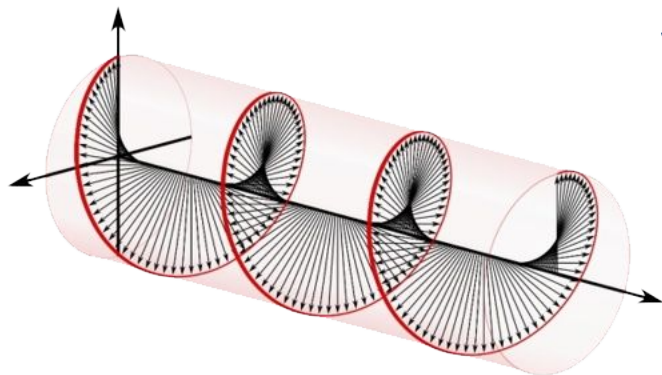
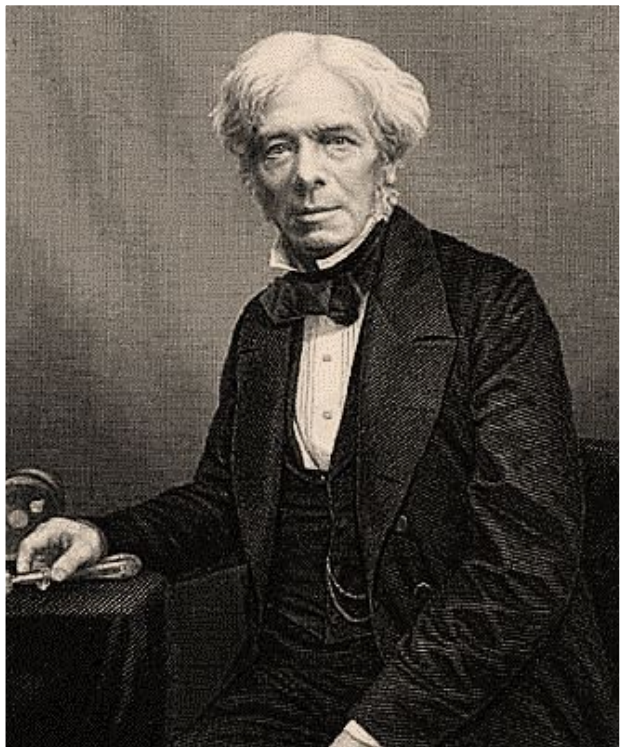


# Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Скорость распространения ЭМВ

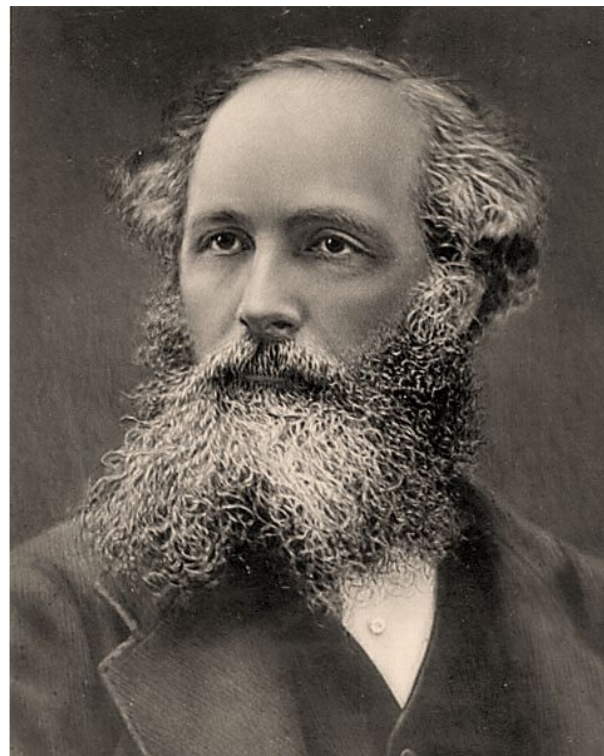


«...Научная деятельность...  
единственное, что переживает  
тебя и что на сотни и тысячи лет  
врезается в историю  
человечества»  
Абрам Федорович  
Иоффе

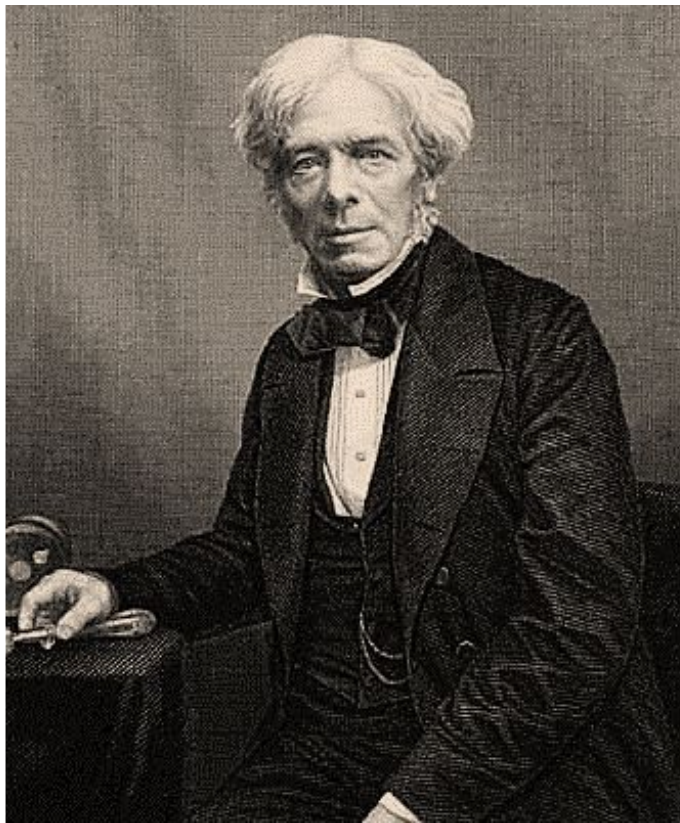


Майкл Фарадей  
22. 09. 1791 — 25. 08. 1867

1831



Джеймс Клерк Максвелл  
13. 06. 1831 — 5. 11. 1879



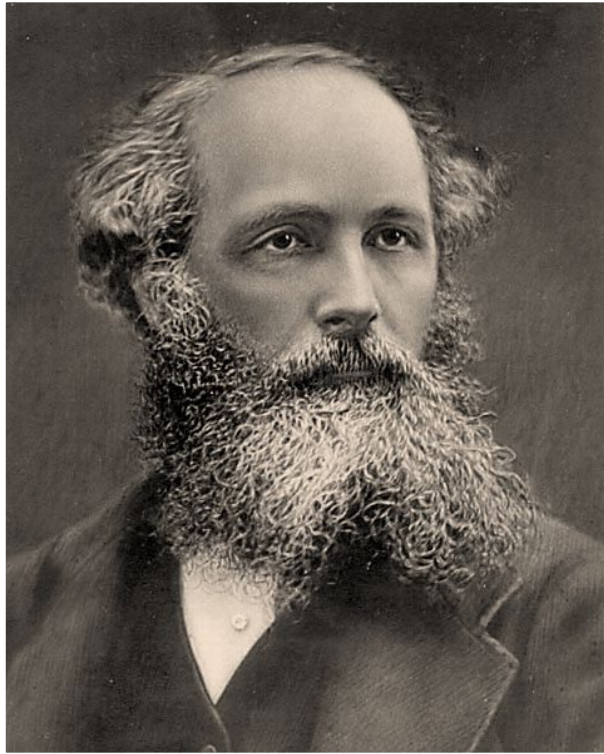
Майкл Фарадей

22. 09. 1791 — 25. 08. 1867

Явление возникновения тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур, называется **явлением электромагнитной индукции**.



1865 г



Джеймс Клерк Максвелл

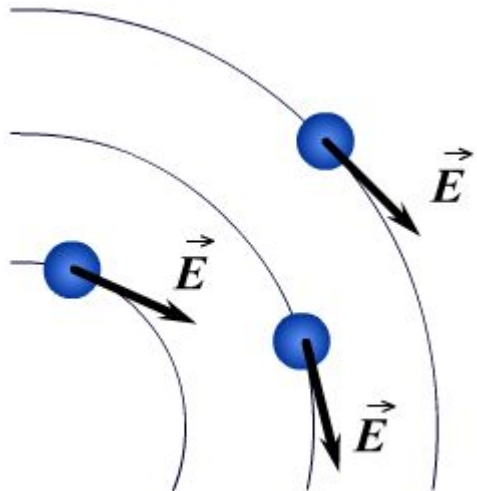
13. 06. 1831 — 5. 11. 1879

## Теория электромагнитного поля

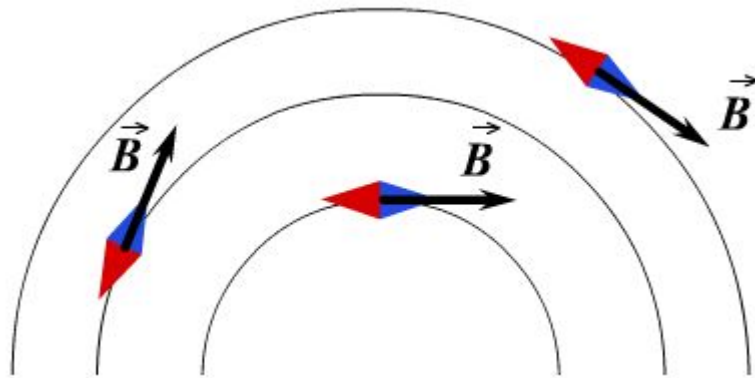
**1 постулат:** переменное магнитное поле создает в окружающем его пространстве вихревое электрическое поле, линии напряженности которого представляют собой замкнутые линии, охватывающие линии индукции магнитного поля.

**2 постулат:** переменное электрическое поле создает в окружающем его пространстве вихревое магнитное поле, линии индукции которого охватывают линии напряженности переменного электрического поля.

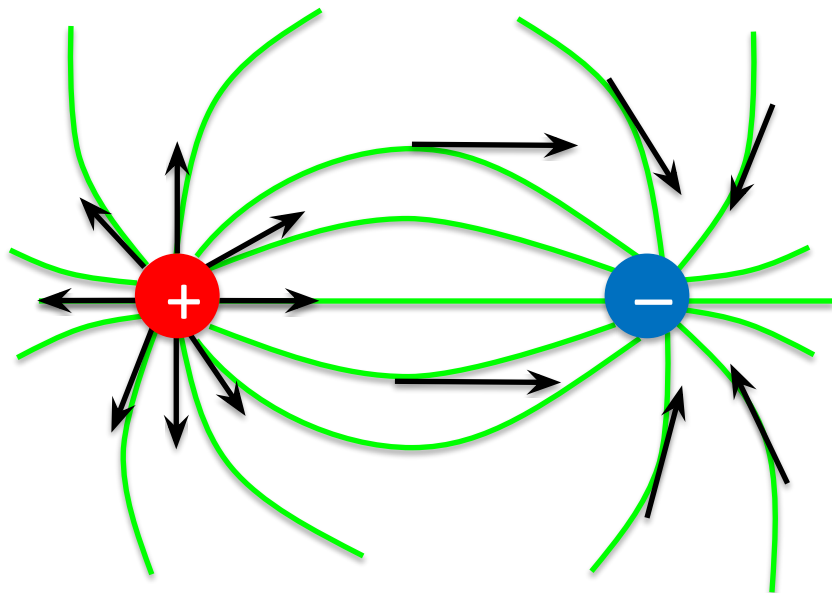
Электрическое  
поле



Магнитное  
поле



Вихревое  
поле

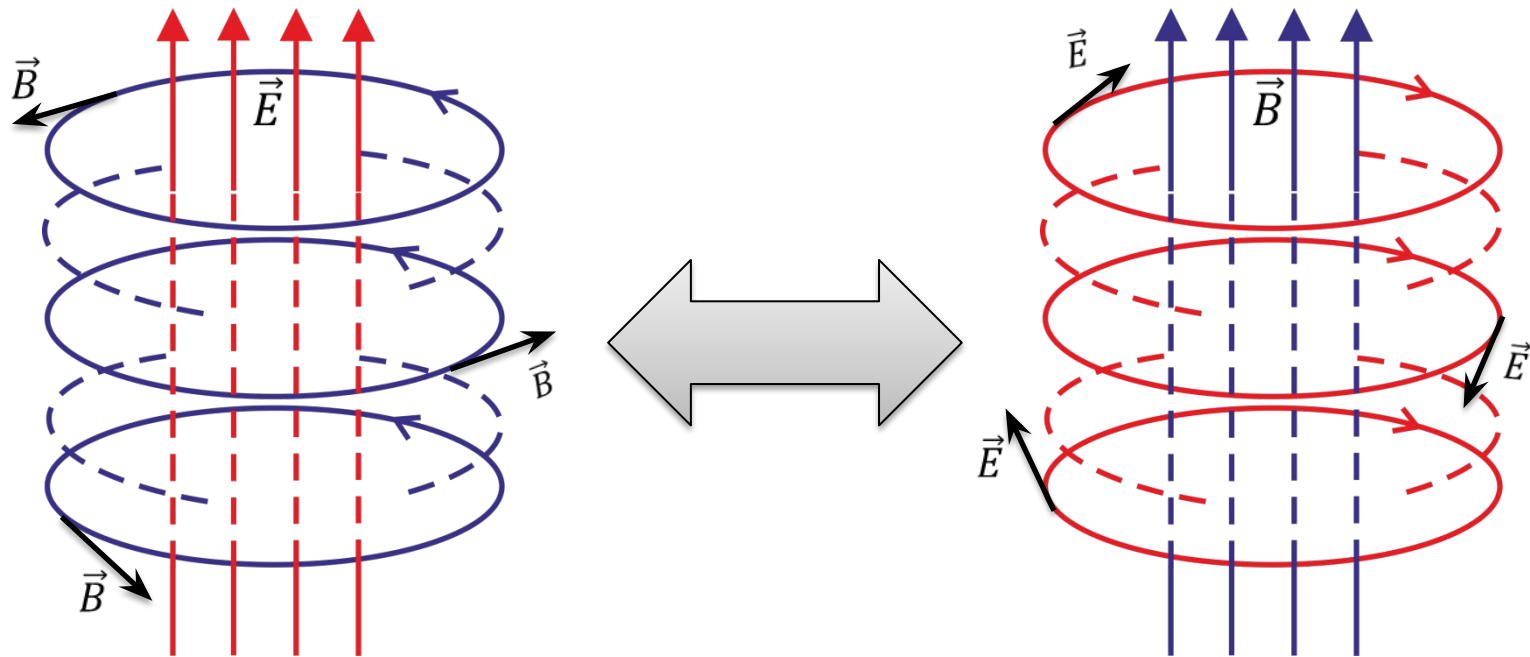


## Электростатическое поле

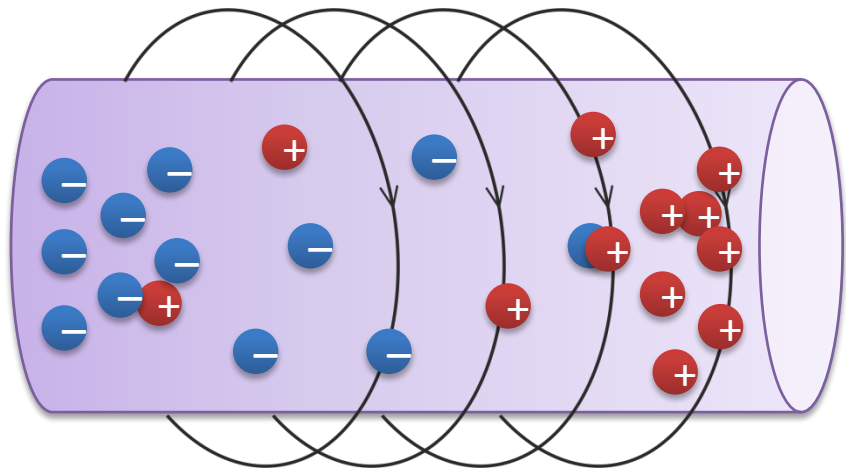
— это поле, созданное неподвижными в пространстве и неизменными во времени электрическими зарядами.

Силовые линии электростатического поля начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных.

Вихревое электрическое и магнитное поля "сцеплены" друг с другом, существуют одновременно и взаимно порождают друг друга.

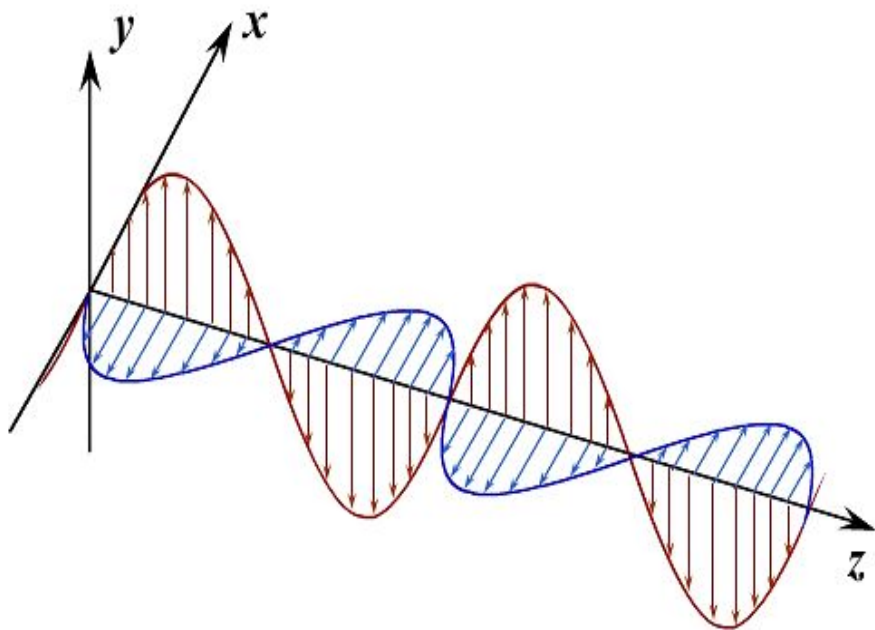


Электрическое поле без магнитного, и наоборот, могут существовать лишь по отношению к определенным системам отсчета.



**Электромагнитное поле** — это совокупность неразрывно связанных друг с другом изменяющихся электрического и магнитного полей.

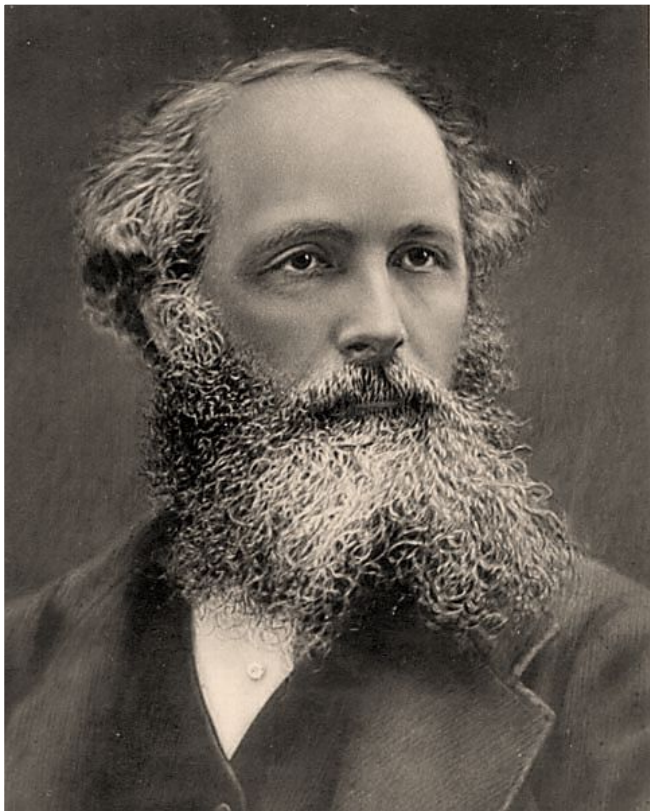
Максвелл предсказал существование электромагнитного поля за 22 года до того, как оно было обнаружено экспериментально.



## Электромагнитная волна

—это  
распространяющееся в  
пространстве  
периодичес-ки  
изменяющееся электро-  
магнитное поле

**Электромагнитные  
волны могут  
существовать в  
вакууме!!!**



Джеймс Клерк Максвелл  
13. 06. 1831 — 5. 11. 1879

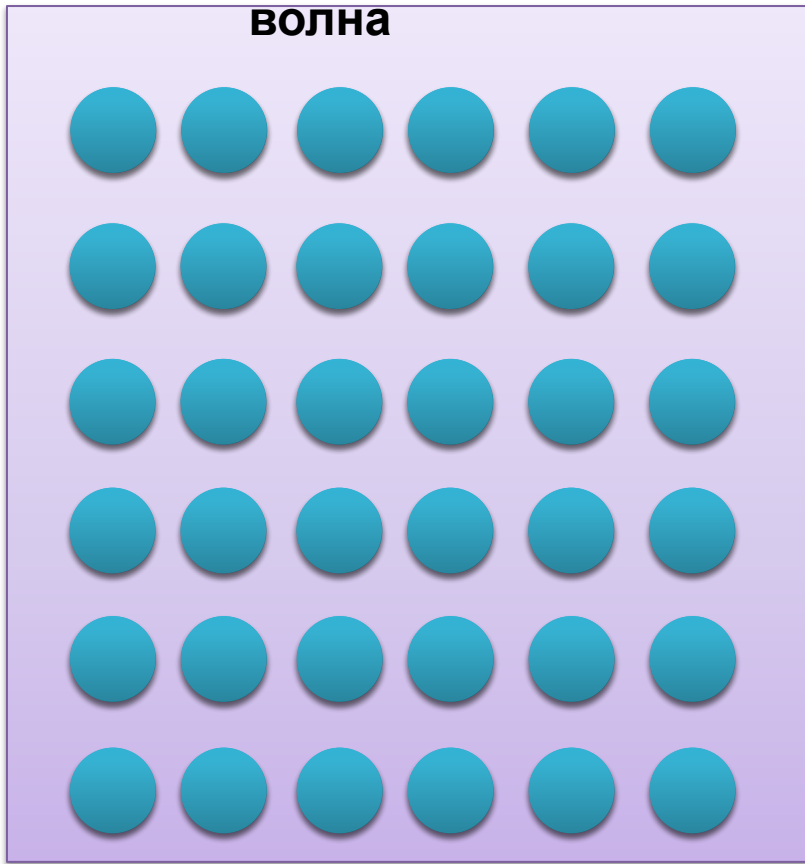
Скорость распространения  
электромагнитного поля в  
вакууме равна скорости света  
 $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Электромагнитная волна  
зависит от свойств среды, в  
которой она  
распространяется:

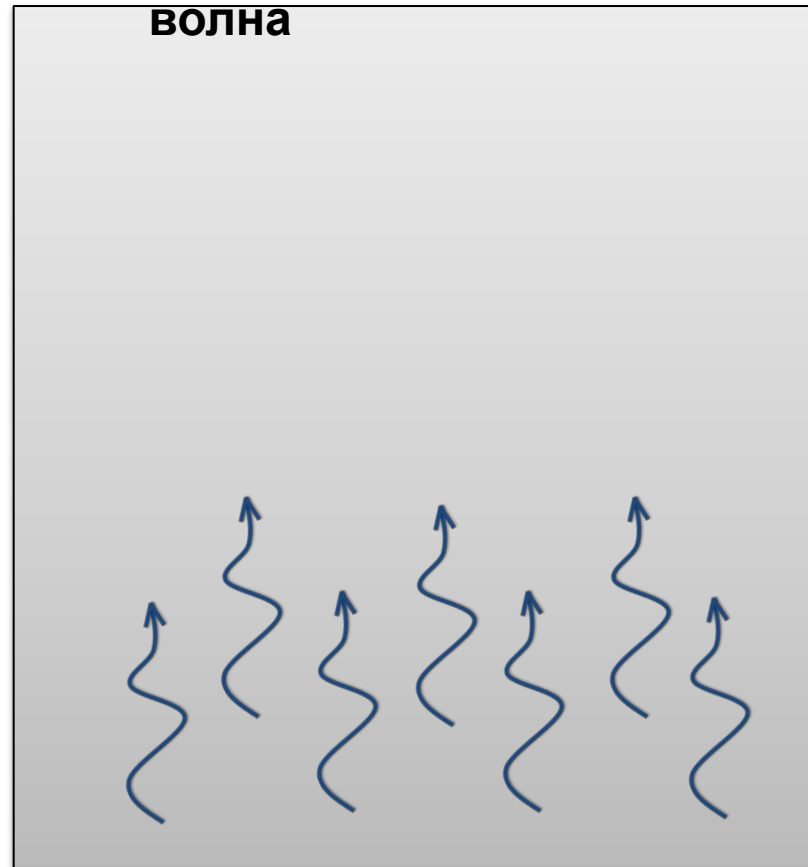
$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

$\epsilon$  — диэлектрическая  
проницаемость среды;  
 $\mu$  — магнитная проницаемость  
среды.

## Звуковая волна



## Электромагнитная волна

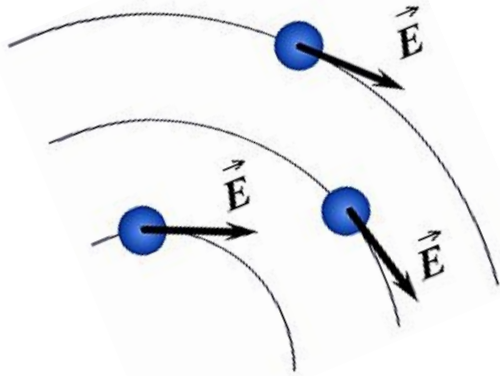


# Количественные характеристики полей

Электрическое  
поле

$\vec{E}$  — напряженность эл. поля

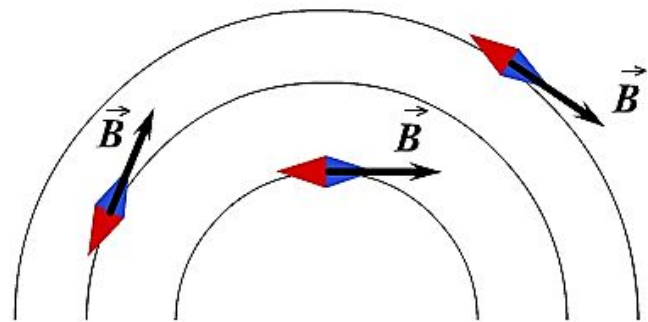
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

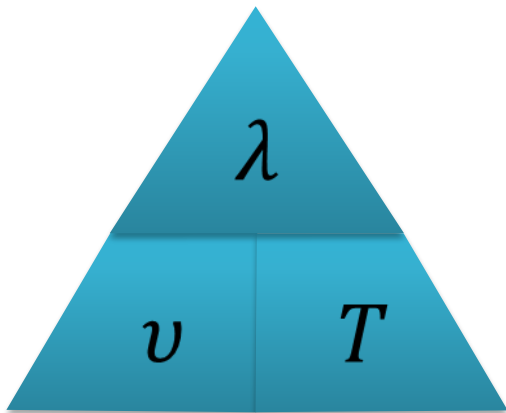
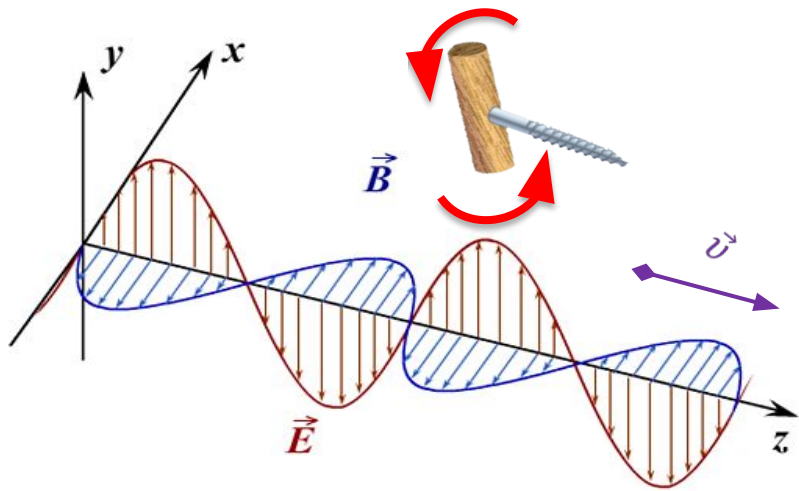


Магнитное  
поле

$\vec{B}$  — индукция магнитного поля

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}}{Il}$$

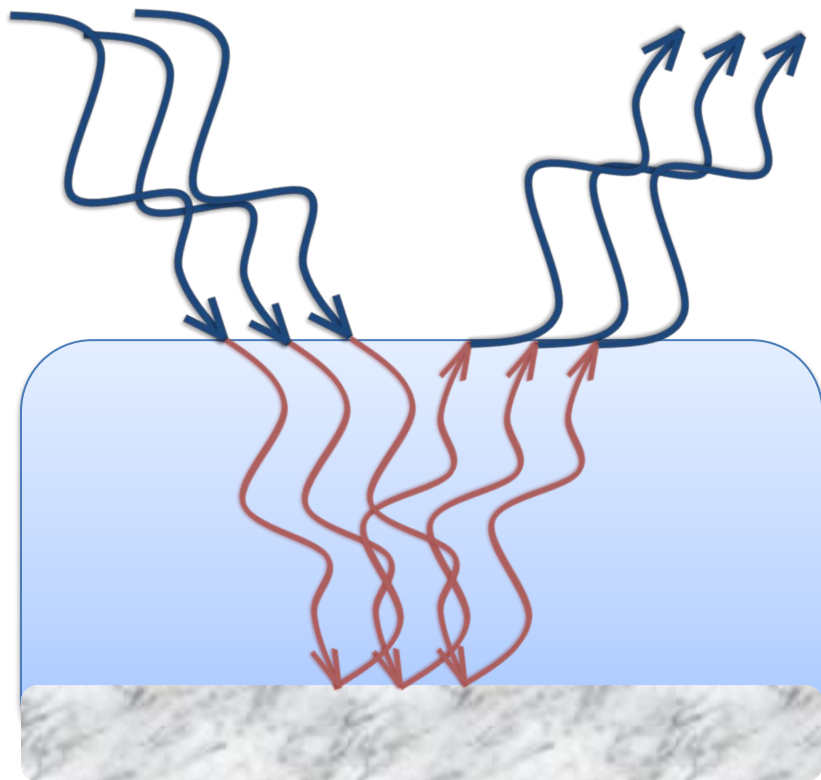




Электромагнитная волна  
— это поперечная волна.

$$\underbrace{\vec{E} \perp \vec{v} \quad \vec{B} \perp \vec{v}}_{\boxed{\vec{E} \perp \vec{B}}}$$

Если головку правого винта расположить в плоскости векторов  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  и поворачивать ее в направлении от  $\vec{E}$  к  $\vec{B}$  по кратчайшему пути, то поступательное движение острия винта укажет направление вектора  $\vec{v}$  в момент времени  $t$ .



Электромагнитная волна является носителем энергии.

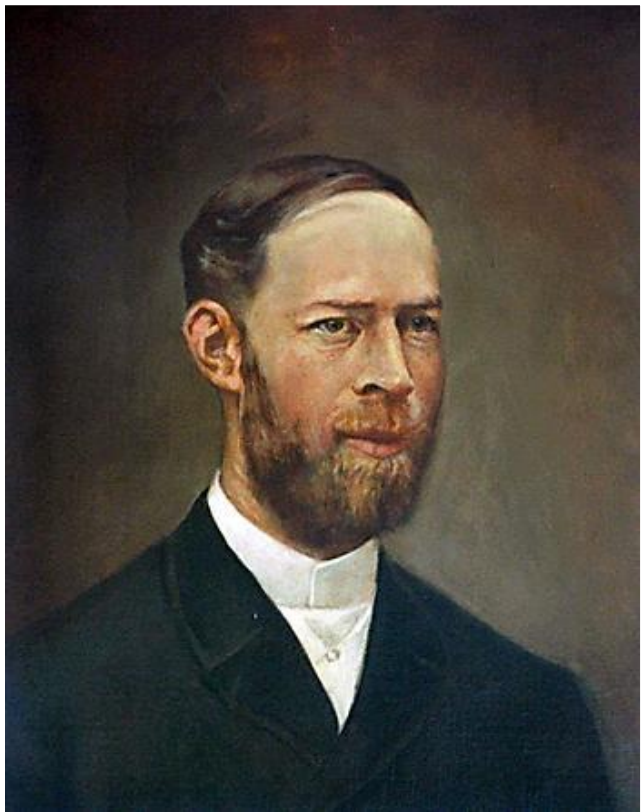
$$\dot{W}_{\text{эм}} = W_{\text{э}} + W_{\text{м}}$$

$$W_{\text{эм}} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2} V + \frac{B^2}{2\mu\mu_0} V.$$

$$W_{\text{эм}} = \varepsilon_0 \varepsilon E^2 V = \frac{B^2}{\mu\mu_0} V.$$

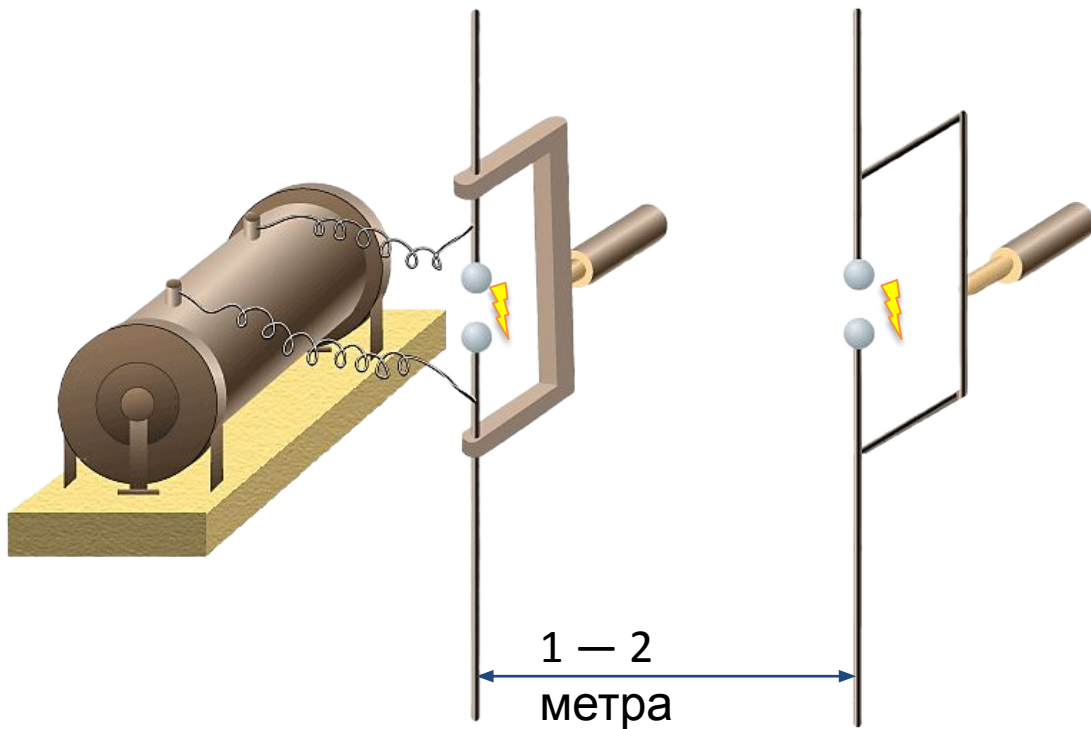
$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$  — электрическая постоянная;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$  — магнитная постоянная.



Генрих Рудольф Герц  
22. 02. 1857 — 01. 01. 1894

1888 г

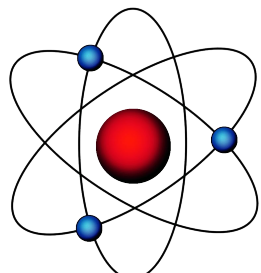


Проникающая  
способность

Видимость

Цветность

Скорость  
распространения



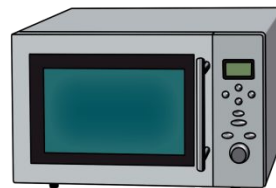
$10^{-12}$  м



$10^{-9}$  м



$10^{-6}$  м

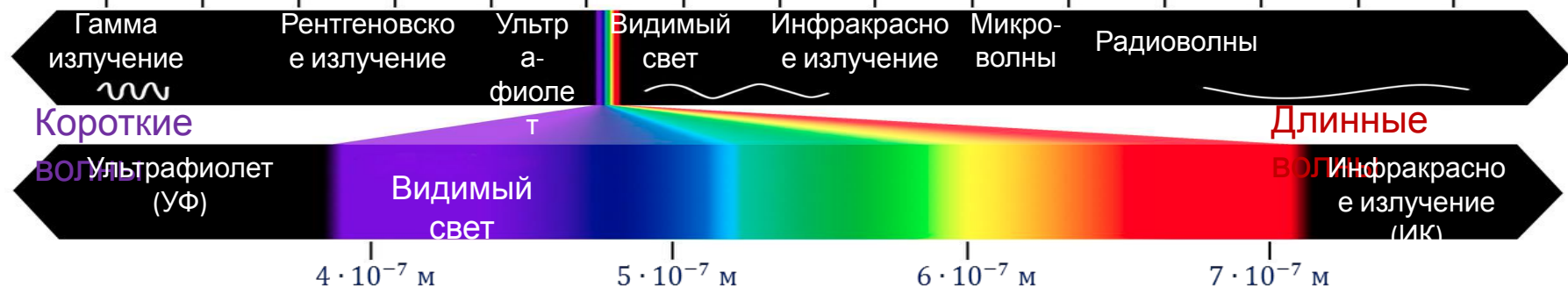


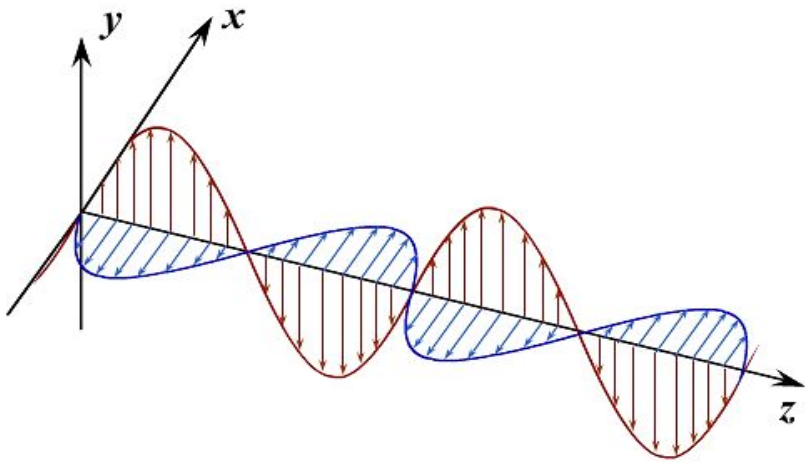
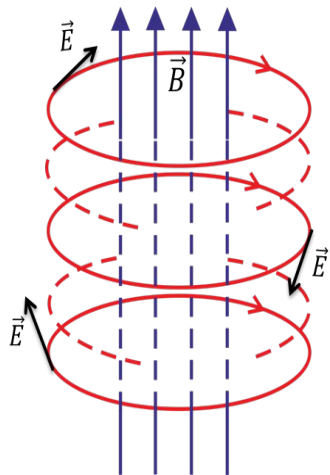
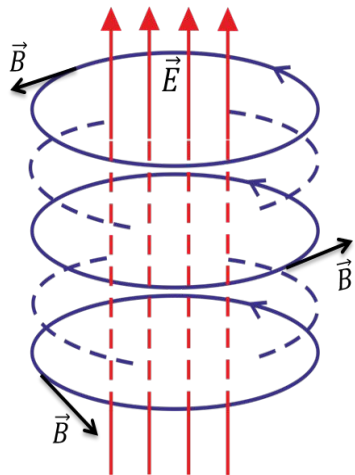
$10^{-3}$  м

$10^0$  м



$10^3$  м





**Напряженность** — это физическая вектор-ная величина, характеризующая электрическое поле в данной точке и численно равная отношению силы действующей на неподвижный пробный заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда.

**Электромагнитное поле** — это совокуп-ность неразрывно связанных друг с другом изменяющихся электрического и магнитного полей.

**Электромагнитная волна** — это распрос-траняющееся в пространстве периодически изменяющееся электромагнитное поле.

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$