Существуют волны, которые не нуждаются в каком-либо веществе для своего распространения – это электромагнитные волны. К ним, в частности, относятся радиоволны и свет. Электромагнитное поле может существовать в вакууме, т. е. в пространстве, не содержащем атомов. Несмотря на существенное отличие электромагнитных волн от механических, электромагнитные волны при распространении ведут себя подобно механическим.

**Распространение электромагнитных взаимодействий**

Электромагнитное взаимодействие распространяется с конечной скоростью.

Перемещение заряда меняет электрическое поле вблизи него. Это переменное электрическое поле порождает переменное магнитное поле в соседних областях пространства. Переменное же магнитное поле, в свою очередь, порождает переменное электрическое поле и т. д.

Перемещение заряда вызывает, таким образом, «возмущение» электромагнитного поля, которое, распространяясь, охватывает все большие и большие области окружающего пространства, изменяя то поле, которое существовало до смещения заряда. Наконец, это «возмущение» достигает другого заряда, что и приводит к изменению действующей на него силы. Но произойдет это не в тот момент времени, когда произошло смещение первого заряда. Процесс распространения электромагнитного возмущения, механизм которого был открыт Максвеллом, происходит с конечной, хотя и очень большой, скоростью. В этом и состоит фундаментальное свойство поля, которое не оставляет сомнений в его реальности.

Максвелл математически доказал, что скорость распространения этого процесса («возмущения» электромагнитного поля) равна скорости света в вакууме.

**Электромагнитная волна**

Представьте себе, что электрический заряд не просто сместился из одной точки в другую, а был приведен в быстрые колебания вдоль некоторой прямой. Заряд движется подобно телу, подвешенному на пружине, но только колебания его происходят со значительно большей частотой. Тогда электрическое поле в непосредственной близости от заряда начнет периодически изменяться. Период этих изменений, очевидно, будет равен периоду колебаний заряда. Переменное электрическое поле будет порождать периодически меняющееся магнитное поле, а оно, в свою очередь, вызовет появление переменного электрического поля уже на большем расстоянии от заряда и т. д.

В окружающем заряд пространстве, захватывая все большие и большие области, возникает система взаимно перпендикулярных, периодически изменяющихся электрических и магнитных полей. На рисунке ниже изображен «мгновенный снимок» такой системы полей на большом расстоянии от колеблющегося заряда:

На этом рисунке показаны векторы *E* и *B* в различных точках пространства. Направление Z — одно из направлений распространения электромагнитных возмущений.

Образуется так называемая электромагнитная волна, бегущая по всем направлениям от колеблющегося заряда.

В каждой точке пространства электрические и магнитные поля меняются во времени периодически. Чем дальше расположена точка от заряда, тем позднее достигнут ее колебания векторов *E* и *B*. Следовательно, на разных расстояниях от заряда колебания каждого из этих векторов происходят с различными фазами.

Колебания векторов *E* и *B* в любой точке совпадают по фазе. Кратчайшее расстояние между двумя ближайшими точками, в которых колебания происходят в одинаковых фазах, есть длина волны *λ*. В данный момент времени векторы *E* и *B* меняются в пространстве по оси Z по закону синуса с периодом *λ*.

Направления этих двух колеблющихся векторов — напряженности электрического поля и индукции магнитного поля — перпендикулярны направлению распространения волны. Электромагнитная волна является поперечной.

Таким образом, векторы *E* и *B* в электромагнитной волне перпендикулярны друг к другу и перпендикулярны направлению распространения волны. Если вращать буравчик с правой нарезкой от вектора *E* к вектору *B*, то поступательное перемещение буравчика будет совпадать с направлением вектора скорости волны *c*.

**Излучение электромагнитных волн**

Электромагнитные волны излучаются колеблющимися зарядами. Скорость движения таких зарядов меняется со временем, т. е. они движутся с ускорением. Наличие ускорения у движущихся зарядов — главное условие излучения ими электромагнитных волн.

Электромагнитное поле излучается заметным образом не только при колебаниях заряда, но и при любом достаточно быстром изменении его скорости. Интенсивность излучаемой волны тем больше, чем больше ускорение, с которым движется заряд.

Энергия электромагнитного поля волны в любой фиксированный момент времени меняется периодически в пространстве, вместе с изменением векторов *E* и *B*. Бегущая волна несет с собой энергию, перемещающуюся со скоростью с вдоль направления распространения волны. В результате этого энергия, переносимая электромагнитной волной в любой точке пространства, меняется периодически со временем.

Таким образом, электромагнитные волны возникают из-за того, что переменное электрическое поле порождает переменное магнитное поле. Это переменное магнитное поле, в свою очередь, порождает переменное электрическое поле. Электромагнитная волна переносит энергию.