- *Специальная* (или *частная*) *теория относительности* (СТО) представляет собой современную физическую теорию пространства и времени.
- СТО служит теоретической базой современной физики и техники.
- СТО часто называют *релятивистской теорией*, а специфические явления, описываемые этой теорией, – *релятивистскими эффектами*.

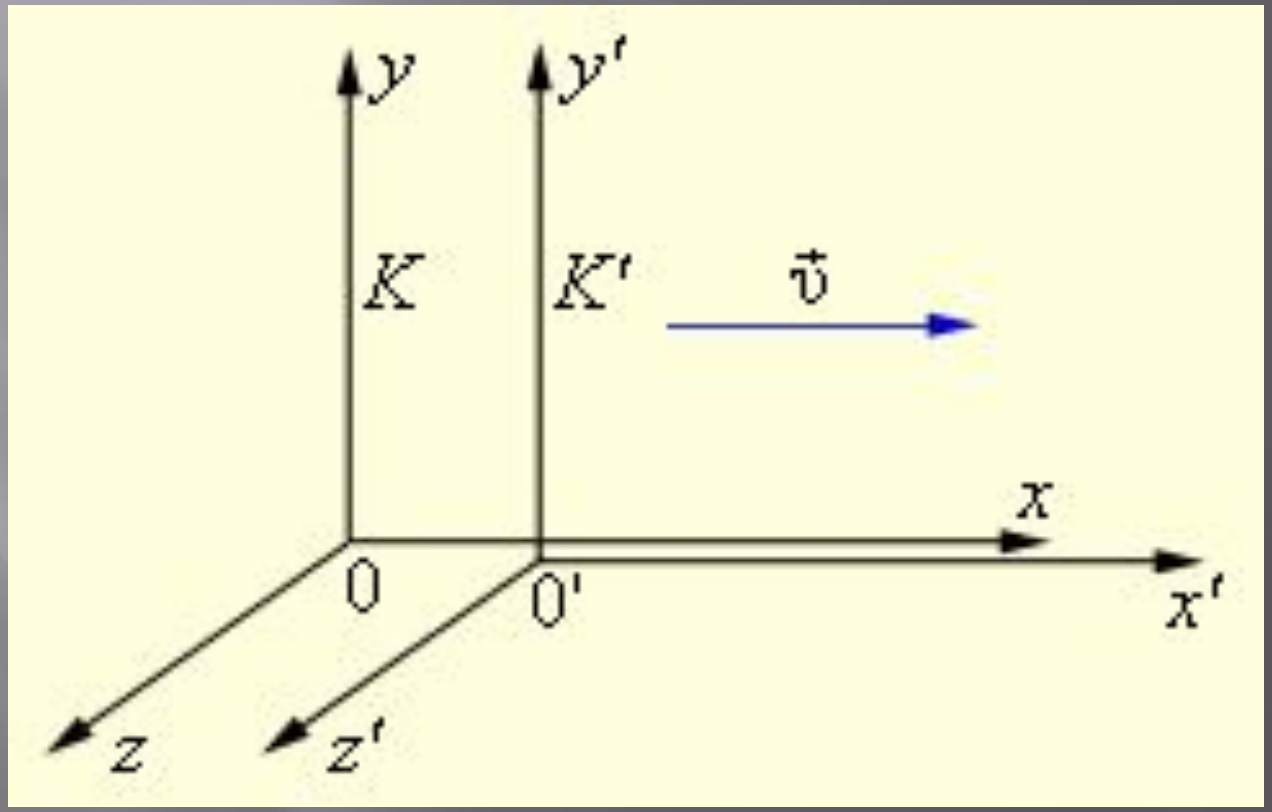
Специальная теория относительности была создана А. Эйнштейном (1905 г.)

Постулаты СТО

- В основе классической механики лежит механический принцип относительности (или принцип относительности Галилея): законы динамики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.
- В частном случае, когда система K' движется со скоростью υ вдоль положительного направления оси x системы K (рис. 4.1.1), преобразования Галилея имеют вид:

$$x = x' + \upsilon t, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t'.$$

- Предполагается, что в начальный момент оси координат обеих систем совпадают

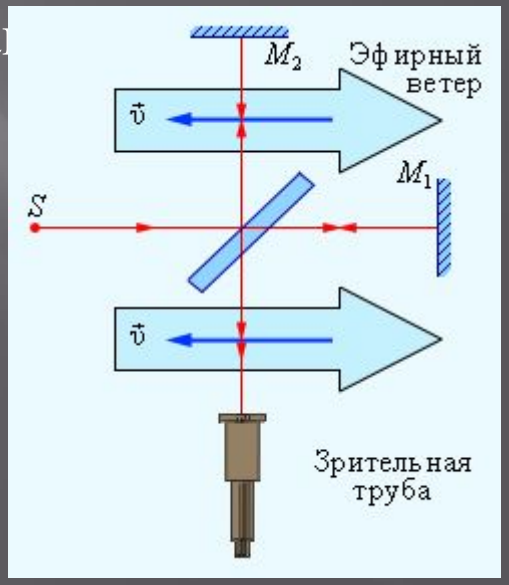


- Из преобразований Галилея следует классический закон преобразования скоростей при переходе от одной системы отсчета к другой:
- $u_x = u'_x + \upsilon, \quad u_y = u'_y, \quad u_z = u'_z.$
- Ускорения тела во всех инерциальных системах оказываются одинаковыми:

$$a_x = a'_x, \quad a_y = a'_y, \quad a_z = a'_z \quad \text{или} \quad \vec{a} = \vec{a}'.$$

- Следовательно, уравнение движения классической механики (второй закон Ньютона) не меняет своего вида при переходе от одной инерциальной системы к другой.

- Предположение о том, что свет распространяется в особой среде – эфире, было опровергнуто многочисленными экспериментами. Американский физик А. МайкельсонПредположение о том, что свет распространяется в особой среде – эфире, было опровергнуто многочисленными экспериментами. Американский физик А. Майкельсон сначала самостоятельно в 1881 году, а затем совместно с Э. Морли (тоже американец) в 1887 году пытался обнаружить движение Земли относительно эфира («эфирный ветер») с помощью интерференционного опыта. Упрощенная схема опыта Майкельсона–Морли предста



- В этом опыте одно из плеч интерферометра Майкельсона устанавливалось параллельно направлению орбитальной скорости Земли ($\upsilon = 30$ км/с). Затем прибор поворачивался на 90°, и второе плечо оказывалось ориентированным по направлению орбитальной скорости. Расчеты показывали, что если бы неподвижный эфир существовал, то при повороте прибора интерференционные полосы должны были сместиться на расстояние, пропорциональное $(\upsilon / c)^2$.

- В этом опыте одно из плеч интерферометра Майкельсона устанавливалось параллельно направлению орбитальной скорости Земли ($\upsilon = 30$ км/с). Затем прибор поворачивался на 90°, и второе плечо оказывалось ориентированным по направлению орбитальной скорости. Расчеты показывали, что если бы неподвижный эфир существовал, то при повороте прибора интерференционные полосы должны были сместиться на расстояние, пропорциональное $(\upsilon / c)^2$.

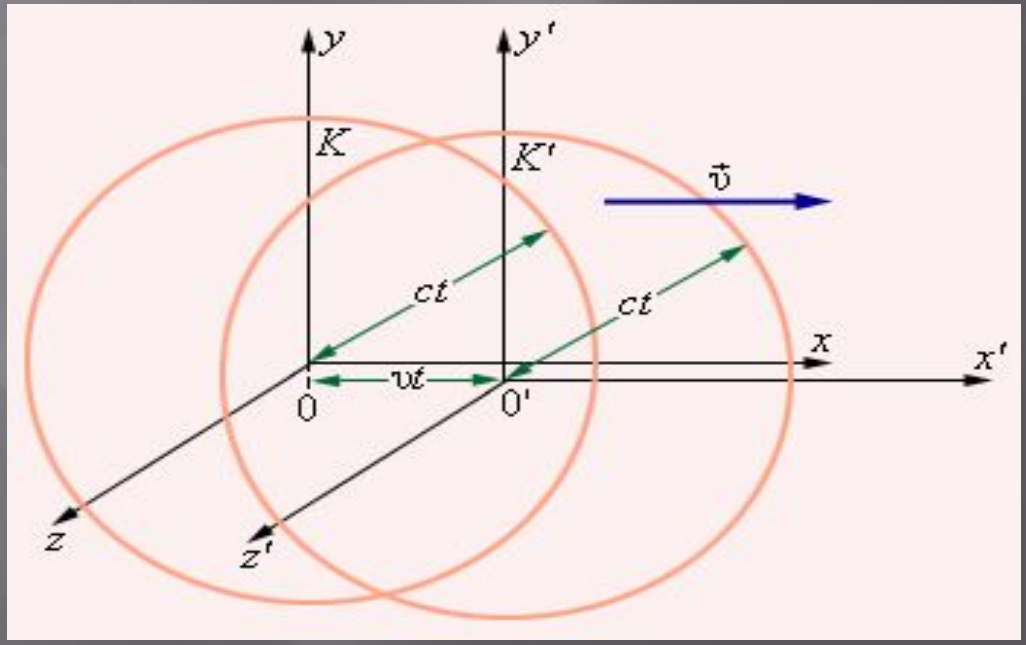
- Исключительную роль в развитии представлений о пространстве и времени сыграла теория МаксвеллаИсключительную роль в развитии представлений о пространстве и времени сыграла теория Максвелла. К началу XX века эта теория стала общепризнанной. Предсказанные теорией Максвелла электромагнитные волныИсключительную роль в развитии представлений о пространстве и времени сыграла теория Максвелла. К началу XX века эта теория стала общепризнанной. Предсказанные теорией Максвелла электромагнитные волны, распространяющиеся с конечной скоростью, уже нашли практическое применение – в 1895 году А. С. Поповым было изобретено радио. Но из теории Максвелла следует, что скорость распространения электромагнитных волн в любой инерциальной системе отсчета имеет одно и то же значение, равное скорости света в вакууме. Это значит, что уравнения, описывающие распространение электромагнитных волн, не инвариантны относительно преобразований Галилея. Если электромагнитная волна (в частности, свет) распространяется в системе отсчета K' (рис. 4.1.1) в положительном направлении оси x', то в системе K свет должен, согласно галилеевской кинематике распространяться со скоростью c + υ, а не c.

- Итак, на рубеже XIX и XX веков физика переживала глубокий кризис. Выход был найден Эйнштейном ценой отказа от классических представлений о пространстве и времени.
- Наиболее важным шагом на этом пути явился пересмотр используемого в классической физике понятия абсолютного времени. Классические представления, кажущиеся наглядными и очевидными, в действительности оказались несостоятельными. Многие понятия и величины, которые в нерелятивистской физике считались абсолютными, т. е. не зависящими от системы отсчета, в эйнштейновской теории относительности переведены в разряд относительных.

В основе специальной теории относительности лежат два принципа или постулата, сформулированные Эйнштейном в 1905 г.

- Принцип относительности: все законы природы инвариантны по отношению к переходу от одной инерциальной системы отсчета к другой. Это означает, что во всех инерциальных системах физические законы (не только механические) имеют одинаковую форму. Таким образом, принцип относительности классической механики обобщается на все процессы природы, в том числе и на электромагнитные. Этот обобщенный принцип называют принципом относительности Эйнштейна.
- Принцип постоянства скорости света: скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Скорость света в СТО занимает особое положение. Это предельная скорость передачи взаимодействий и сигналов из одной точки пространства в другую.

- Постулаты СТО находятся в явном противоречии с классическими представлениями. Рассмотрим такой мысленный эксперимент: в момент времени t = 0, когда координатные оси двух инерциальных систем K и K' совпадают, в общем начале координат произошла кратковременная вспышка света. За время t системы сместятся относительно друг друга на расстояние υt, а сферический волновой фронт в каждой системе будет иметь радиус ct (рис. 4.1.3), так как системы равноправны и в каждой из них скорость света равна c.



- С точки зрения наблюдателя в системе K центр сферы находится в точке O, а с точки зрения наблюдателя в системе K' он будет находиться в точке O'. Следовательно, центр сферического фронта одновременно находится в двух разных точках!
- Причина возникающего недоразумения лежит не в противоречии между двумя принципами СТО, а в допущении, что положение фронтов сферических волн для обеих систем относится к одному и тому же моменту времени.

- Это допущение заключено в формулах преобразования Галилея, согласно которым время в обеих системах течет одинаково: $t = t'$. Следовательно, постулаты Эйнштейна находятся в противоречии не друг с другом, а с формулами преобразования Галилея. Поэтому на смену галилеевых преобразований СТО предложила другие формулы преобразования при переходе из одной инерциальной системы в другую – так называемые преобразования Лоренца, которые при скоростях движения, близких к скорости света, позволяют объяснить все релятивистские эффекты, а при малых скоростях ($\upsilon << c$) переходят в формулы преобразования Галилея.

- Таким образом, новая теория (СТО) не отвергла старую классическую механику Ньютона, а только уточнила пределы ее применимости. Такая взаимосвязь между старой и новой, более общей теорией, включающей старую теорию как предельный случай, носит название принципа соответствия.