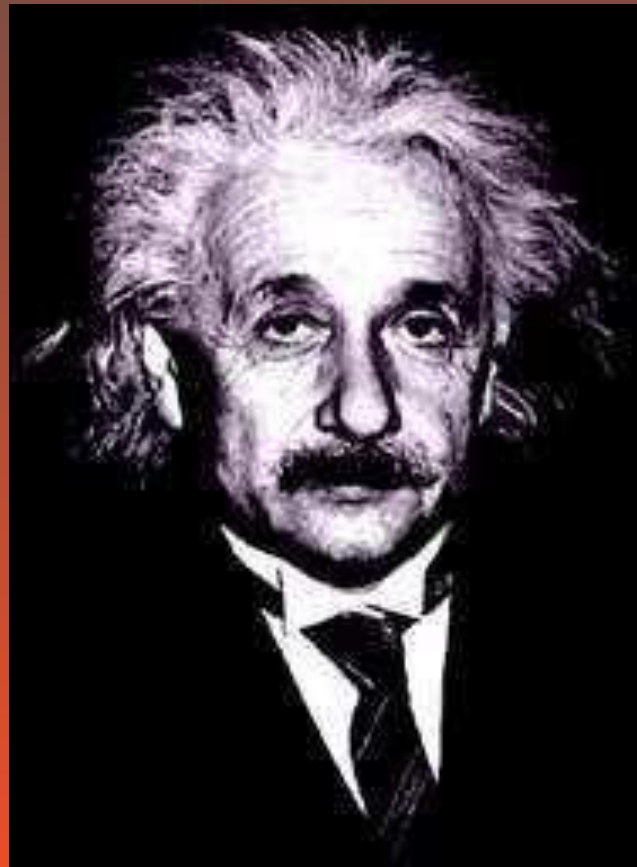


Презентация по физике на тему:

Альберт Эйнштейн

Выполнила: Караджа Виктория

# Биография Альберта Эйнштейна



**Альберт Эйнштейн - физик-теоретик, один из основоположников современной физики, автор теории относительности (1879–1955)**

**Лауреат Нобелевской премии по физике 1921 «за объяснение фотоэлектрического эффекта». Родился 14 марта 1879 в Ульме (Вюртемберг, Германия) в семье мелкого коммерсанта. Предки Эйнштейна поселились в Швабии около 300 лет назад, и ученый до конца жизни сохранил мягкое южно-германское произношение, даже когда говорил по-английски. Учился в католической народной школе в Ульме, затем, после переезда семьи в Мюнхен, в гимназии. Школьным урокам, однако, предпочитал самостоятельные занятия. В особенности привлекали его геометрия и популярные книги по естествознанию, и вскоре в точных науках он далеко опередил своих сверстников.**

К 16 годам Эйнштейн овладел основами математики, включая дифференциальное и интегральное исчисления. В 1895, не окончив гимназию, отправился в Цюрих, где находилось Федеральное высшее политехническое училище, пользовавшееся высокой репутацией. Не выдержав экзаменов по современным языкам и истории, поступил в старший класс кантональной школы в Аарау. По окончании школы, в 1896, Эйнштейн стал студентом Цюрихского политехникума. Здесь одним из его учителей был превосходный математик Герман Минковский (впоследствии именно он придал специальной теории относительности законченную математическую форму), так что Эйнштейн мог бы получить солидную математическую подготовку, однако большую часть времени он работал в физической лаборатории, а в остальное время читал классические труды Г.Кирхгофа, Дж. Максвелла, Г.Гельмгольца и др. После выпускного экзамена в 1900 Эйнштейн в течение двух лет не имел постоянного места работы. Недолгое время он преподавал физику в Шаффгаузене, давал частные уроки, а затем по рекомендации друзей получил место технического эксперта в Швейцарском патентном бюро в Берне. В этом «светском монастыре» Эйнштейн проработал 7 лет (1902–1907) и считал это время самым счастливым

и плодотворным

периодом в своей жизни. В 1905 в журнале «Анналы физики» (*«Annalen der Physik»*) вышли работы Эйнштейна, принесшие ему мировую славу. С этого исторического момента пространство и время навсегда перестали быть тем, чем были прежде (специальная теория относительности), квант и атом обрели реальность (фотоэффект и броуновское движение), масса стала одной из форм энергии ( $E = mc^2$ ). Хронологически первыми были исследования Эйнштейна по молекулярной физике (начало им было положено в 1902), посвященные проблеме статистического описания движения атомов и молекул и взаимосвязи движения и теплоты. В этих работах Эйнштейн пришел к выводам, существенно расширяющим результаты, которые были получены австрийским физиком Л. Больцманом и американским физиком Дж. Гиббсом. В центре внимания Эйнштейна в его исследованиях по теории теплоты находилось броуновское движение.

В статье 1905 О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц, требуемом молекулярно-кинетической теорией теплоты (*ber die von molekularkinetischen Theorie der W rme geforderte Bewegung von in ruhenden Fl ssigkeiten suspendierten Teilchen*) он с помощью статистических методов показал, что между скоростью движения взвешенных частиц, их размерами и коэффициентами вязкости жидкостей существует количественное

законченную математическую форму статистическому объяснению этого явления, представленному ранее польским физиком М. Смолуховским. Закон броуновского движения Эйнштейна был полностью подтвержден в 1908 опытами французского физика Ж.Перрена. Работы по молекулярной физике доказывали правильность представлений о том, что теплота есть форма энергии неупорядоченного движения молекул. Одновременно они подтверждали атомистическую гипотезу, а предложенный Эйнштейном метод определения размеров молекул и его формула для броуновского движения позволяли определить число молекул. Если работы по теории броуновского движения продолжили и логически завершили предшествовавшие работы в области молекулярной физики, то работы по теории света, тоже базировавшиеся на сделанном ранее открытии, носили поистине революционный характер. В своем учении Эйнштейн опирался на гипотезу, выдвинутую в 1900 М.Планком, о квантовании энергии материального осциллятора. Но Эйнштейн пошел дальше и постулировал квантование самого светового излучения, рассматривая последнее как поток квантов света, или фотонов (фотонная теория света). Это позволяло простым способом объяснить фотоэлектрический эффект – выбивание электронов из металла световыми лучами, явление, обнаруженное в 1886 Г.Герцем и не укладывавшееся в рамки волновой теории света.

Девять лет спустя предложенная Эйнштейном интерпретация была подтверждена исследованиями американского физика Милликена, а в 1923 реальность фотонов стала очевидной с открытием эффекта Комптона (рассеяние рентгеновских лучей на электронах, слабо связанных с атомами). В чисто научном отношении гипотеза световых квантов составила целую эпоху. Без нее не могли бы появиться знаменитая модель атома Н.Бора (1913) и гениальная гипотеза «волн материи» Луи де Бройля (начало 1920-х годов). В том же 1905 была опубликована работа Эйнштейна К электродинамике движущихся тел (*Zur Elektrodynamik der bewegter Körper*). В ней излагалась специальная теория относительности, которая обобщала ньютоновские законы движения и переходила в них при малых скоростях движения ( $v \ll c$ ). В основе теории лежали два постулата: специальный принцип относительности, являющийся обобщением механического принципа относительности Галилея на любые физические явления (в любых инерциальных, т.е. движущихся без ускорения системах все физические процессы – механические, электрические, тепловые и т.д. – протекают одинаково), и принцип постоянства скорости света в вакууме. Это привело к ломке многих основополагающих понятий (абсолютность пространства и времени), установлению новых пространственно-временных представлений (относительность длины, времени, одновременности событий). Минковский, создавший

мысль, что пространство и время должны рассматриваться как единое целое (обобщение евклидова пространства, в котором роль четвертого измерения играет время). Разным эквивалентным системам отсчета соответствуют разные «срезы» пространства-времени. Исходя из специальной теории относительности, Эйнштейн в том же 1905 открыл закон взаимосвязи массы и энергии. Его математическим выражением является знаменитая формула  $E = mc^2$ . Из нее следует, что любой перенос энергии связан с переносом массы. Эта формула трактуется также как выражение, описывающее «превращение» массы в энергию. Именно на этом представлении основано объяснение т.н. «дефекта массы». В механических, тепловых и электрических процессах он слишком мал и потому остается незамеченным. На микро уровне он проявляется в том, что сумма масс составных частей атомного ядра может оказаться больше массы ядра в целом. Недостаток массы превращается в энергию связи, необходимую для удержания составных частей. Атомная энергия есть не что иное, как превратившаяся в энергию масса. Принцип эквивалентности массы и энергии позволил упростить законы сохранения. Оба закона, сохранения массы и сохранения энергии, до этого существовавшие отдельно, превратились в один общий закон: для замкнутой материальной системы сумма массы и энергии остается неизменной при любых процессах. Закон Эйнштейна лежит в основе всей



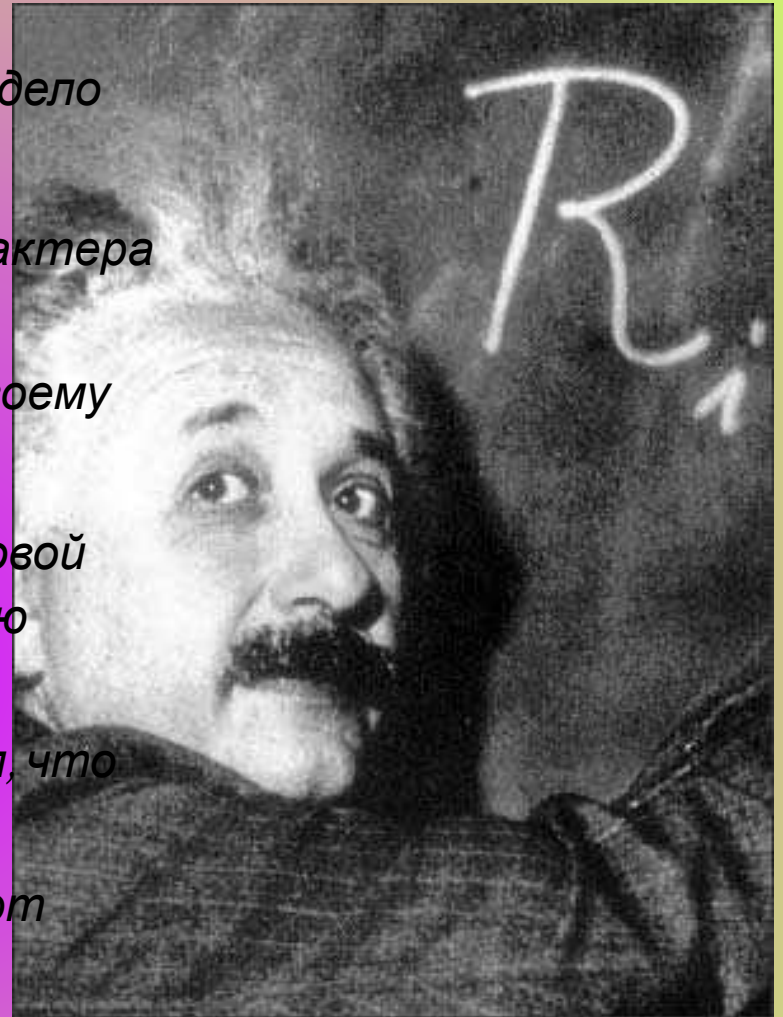
*В 1907 Эйнштейн распространил идеи квантовой теории на физические процессы, не связанные с излучением. Рассмотрев тепловые колебания атомов в твердом теле и используя идеи квантовой теории, он объяснил уменьшение теплоемкости твердых тел при понижении температуры, разработав первую квантовую теорию теплоемкости. Эта работа помогла В.Нернсту сформулировать третье начало термодинамики. В конце 1909 Эйнштейн получил место экстраординарного профессора теоретической физики Цюрихского университета. Здесь он преподавал только три семестра, затем последовало почетное приглашение на кафедру теоретической физики Немецкого университета в Праге, где долгие годы работал Э.Мах. Пражский период отмечен новыми научными достижениями ученого. Исходя из своего принципа относительности, он в 1911 в статье *О влиянии силы тяжести на распространение света* (*ber den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes*) заложил основы релятивистской теории тяготения, высказав мысль, что световые лучи, испускаемые звездами и проходящие вблизи Солнца, должны изгибаться у его поверхности. Таким образом, предполагалось, что свет обладает инерцией и в поле тяготения Солнца должен испытывать сильное гравитационное воздействие. Эйнштейн предложил проверить это теоретическое соображение с помощью астрономических наблюдений и измерений во время ближайшего солнечного затмения. Провести такую проверку удалось только в 1919. Это сделала английская экспедиция под руководством астрофизика Эддингтона. Полученные ею результаты полностью подтвердили выводы Эйнштейна.*

Летом 1912 Эйнштейн возвратился в Цюрих, где в Высшей технической школе была создана кафедра математической физики. Здесь он занялся разработкой математического аппарата, необходимого для дальнейшего развития теории относительности. В этом ему помогал его соученик Марсель Гросман. Плодом их совместных усилий стал труд *Проект обобщенной теории относительности и теории тяготения* (*Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und Theorie der Gravitation*, 1913). Эта работа стала второй, после пражской, вехой на пути к общей теории относительности и учению о гравитации, которые были в основном закончены в Берлине в 1915.

В Берлин Эйнштейн прибыл в апреле 1914, будучи уже членом Академии наук (1913), и приступил к работе в созданном Гумбольдтом университете – крупнейшем высшем учебном заведении Германии. Здесь он провел 19 лет – читал лекции, вел семинары, регулярно участвовал в работе коллоквиума, который во время учебного года раз в неделю проводился в Физическом институте.

В 1915 Эйнштейн завершил создание общей теории относительности. Если построенная в 1905 специальная теория относительности, справедливая для всех физических явлений, за исключением тяготения, рассматривает системы, движущиеся по отношению друг к другу

*прямолинейно и равномерно, то общая имеет дело с произвольно движущимися системами. Ее уравнения справедливы независимо от характера движения системы отсчета, а также для ускоренного и вращательного движений. По своему содержанию, однако, она является основным учением о тяготении. Она примыкает к гауссовой теории кривизны поверхностей и имеет целью геометризацию гравитационного поля и действующих в нем сил. Эйнштейн утверждал, что пространство отнюдь не однородно и что его геометрическая структура зависит от распределения масс, от вещества и поля.*



*Умер Эйнштейн в Принстоне (США) 18 апреля 1955. Его прах был развеян друзьями в месте, которое должно навсегда остаться неизвестным.*

# Принцип относительности

## Введение

Принцип относительности - 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 отсчета. Принцип относительности лежит в основе специальной теории относительности Эйнштейна.

Инерциальная система - понятие классической механики, первой фундаментальной физической теории, которая имеет высокий статус и в современной физике. Основы этой теории заложил И. Ньютон.

«Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние» - так Ньютон сформулировал закон, который сейчас называется

Система отсчета, в которой справедлив закон инерции: материальная точка, когда на нее не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, - называется инерциальной. Всякая система отсчета, движущаяся по отношению к ней поступательно, равномерно и прямолинейно, есть также инерциальная.

Теория относительности - физическая теория пространства и времени. В частной (специальной) теории относительности рассматриваются только инерциальные системы отсчета. Явления, описываемые теорией относительности, называются релятивистскими (от лат. «относительный») и проявляются при скоростях, близких к скорости света в вакууме (эти скорости тоже существуют практически все различные теории относительности, принято называть релятивистскими).

Известных в физике, одна из них называется специальной (частной) теорией относительности, другая - общей теорией относительности. Альберт Эйнштейн предложил первую из них в 1905 г., вторую - в 1916 г. Принимая во внимание, что специальная теория относительности связана, в первую очередь, с электрическими и магнитными явлениями и с их распространением в пространстве и времени, общая теория относительности была разработана, прежде всего, чтобы иметь дело с тяготением. Обе

пространству и времени, подходах, которые отличаются глубоко от тех, которые используются в каждодневной жизни; но релятивистские понятия пространства и времени неразрывно вплетаются в любую современную интерпретацию физических явлений в пределах от атома до вселенной в целом.

## **1. Предпосылки создания теории относительности А.Эйнштейна**

### Преобразования Лоренца

Подобно тому, как математической формулировкой законов механики являются уравнения Ньютона, уравнения Максвелла являются количественным представлением законов электродинамики. Вид этих уравнений также должен оставаться неизменным при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую. Чтобы удовлетворить этому условию, необходимо заменить преобразования Галилея иными:  $x' = g(x - vt)$ ;  $y' = y$ ;  $z' = z$ ;  $t' = g(t - vx/c^2)$ , где  $g = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ , а  $c$  - скорость света в вакууме. Последние преобразования, установленные Х. Лоренцем в 1895 и носящие его имя, являются основой специальной (или частной) теории относительности. При  $v \ll c$  они переходят в преобразования Галилея, но если  $v$  близко к  $c$ , то проявляются следующие эффекты: **дilatация времени** и **сокращение длины**.

## Преобразование физических величин в релятивистской теории.

В релятивистской теории пространственные расстояния и промежутки времени не остаются неизменными при переходе из одной системы отсчета в другую, движущуюся относительно первой со скоростью  $v$ . Длины сокращаются (в направлении движения) в  $1/\gamma$  раз, и в такое же число раз «растягиваются» промежутки времени. Относительность одновременности - основная принципиально новая черта современной частной теории относительности.

## 2. Теория относительности А.Эйнштейна

*Альберт Эйнштейн (Einstein) (1879-1955) - физик-теоретик, один из основателей современной физики, лауреат Нобелевской премии, иностранный член-корреспондент РАН (1922) и иностранный почетный член АН СССР (1926). Родился в Германии, с 1893 жил в Швейцарии, с 1914 в Германии, в 1933 эмигрировал в США. Создал частную (1905) и общую (1907-16) теории относительности.*

### 2.1. Частная (специальная) теория относительности

Наибольшую известность Эйнштейну принесла теория относительности, изложенная им впервые в 1905 г. в статье «К электро-динамике движущихся тел». Уже в юности Эйнштейн пытался понять, что увидел бы наблюдатель, если бы бросился со скоростью света вдогонку за световой волной. Будучи студентом, Эйнштейн

убежден в существовании все проникающего эфира и размышлял о том, как на него действуют различные поля (в частности, магнитное) и как можно экспериментально обнаружить движение относительно эфира. Теперь Эйнштейн решительно отверг концепцию эфира, что позволило рассматривать принцип равноправия всех инерциальных систем отсчета как универсальный, а не только ограниченный рамками механики. Исходя из невозможности обнаружить абсолютное движение, Эйнштейн сделал вывод о равноправии всех инерциальных систем отсчета. Он сформулировал два важнейших постулата, делавших излишней гипотезу о существовании эфира, которые составили основу обобщенного принципа относительности:

- 1) все законы физики одинаково применимы в любой инерциальной системе отсчета и не должны меняться при преобразованиях Лоренца;
- 2) свет всегда распространяется в свободном пространстве с одной и

Эйнштейн предложил постулат, что скорость света для всех наблюдателей, как бы они ни двигались, одинакова. Этот постулат (при выполнении некоторых дополнительных условий) приводит к полученным ранее Х. Лоренцем формулам для преобразований координат и времени при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую, движущуюся относительно первой. Но Лоренц рассматривал эти



преобразования как вспомогательные, или фиктивные, не имеющие непосредственного отношения к реальному пространству и времени. Эйнштейн понял реальность этих преобразований, в частности, реальность относительности одновременности.

Таким образом, принцип относительности, установленный для механики еще Галилеем, был распространен на электродинамику и другие области физики. Это привело, в частности, к установлению важного универсального соотношения между массой  $M$ , энергией  $E$  и импульсом  $P$ :  $E^2 = M^2 c^4 + P^2 c^2$  (где  $c$  - скорость света), которое можно назвать одной из теоретических предпосылок использования внутриядерной энергии.

## 2.2. Общая теория относительности

В 1905 г. Эйнштейну было 26 лет, но его имя уже приобрело широкую известность. В 1909 г. он избран профессором Цюрихского университета, а через два года - Немецкого университета в Праге. В 1912 г. Эйнштейн возвратился в Цюрих, где занял кафедру в Политехникуме, но уже в 1914 г. принял приглашение переехать на работу в Берлин в качестве профессора Берлинского университета и одновременно директора Института физики. Германское подданство Эйнштейна было восстановлено. К этому времени уже полным ходом шла работа над общей теорией относительности. В результате совместных усилий

Эйнштейна и его бывшего студенческого товарища М. Грассмана в 1912 г. появилась статья «Набросок обобщенной теории относительности», а окончательная формулировка теории датируется 1915 г. Эта теория, по мнению многих ученых, явилась самым значительным и самым красивым теоретическим построением за всю историю физики.

Опираясь на всем известный факт, что «тяжелая» и «инертная» массы равны, удалось найти принципиально новый подход к решению проблемы, поставленной еще И. Ньютоном: каков механизм передачи гравитационного взаимодействия между телами и что является переносчиком этого взаимодействия.

Ответ, предложенный Эйнштейном, был ошеломляюще неожиданным: в роли такого посредника выступала сама «геометрия» пространства - времени. Любое массивное тело, по Эйнштейну, вызывает вокруг себя «искривление» пространства, то есть делает его геометрические свойства иными, чем в геометрии Евклида, и любое другое тело, движущееся в таком «искривленном» пространстве, испытывает воздействие первого тела.

Созданная А. Эйнштейном общая теорией относительности является обобщением ньютоновской теории тяготения на основе специальной теории относительности. В основе общей теории относительности лежит принцип эквивалентности - локальной неразличимости сил тяготения и сил инерции, возникающих при ускорении системы

Этот принцип проявляется в том, что в заданном поле тяготения тела любой массы и физической природы движутся одинаково при одинаковых начальных условиях. Теория Эйнштейна описывает тяготение как воздействие физической материи на геометрические свойства пространства-времени; в свою очередь, эти свойства влияют на движение материи и другие физические процессы. В таком искривленном пространстве-времени движение тел «по инерции» (т.е. при отсутствии внешних сил, кроме гравитационных) происходит по геодезическим линиям, аналогичным прямым в не искривленном пространстве, но эти линии уже искривлены. В сильном поле тяготения геометрия обычного трехмерного пространства оказывается неевклидовой, а время течет медленнее, чем вне поля. Общая теория относительности привела к предсказанию эффектов (конечной скорости изменения поля тяготения, равной скорости света в вакууме - это изменение переносится в виде гравитационных волн; возможности возникновения черных дыр и др.), которые вскоре получили экспериментальное подтверждение. Она позволила также сформулировать принципиально новые модели, относящиеся ко всей Вселенной, в том числе и модели нестационарной (расширяющейся) Вселенной. Из уравнений релятивистской механики (как и механики Ньютона) вытекает закон сохранения энергии, для которого получается новое выражение:  $E = mc^2$ . Это - знаменитое соотношение Эйнштейна,

связывающее массу тела и его энергию. Иногда это соотношение ошибочно истолковывают как указание на возможность взаимных превращений массы и энергии. В действительности же оно означает лишь то, что масса всегда пропорциональна энергии. В частности, наличие у покоящейся частицы массы говорит и о наличии у нее энергии (энергии покоя), что не играет роли в классической механике, но приобретает принципиальное значение при рассмотрении процессов, в которых число и сорт частиц может изменяться и поэтому энергия покоя может переходить в другие формы. В атомных ядрах энергия притяжения частиц приводит к тому, что общая масса ядра оказывается меньше суммы масс отдельных частиц (дефект массы). Установление этого факта явилось одним из важнейших шагов к возникновению ядерной энергетики, так как позволило оценить ту значительную энергию, которая должна высвободиться при делении тяжелых и слиянии легких ядер.

### **Заключение**

Теория относительности А.Эйнштейна - 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-

Теория, описывающая свойства пространства-времени в приближении, когда полями тяготения можно пренебречь, называется специальной или частной теорией относительности, или просто теорией относительности. Свойства пространства-времени при наличии полей тяготения исследуются в общей теории относительности, называемой также теорией тяготения Эйнштейна. Физические явления, описываемые теорией относительности, называются релятивистскими и проявляются при скоростях  $v$  движения тел, близких к скорости света в вакууме  $c$ .

В основе теории относительности лежат два положения: принцип относительности, означающий равноправие всех инерциальных систем отсчета, и постоянство скорости света в вакууме, ее независимость от скорости движения источника света. Эти два постулата определяют формулы перехода от одной инерциальной системы отсчета к другой - преобразования Лоренца, для которых характерно, что при таких переходах изменяются не только пространственные координаты, но и моменты времени (относительность времени). 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

течения времени в быстро движущемся теле и сокращение продольных - в направлении движения - размеров тел и др. Все эти закономерности теории относительности надежно подтверждены на опыте.

Теория относительности выявила ограниченность представлений классической физики об «абсолютных» пространстве и времени, неправомочность их обособления от движущейся материи; она дает более точное, по сравнению с классической механикой, отображение объективных процессов реальной действительности.

Ряд выводов общей теории относительности качественно отличаются от выводов ньютоновской теории тяготения. Важнейшие среди них связаны с возникновением черных дыр, сингулярностей пространства-времени, существованием гравитационных волн (гравитационного излучения).

Представления о пространстве и времени составляют основу физического миропонимания, что уже само по себе определяет значение теории относительности. Особенно велика ее роль в физике ядра и элементарных частиц, в том числе и для расчетов гигантских установок, которые предназначены для потоков очень быстрых частиц, необходимых для экспериментов, позволяющих продвинуться в изучении строения материи.

## **Литература**

**Горелов А.А.** Концепции современного естествознания. - М.: Владов, 2000. - 512 с.

**Григорьев В.Н.** Альберт Эйнштейн // Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия. - М., 2001.

**Данилова В.С., Кожевников Н.Н.** Основные концепции естествознания. - М.: Аспект Пресс, 2000. - 256 с.

**Концепции современного естествознания / Под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратников.** - М.: ЮНИТИ, 2000. - 203 с.

**Концепции современного естествознания / Самыгин С.И. и др.** - Ростов н/Д.: Феникс, 1997. - 448 с.

**Руза Вин Г.И.** Концепции современного естествознания: Курс лекций. - М.: Проект, 2002. - 336 с.

**Солопов Е.Ф.** Концепции современного естествознания. - М.: Владов, 1999. - 232 с.

**Хорошавина С.Г.** Концепции современного естествознания: Курс лекций. - Ростов н/Д.: Феникс, 2002. - 480 с.