.

В 1905 г. была опубликована специальная теория относительности — механика и электродинамика тел, движущихся со скоростями, близкими к ско­рости света.

Тогда же Эйнштейн открыл закон взаимосвязи массы и энергии (Е=mc2), который лежит в основе всей ядерной энергетики.

Ученый внес большой вклад в развитие квантовой теории. В его теории фотоэффекта свет рассматривается как поток квантов (фотонов). Существова­ние фотонов было подтверждено в 1923 г. в экспериментах американского физика А. Комптона. Эйнштейн установил основной закон фотохимии (закон Эйнштейна), по которому каждый поглощенный квант света вызывает одну элементарную фотохимическую реакцию. В 1916 г. он теоретически предсказал явление индуцированного (вынужденного) излучения атомов, лежащее в основе квантовой электроники.

Вершиной научного творчества Эйнштейна стала общая теория относительности, завершенная им к 1916 г. Идеи Эйнштейна изменили господствовавшие в физике со времен Ньютона механистические взгляды на пространство, время и тяготение и привели к новой материалистической картине мира.

Ученый работал и над созданием единой теории поля, объединяющей гравитационные и электромагнитные взаимодействия. Научные труды Эйнштейна сыграли большую роль в развитии современной физики - квантовой электродинамики, атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц, космологии, астрофизики.

А. Эйнштейн был членом многих академий мира и научных обществ. В 1926 г. его избрали почетным членом Академии наук СССР.

Рождение теории относительности.

В 1907-1916 гг. создана общая теория относительности, которая объединяет современное учение о пространстве и времени с теорией тяготения. По масштабу переворота, совершенного Эйнштейном в физике, его часто сравнивают с Ньютоном.

В большинстве задач динамики, имеющих приложение к техническим проблемам, основную систему координат можно связывать с Землей, считая ее неподвижной. Однако для астрономических задач и задач космических полетов принятие такой инерциальной системы отсчета будет уже неверным, так как Земля вращается вокруг своей оси и движется вокруг Солнца. Для наблюдений за движением планет и космических кораблей в качестве основной системы можно принять систему, связанную с неподвижными звездами. С усовершенствованием методов теоретических и экспериментальных исследований система координат, связанная с неподвижными звездами, также оказалась недостаточной для согласования опытных фактов с результатами вычислений. Это было выяснено Эйнштейном. Созданная им специальная теория относительности показала, что законы Ньютона не вполне точны и при больших скоростях движения, сравнимых со скоростью света, являются только первым приближением для описания наблюдаемых движений. При скоростях же, значительно меньших скорости света, все расчеты, вытекающие из законов Ньютона, в предположении, что основная система координат связана с неподвижными звездами, достаточно просты и удовлетворяют самым строгим требованиям точности.

Специальная теория относительности

В своей работе «К электродинамике движущихся тел», опубликованной в 1905г., Эйнштейн сформулировал более точную теорию механики быстродвижущихся тел - специальную теорию относительности.

В классической механике считалось, что если мы знаем декартовы координаты x, y и время t события в некоторой неподвижной (приближенно) системе координат, то можем легко вычислить координаты,  и время  в инерциальной системе (,), движущейся относительно неподвижной системы поступательно, прямолинейно и равномерно. В самом деле, если начало системы (, ) в момент t = 0 имело координаты =0 ,  = 0 и система (, ) движется вдоль оси ОХ со скоростью, то в момент t координаты точки ,  будут относительно системы (x, y) следующими:



х = + t,



y =



При этом число интуитивно предполагалось: время t  в системе(x, y) течет так же, как и в системе  (, ), т.е. t = ; таким образом, допускалось, что течение времени не зависит от состояния движения тела. Длина масштабной линейки абсолютна, и если в покоящейся системе (x, y) некоторый отрезок имеет длину , то будет иметь ту же длину и в движущейся системе(, ), иначе говоря =. В классической механике течение времени и пространственные интервалы считались независимыми друг от друга и не зависели от состояния движения системы (тела) отсчета.



В конце  XIX в. накопилось достаточно большое число фактов (главным образом экспериментальных), относящихся к движению частиц со скоростями, сравнимыми со скоростью света, которые не могли быть объяснены исходя из законов классической механики.

Оказалось, что при скоростях порядка скорости света пространственные соотношения (длины отрезков) и течение времени зависят от скорости движения системы(, ).



В основе теории относительности лежит факт, полученный опытным путем: независимость скорости света от скорости источника. Одно из главных положений теории относительности заключено в том, что в природе не существует скорости, большей скорости света в вакууме. Это самая большая, или предельная, скорость.

Другое важнейшее следствие теории относительности - связь между массой и энергией. Эйнштейн установил, исходя из основных положений теории относительности, что энергия содержится в скрытой форме в любом веществе, причем в массе m заключена энергия E, равная произведению массы на квадрат скорости света. Эта формула помогает понять многие процессы.

 Исходными для построения теории относительности являются два закона природы, получившие подтверждение в самых различных явлениях движения. Эти законы были сформулированы Эйнштейном в следующем виде:

1. «Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, находящихся относительно друг друга в равномерном поступательном движении, эти изменения состояния относятся».

2. «Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью, независимо от того, испускается этот луч света покоящимся или движущимся телом».

Первый закон распространяет закон эквивалентности инерциальных систем(закон относительности классической механики Галилея - Ньютон) на широкий класс физических явлений. Второй закон устанавливает постоянство скорости света независимо от скорости движения источника света.

Второй закон кажется наиболее парадоксальным. В самом деле, при изучении движения тел со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света, мы убеждаемся и теоретически, и экспериментально, что скорость тела относительно неподвижной системы координат зависит от движения «платформы», с которой бросание тела производится. Так мяч, брошенный в направлении движения поезда, будет иметь по отношению к Земле большую скорость, нежели мяч, брошенный с неподвижного поезда. Для случая прямолинейного движения результирующая скорость будет равна алгебраической сумме слагаемых скоростей. При движении платформы и тела в одну сторону  результирующая скорость будет равна арифметической сумме скоростей и будет подсчитываться по формуле:

 рез. = ,



где v рез. Есть результирующая скорость тела по отношению к Земле,  - скорость платформы,  - скорость тела по отношению к платформе.



Закон сложения скоростей в теории Эйнштейна записывается иначе:

Из  этого уравнения следует, что результирующая скорость всегда меньше скорости света. Даже в предельном случае, когда

**= с, = с,**



Существенные изменения претерпевают и другие понятия механики. Масса тела в задачах специальной теории относительности зависит от скорости движения тела:

В этой формуле  - масса тела при v = 0 (масса «покоя»), m - масса тела, движущегося со скоростью v, и масса тела неограниченно возрастает, если его скорость приближается к скорости света.



Время в теории относительности не является универсальным; для движущегося наблюдателя время течет медленнее, чем для неподвижного. Связь времен, показываемых покоящимися и движущимися часами, определяется формулой:

где  - время, отсчитываемое неподвижными часами, а t - время, показываемое часами, движущимися со скоростью v относительно неподвижной системы. Для обычных задач механики величина        очень мала по сравнению с единицей, и механика Ньютона дает весьма точные результаты.



При скоростях, близких к скорости света, уточнения, даваемые теорией относительности, приобретают принципиальный характер и в настоящее время, например, конструирование ускорителей, определение времени жизни элементарных частиц и экспериментальное определение массы быстродвижущихся тел не могут быть произведены без учета результатов, вытекающих из специальной теории относительности.

 В начале  нашего века Эйнштейн начал разрабатывать очень сложную физическую теорию, которая получила название общей теории относительности. По расчетам Эйнштейна выходило, что притяжение света можно обнаружить только в очень сильных полях тяготения, например на малых расстояниях от поверхности Солнца.

И вот в начале 1919г. Были снаряжены две экспедиции. Одна из них расположилась неподалеку от бразильского города Сорбаль, а другая - на острове Принчипе у берегов западной Африки. В этих местах в мае 1919г. Должно было наступить полное солнечное затмение. Кроме обычных исследований было решено проверить выводы эйнштейновской теории. Нужно было определить положение звезд, видимых в телескоп на одном и том же участке неба, в двух случаях - когда звездные лучи идут вдалеке от Солнца  и в момент, когда они падают на Землю, проходя вблизи солнечного диска. Это последнее наблюдение можно сделать только во время полного солнечного затмения, иначе звезды не будут видны на фоне яркого света, рассеиваемого атмосферой.

29 мая 1919г. Ученые убедились - луч света отклоняется притяжением Солнца. Именно так, как предсказывала общая теория относительности. Узнав об этом Эйнштейн написал: «Судьба оказала мне милость, позволив дожить до этих дней...»

Относительность одновременности событий

В механике Ньютона одновременность двух событий абсолютна и не зависит от системы отсчёта. Это значит, что если два события происходят в системе K в моменты времени t и t1, а в системе K’ соответственно в моменты времени t’ и t’1 , то поскольку t=t’, промежуток времени между двумя событиями одинаков в обеих системах отсчёта



В отличие от классической механики, в специальной теории относительности одновременность двух событий, происходящих в разных точках пространства, относительна: события, одновременные в одной инерциальной системе отсчёта, не одновременны в других инерциальных системах[1], движущихся относительно первой. На рисунке (см. ниже) расположена схема эксперимента, который это иллюстрирует. Система отсчета K связана с Землёй, система K’ — с вагоном, движущимся относительно Земли прямолинейно и равномерно со скоростью v. На Земле и в вагоне отмечены точки А, М, В и соответственно А’, M’ и В’, причем АМ=МВ и А’M’=M’B’. В момент, когда указанные точки совпадают, в точках А и В происходят события — ударяют две молнии. В системе К сигналы от обоих вспышек придут в точку М одновременно, так как АМ=МВ, и скорость света одинакова во всех направлениях. В системе К’, связанной с вагоном, сигнал из точки В’ придет в точку M’ раньше, чем из точки А’, ибо скорость света одинакова во всех направлениях, но М’ движется навстречу сигналу пущенному из точки B’ и удаляется от сигнала, пущенного из точки А’. Значит, события в точках А’ и B’ не одновременны: события в точке B’ произошло раньше, чем в точке A’. Если бы вагон двигался в обратном направлении, то получился бы обратный результат.

|  |
| --- |
|  |

Понятие одновременности пространственно разделенных событий относительно. Из постулатов теории относительности и существования конечной скорости распространения сигналов следует, что в разных инерциальных системах отсчёта время протекает по-разному.

Преобразования Лоренца

В соответствии с двумя постулатами специальной теории относительности между координатами и временем в двух инерциальных системах К и К' существуют отношения, которые называются преобразованиями Лоренца.

В простейшем  случае, когда система К’ движется относительно системы К со скоростью v так, как показано на рисунке (см ниже), преобразования Лоренца для координат и времени имеют следующий вид:

,       ,    ,        ,  
            ,        ,   ,        .



Из преобразований Лоренца вытекает тесная связь между пространственными и временными координатами в теории относительности; не только пространственные координаты зависят от времени (как в кинематике), но и время в обеих системах отсчёта зависит от пространственных координат, а также от скорости  движения системы отсчёта K’.



Формулы преобразований  Лоренца переходят в формулы кинематики при v/c<<1. В этом случае

,           ,    ,     ,



                   ,            ,   ,     .



Переход формул теории относительности в формулы кинематики при условии v/c <<1  является проверкой справедливости этих формул.

Зависимость массы тела от скорости

Зависимость свойств пространства  и времени от движения системы отсчета приводит к тому, что сохраняющейся при любых взаимодействиях  тел является величина

,



называемая релятивистским импульсом, а не классический импульс.

Классический закон сложения скоростей и классический закон сохранения импульса являются частными случаями универсальных релятивистских законов и выполняются только при значениях скоростей, значительно меньших скорости света в вакууме.

Релятивистский импульс тела можно рассматривать как произведение релятивистской массы т тела на скорость его движения. Релятивистская масса т тела возрастает с увеличением скорости по закону

,



 где  — масса покоя тела,  — скорость его движения.



Возрастание массы тела с увеличением скорости приводит к тому, что ни одно тело с массой покоя, не равной нулю, не может достигнуть скорости, равной скорости света в вакууме, или превысить эту скорость. Скорость , большая , приводит для обычных частиц к мнимой массе и мнимому импульсу, что физически бессмысленно. Зависимость массы от скорости начинает сказываться лишь при скоростях, весьма близких к (См рисунок №2). Приведённые в этом пункте формулы неприменимы к фотону, так как у него отсутствует масса покоя (). Фотон всегда движется со скоростью, равной скорости света в вакууме, и является ультрарелятивистской частицей. Тем не менее, отсюда не следует постоянство скорости света во всех веществах.



При  выражение для импульса переходит в то, которое используется в механике Ньютона , где под  понимается масса покоя (), ибо при  различие и несущественно.

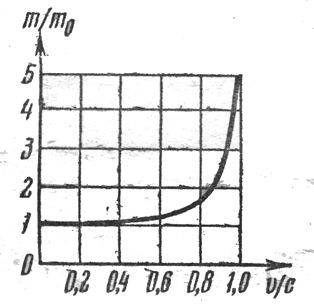


Рисунок №2

Закон взаимосвязи массы и энергии

Полная энергия Е тела (или частицы) пропорциональна релятивистской массе (закон взаимосвязи массы и энергии):

,



где с - скорость света в вакууме. Релятивистская масса зависит от скорости , с которой тело (частица) движется в данной системе отсчета. Поэтому полная энергия различна в разных системах отсчета[2].

Наименьшей энергией тело (частица) обладает в системе отсчета, относительно которой оно покоится (). Энергия  называется собственной энергией или энергией покоя тела (частицы):



.



Энергия покоя тела является его внутренней энергией Она состоит из суммы энергий покоя всех частиц тела , кинетической энергии всех частиц относительно общего центра масс и потенциальной энергии их взаимодействия. Поэтому

         и



где — масса покоя - й частицы.



В релятивистской механике несправедлив закон сохранения массы покоя. Например, масса покоя  атомного ядра меньше, чем сумма собственных масс частиц, входящих в ядро. Наоборот масса покоя частицы, способной к самопроизвольному распаду, больше суммы собственных масс продуктов распада  и :



.



Несохранение массы покоя не означает нарушения закона сохранения массы вообще. В теории относительности справедлив закон сохранения релятивистской массы. Он вытекает из формулы закона взаимосвязи массы и энергии . В изолированной системе тел сохраняется полная энергия. Следовательно, сохраняется и релятивистская масса. В теории относительности законы сохранения энергии и релятивистской массы взаимосвязаны и представляют собой единый закон сохранения массы и энергии. Однако из этого закона отнюдь не следует возможность преобразования массы в энергию и обратно. Масса и энергия представляют собой два качественно различных свойства материи, отнюдь не «эквивалентных» друг другу. Ни один из известных опытных фактов не дает оснований для вывода о «переходе массы в энергию». Превращение энергии системы из одной формы в другую сопровождается превращением массы. Например, в явлении рождения и уничтожения пары электрон — позитрон, в полном соответствии с законом сохранения релятивистской массы и энергии, масса не переходит в энергию. Масса покоя частиц (электрона и позитрона) преобразуется в массу фотонов, то есть в массу электромагнитного поля.

Гипотеза Эйнштейна о существовании собственной энергии тела подтверждается многочисленными экспериментами. На основе использования закона взаимосвязи массы и энергии ведутся расчеты выхода энергии в различных ядерных энергетических установках.

Значение теории относительности

Сорок - пятьдесят лет назад можно было наблюдать очень большой ин­терес к теории относительности со стороны широких кругов несмотря на то, что тогда в книгах и статьях по теории относительности речь шла об очень далеких от повседневного опыта и очень абстрактных вещах. Широкие круги проявили удивительное чутье, они чувствовали, что теория, с такой смелостью посягнув­шая на основные представления о пространстве и времени, не может не при­вести при своем развитии и применении к очень глубоким и широким произ­водственно - техническим и культурным последствиям. Это предчувствие не обмануло людей. Воплощением нового релятивистского учения об энергии, а следовательно, и всей теории относительности в целом является атомная эра, которая расширяет власть человека над природой больше, чем это сделали предшествующие научные и технические революции.

Атомная эра будет эрой дальнейших коренных преобразований физиче­ской картины мира. Сейчас нельзя предвидеть, каким образом изменятся пред­ставления о пространстве, времени, движении, элементарных частицах и их взаимодействиях. Можно указать только на некоторые проблемы современной физики, которые, видимо, будут решены лишь при переходе к новой физиче­ской картине мира.

Теория относительности, созданная Эйнштейном в 1905 г., стала закон­ченной теорией движения макроскопических тел. Её применение в теории эле­ментарных частиц наталкивается на ряд серьезных трудностей, которые, быть может, свидетельствуют о необходимости нового понимания принципа относи­тельности. Развитие атомной и особенно ядерной физики - блестящий триумф теории Эйнштейна - указывает вместе с тем на возможное дальнейшее развитие и обобщение этой теории.

Теория относительности ждет дальнейшего развития и обобщения и в другом направлении, помимо картины движений, взаимодействий и трансмута­ций элементарных частиц в областях порядка 10-13 см, Она все в большей сте­пени становится теорией, описывающей строение космических областей, по сравнению с которыми исчезающе малы расстояния между звездами и даже расстояния между галактиками.

Список использованной литературы:

1. О.Ф. Кабардин «Физика. Справочные материалы»

2. Б.М. Яворский, Ю.А. Селезнёв «Справочное руководство по физике»

3. Б.Г. Кузнецов  «Беседы о теории относительности»

[1] Системы отсчёта, в которых справедлив закон инерции (первый закон Ньютона) называют инерциальными системами отсчёта

[2] Тело (или частица) не находится в силовом поле