

Электромагнитная природа  
света. Скорость света.

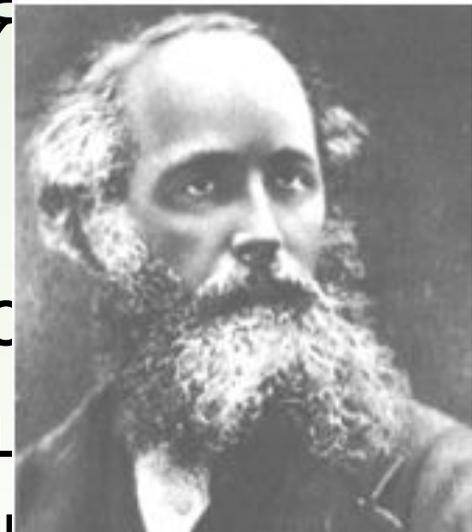
# Электромагнитная теория

Исследования Майкла Фарадея продолжил его соотечественник *Джеймс Клерк Максвелл*.

Переложив на язык высшей математики все известные к тому времени факты об электрических и магнитных явлениях

Максвелл

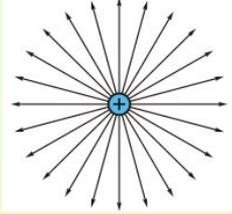
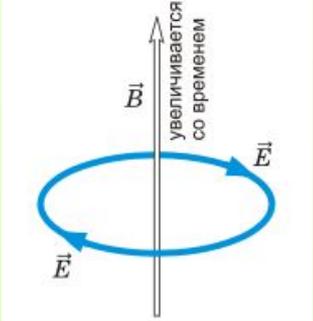
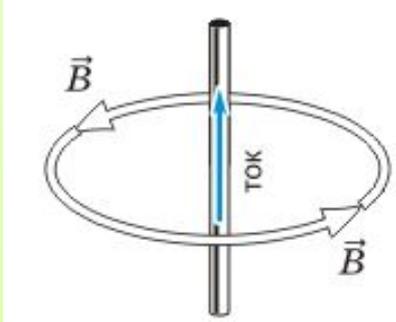
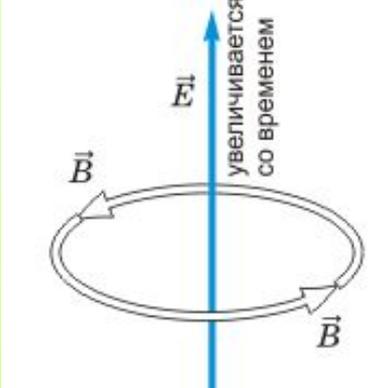
обнаружил, что полученная им система уравнений имеет только «нулевое» решение, соответствующее отсутствию электрических зарядов и полей - электрического и магнитного.



# Электромагнитная теория

- Тогда Максвелл предположил, что **магнитное поле создается также переменным электрическим полем**. И в результате он получил систему уравнений, которая правильно описывала все известные электромагнитные явления.
- Эти уравнения называют сегодня **уравнениями Максвелла**. Они играют в электромагнетизме такую же ключевую роль, какую законы Ньютона играют в механике.
- Объединив электрическое и магнитное поля в общую систему уравнений, Максвелл ввел понятие единого **электромагнитного поля**.

# Основные положения теории Максвелла

Поле	Чем создается	
Электрическое	<p data-bbox="421 361 1112 461">Покоящимися и движущимися электрическими зарядами</p> 	<p data-bbox="1151 361 1862 518">Переменным магнитным полем (изображен случай усиления магнитного поля)</p> 
Магнитное	<p data-bbox="421 839 1112 996">Движущимися электрическими зарядами (электрическими токами)</p> 	<p data-bbox="1151 839 1850 996">Переменным электрическим полем (изображен случай усиления электрического поля)</p> 

# Предсказание Максвелла

Из теории Максвелла следовало **предсказание**, чрезвычайно взволновавшее ученого. Именно оно и стало главным следствием его теории:

- переменные электрическое и магнитное поля могут отделиться от электрических зарядов и пуститься в «самостоятельное плавание» в виде **электромагнитных волн** -распространяющихся в пространстве возмущений электромагнитного поля.

- **Существование электромагнитных волн** и было главным предсказанием теории

# Предсказание Максвелла

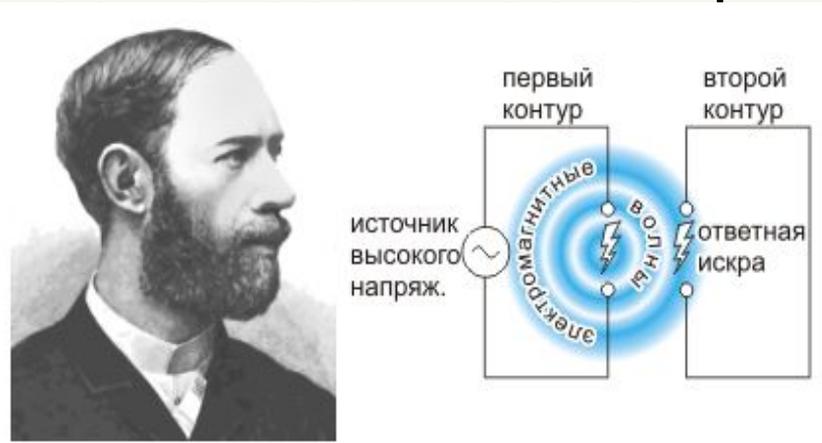
- Он смог даже теоретически вычислить скорость распространения этих волн, используя только экспериментальные данные о взаимодействии электрических зарядов и электрических токов. Полученный «на кончике пера» результат поразил ученого: скорость электромагнитных волн **совпала с уже измеренной к тому времени скоростью света!**
- Удивление ученого и его волнение были связаны с тем, что до той поры световые явления никак не связывали с электрическими и магнитными.
- Однако любая - даже самая красивая - научная теория требует подтверждения на эксперименте. А подтвердить существование электромагнитных волн на опыте долгое время не удавалось.

# Подтверждение на опыте существования электромагнитных волн

- Сторонниками теории Максвелла были в основном английские физики (может быть, отчасти потому, что сам Максвелл был англичанином).
- Немецкие же физики придерживались теории, согласно которой электрические и магнитные явления обусловлены действием на расстоянии (дальнодействием).
- И немецкий физик Генрих Герц решил поставить опыт с целью **опровергнуть** теорию Максвелла.

- В узком промежутке незамкнутого контура с помощью высокого напряжения возбуждалась искра (см. рис. ).
- Если бы электромагнитные волны существовали, они должны были бы, распространившись в пространстве, «зажечь» искру во втором контуре, не соединенном с первым.
- Герц предполагал, что искры во втором контуре не будет. Но опыт показывал, что искра во втором контуре неизменно следуе

А это означало, что электромагнитные волны действительно **существуют**



# Распространение э.м. волн

Максвелл считал, что электромагнитные волны распространяются в некоторой среде. Существование такой «светоносной» среды, которую называли эфиром, предполагали и многие последователи Максвелла.

В конце 19-го века были поставлены исключительно точные эксперименты для обнаружения так называемого «эфирного ветра», обусловленного движением Земли относительно эфира. Однако никаких следов «эфирного ветра» обнаружить не удалось.

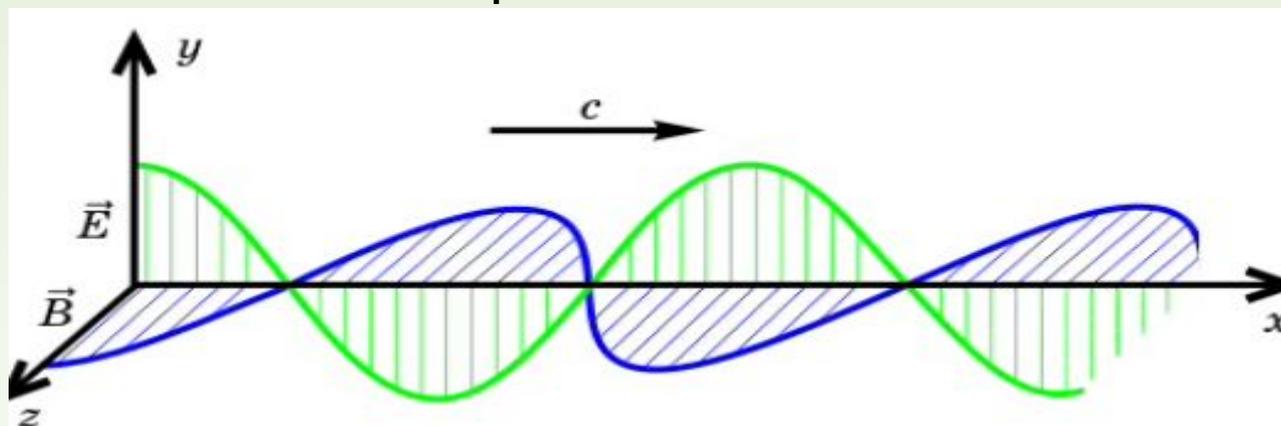
В начале 20-го века выдающийся физик Альберт Эйнштейн создал **специальную теорию относительности**, которая убедительно объяснила все электромагнитные явления, не требуя существования эфира. Согласно теории относительности электромагнитные волны могут распространяться и в **вакууме**. Причем в вакууме скорости электромагнитных волн наибольшая, какого

# Чем излучаются э.м. волны?

- Как следует из теории Максвелла и подтверждается опытом, ***электромагнитные волны излучаются ускоренно движущимися заряженными частицами.***
- Например, колебания электронов в Солнце и звездах рождают электромагнитные волны, которые, пройдя огромные расстояния, действуют на электроны в атомах наших глаз.
- Если заряженная частица совершает колебания, то излучаемые этой частицей электромагнитные волны имеют частоту, равную частоте колебаний частицы.
-

# Направление электрического и магнитного полей в электромагнитной волне.

- Если заряженная частица, являющаяся источником электромагнитных волн, совершает гармонические колебания, то на большом расстоянии от нее электрическое и магнитное поля представляют собой гармонические волны.



- На рис. схематически изображена «мгновенная фотография» электромагнитной волны, то есть зависимость от координат  $B$  в каждой точке пространства, сквозь которое движется электромагнитная волна, модуль напряженности электрического поля прямо пропорционален модулю индукции магнитного поля, а направлены эти векторы под прямым углом друг к другу.
- Гребни электромагнитной волны перемещаются в пространстве со скоростью света  $C$

# Вопросы для самопроверки

1. Чем, согласно теории Максвелла, создается электрическое поле? Магнитное поле?
2. Что такое электромагнитные волны?
3. На основании какого совпадения Максвелл предположил, что свет представляет собой электромагнитные волны?
4. Как были открыты на опыте электромагнитные волны? Кто поставил этот опыт?
5. Где могут распространяться электромагнитные волны?
6. Чем излучаются электромагнитные волны?
7. Как направлены электрическое и магнитное поля в электромагнитной волне?
8. Кто установил на опыте существование давления света?