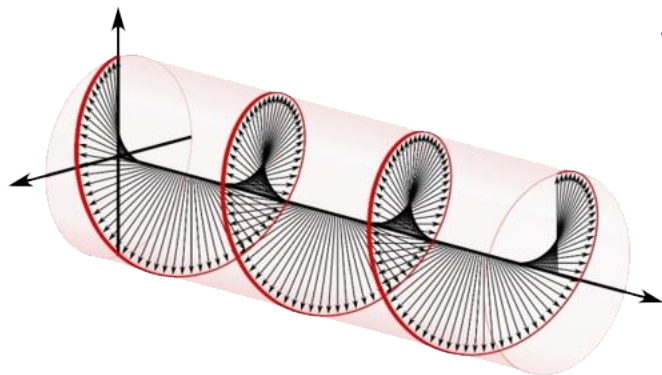
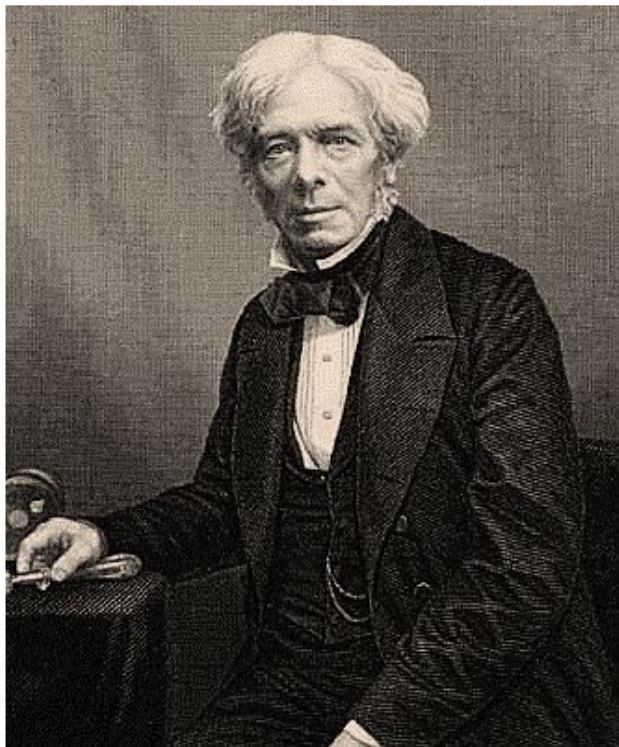


# Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Скорость распространения ЭМВ

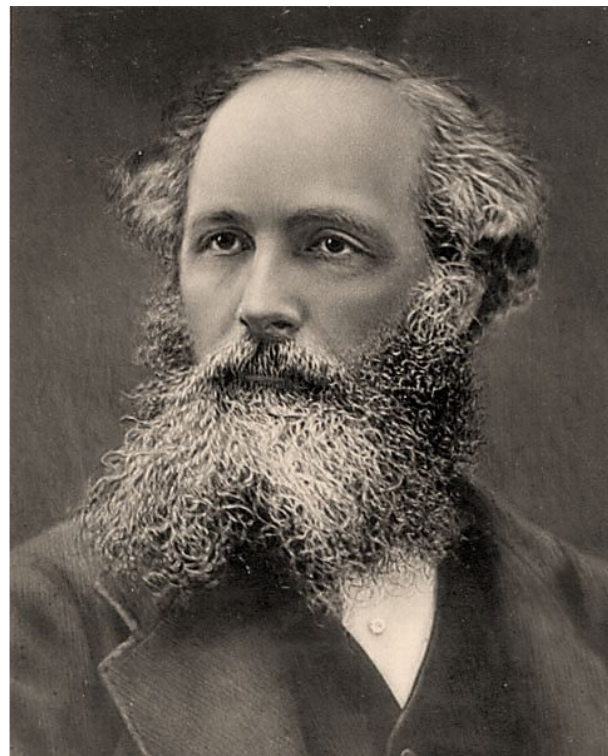


«...Научная деятельность...  
единственное, что переживает  
тебя и что на сотни и тысячи лет  
врезается в историю  
человечества»  
Абрам Федорович  
Иоффе

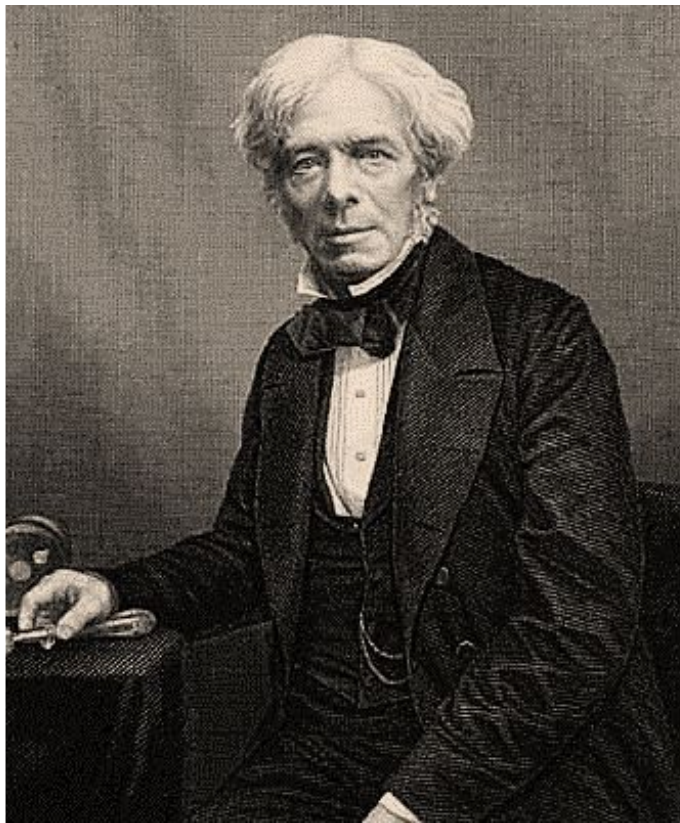
# 1831



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



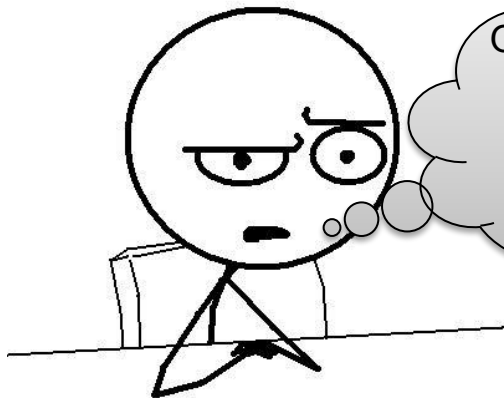
Джеймс Клерк Максвелл  
13. 06. 1831 — 5. 11. 1879



Майкл Фарадей

22. 09. 1791 — 25. 08. 1867

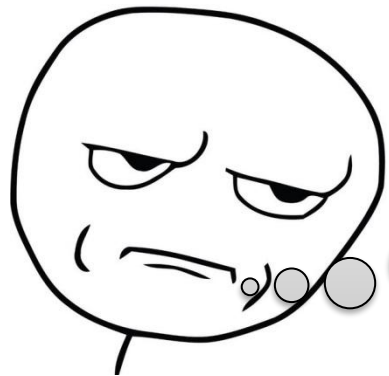
Явление возникновения тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур, называется **явлением электромагнитной индукции**.



Отличается ли оно от поля, созданного неподвижными электрическими зарядами?



А может оно существует и в пространстве вокруг него?

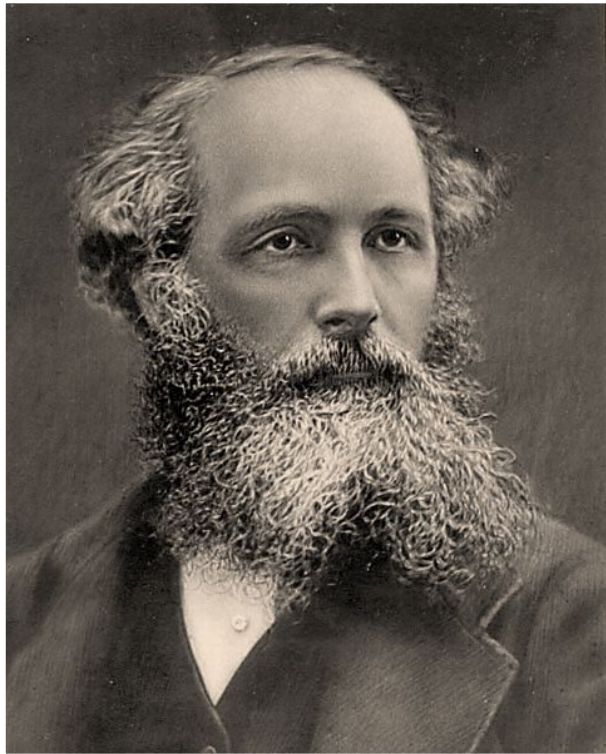


Возникает ли это поле только в проводнике?



Играет ли какую-либо роль в возникновении этого поля замкнутый проводник, по которому протекает ток?

1865 г



Джеймс Клерк Максвелл

13. 06. 1831 — 5. 11. 1879

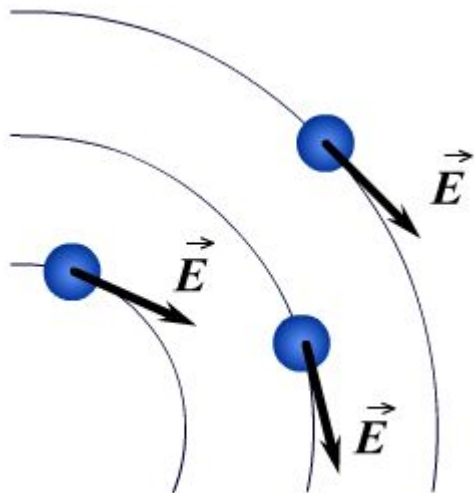
## Теория электромагнитного поля

**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.

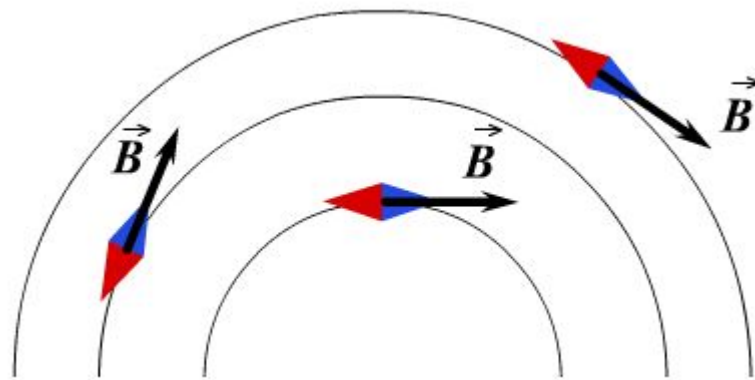
**2 постулат:** переменное электрическое поле создает в окружающем его пространстве вихревое магнитное поле, линии индукции которого охватывают линии напряженности переменного электрического поля.



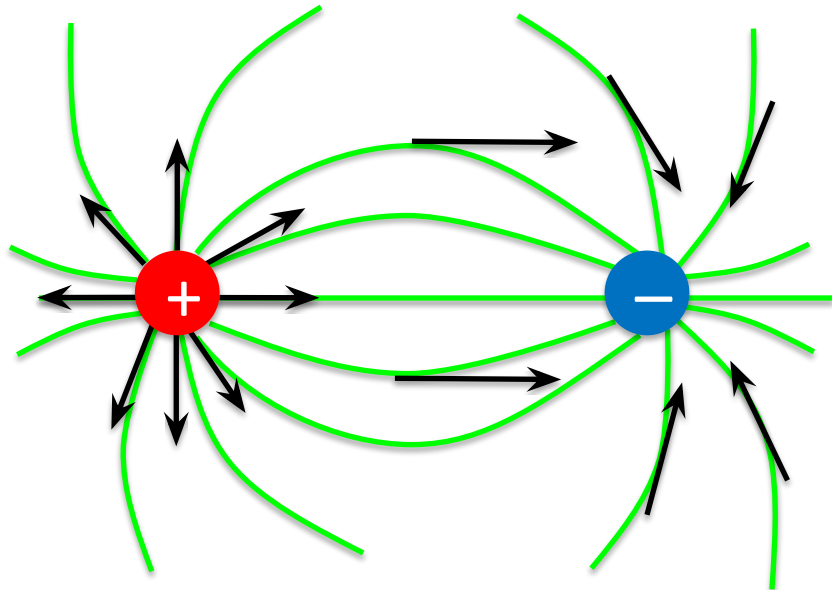
Электрическое поле



Магнитное поле



Вихревое поле

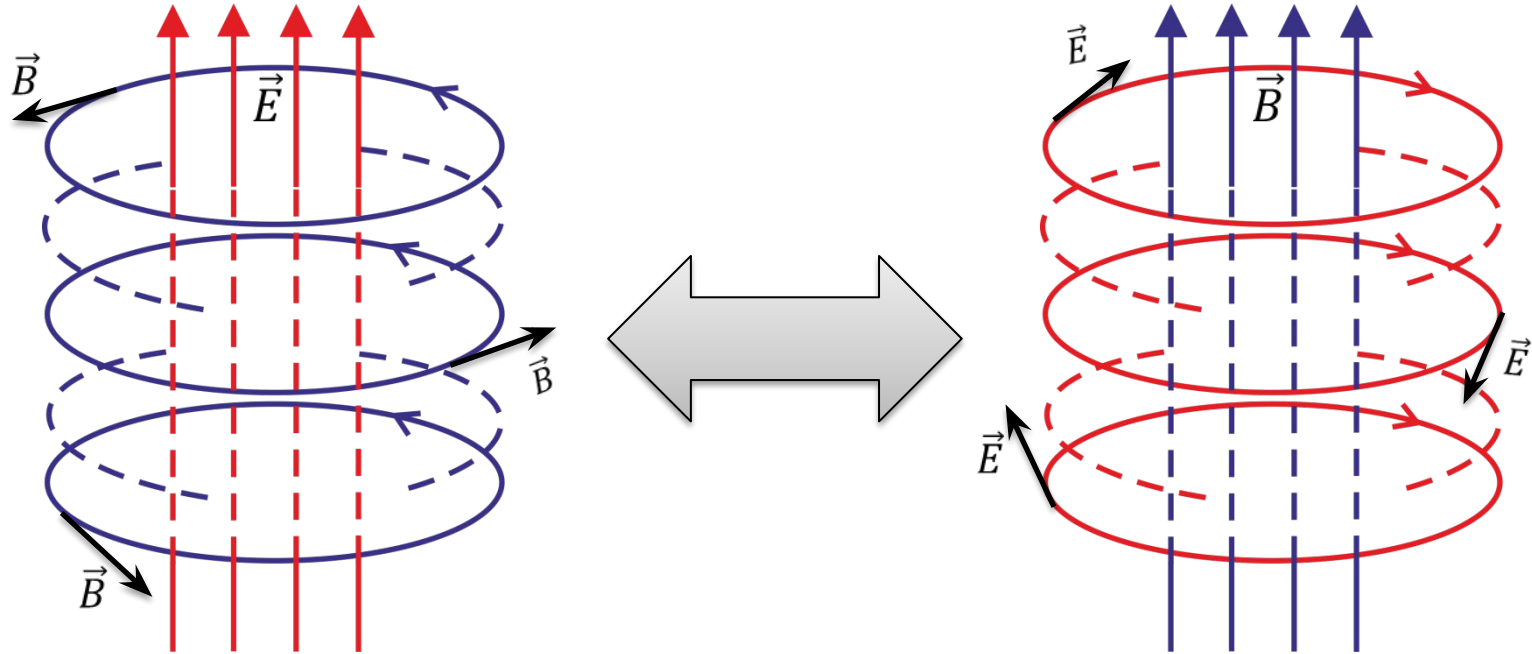


## Электростатическое поле

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

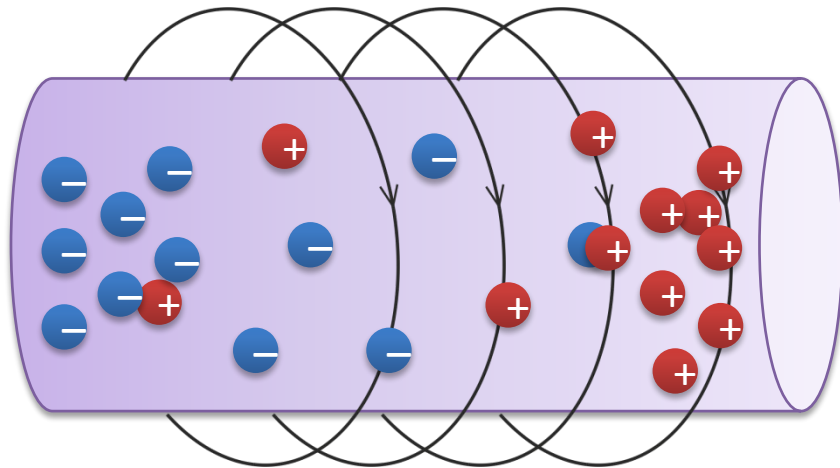
Силовые линии электростатического поля начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных.

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



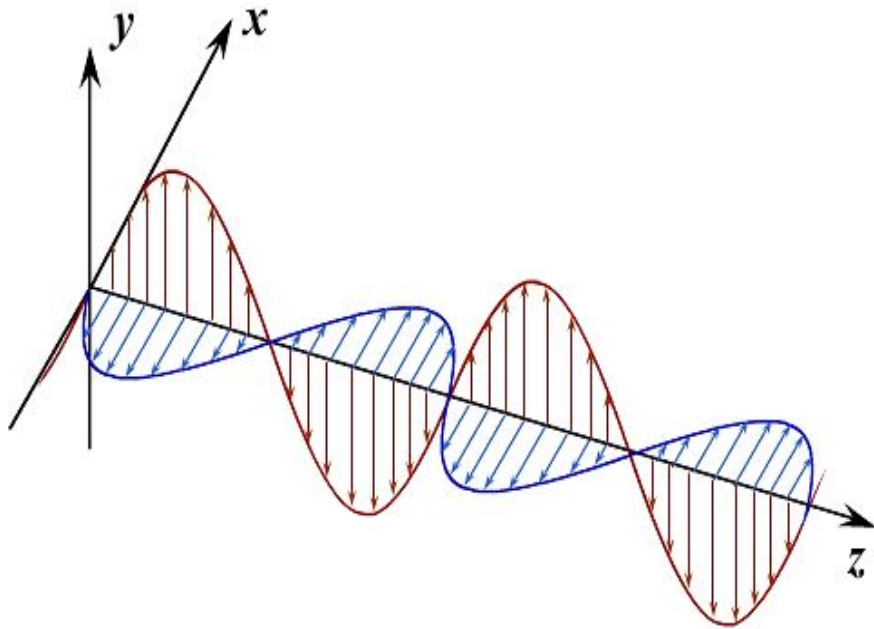
Электрическое поле без магнитного, и наоборот, могут существовать лишь по отношению к определенным системам отсчета.





**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-

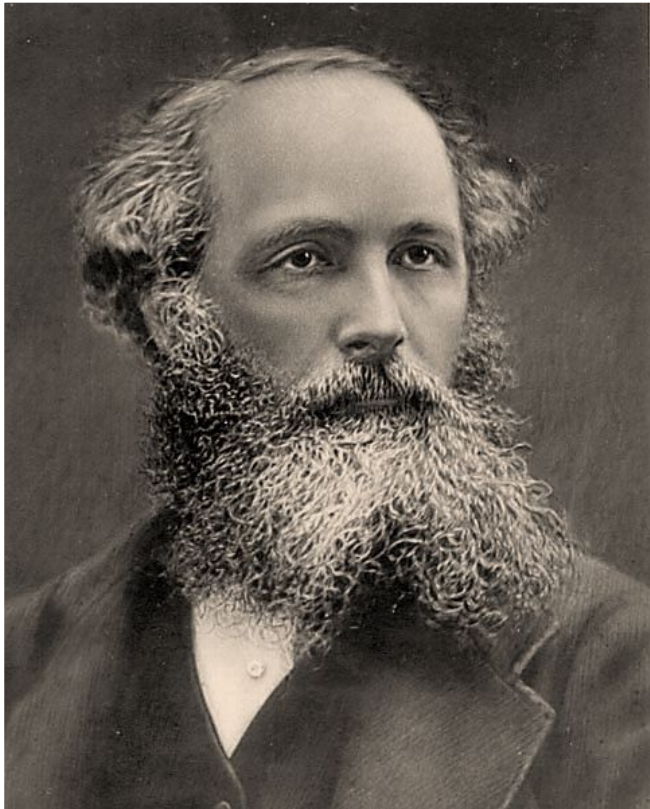
магнитное поле

**Электромагнитные**

**волны могут**

**существовать в**

**вакууме!!!**



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

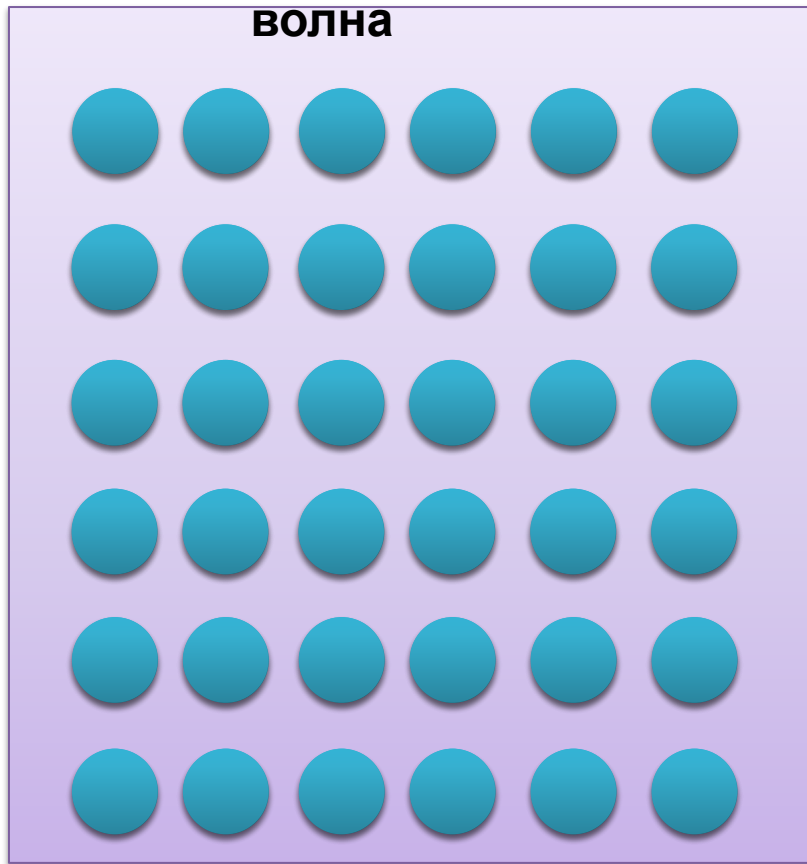
Скорость распространения электромагнитного поля в вакууме равна скорости света  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

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

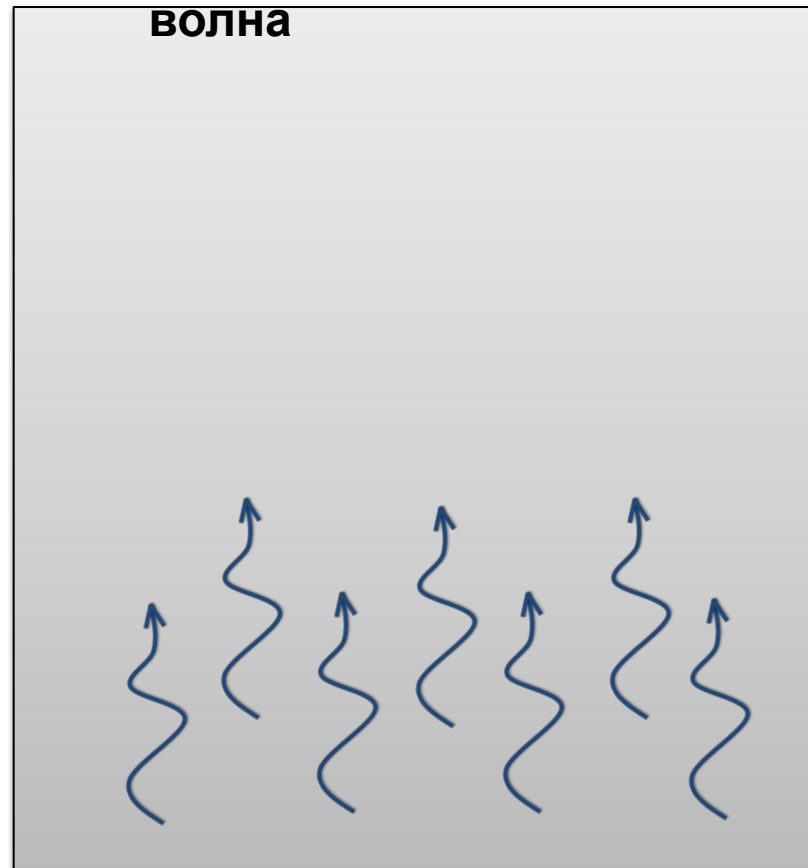
$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

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

## Звуковая волна



## Электромагнитная волна



# Количественные характеристики

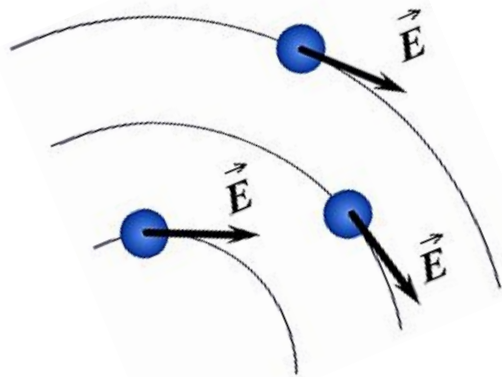
полей

Электрическое

поле

$\vec{E}$  — напряженность эл. поля

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

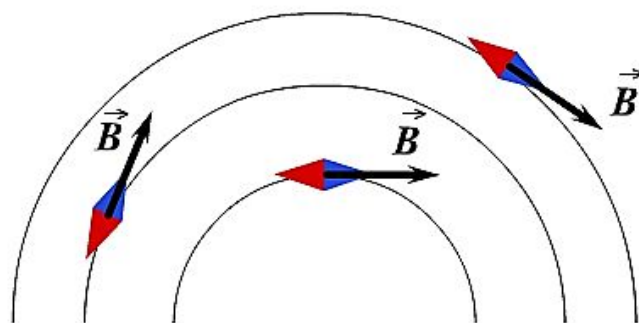


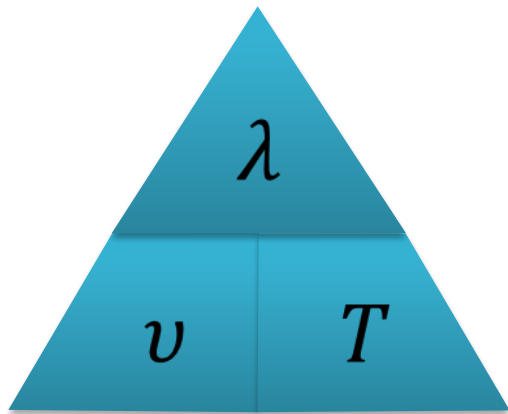
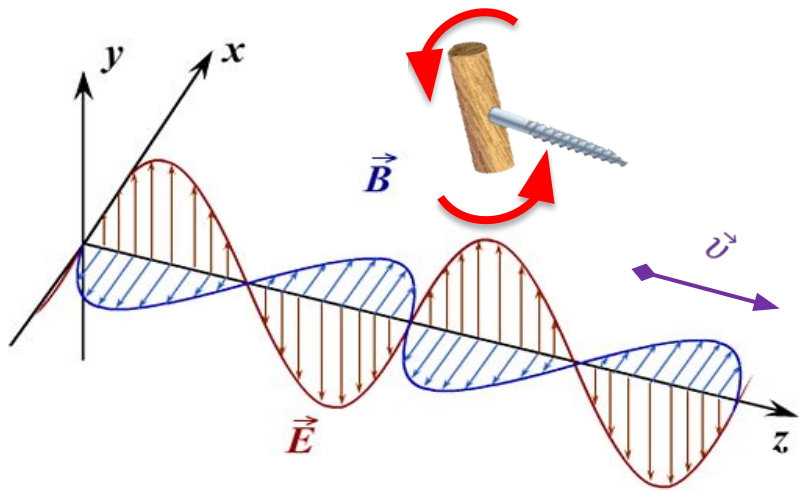
Магнитное

поле

$\vec{B}$  — индукция магнитного поля

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



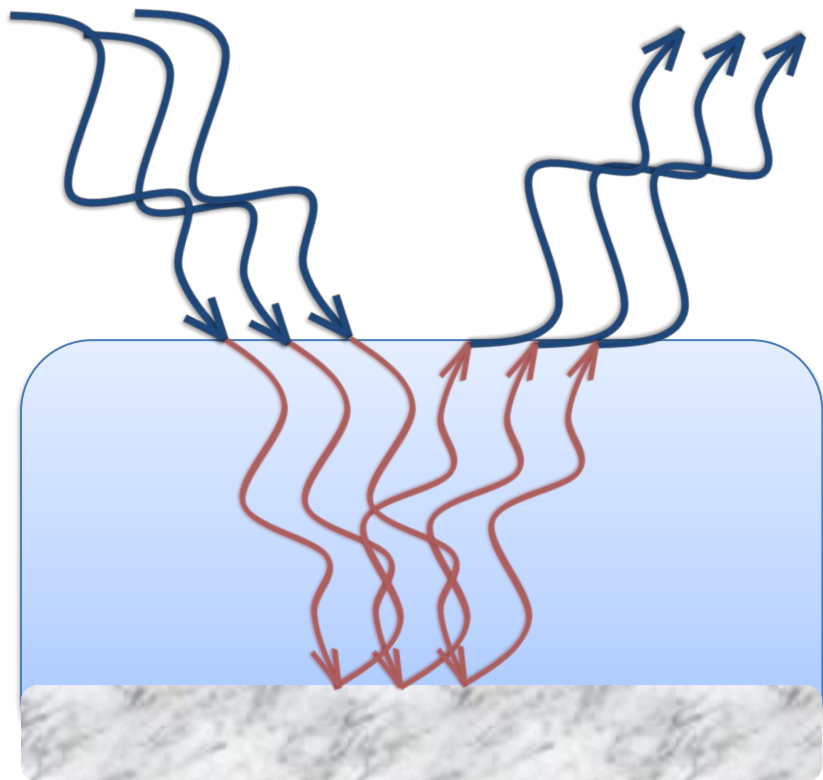


Электромагнитная волна  
— это поперечная волна.

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

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.

$$\dot{W}_{\text{ЭМ}} = W_{\text{Э}} + W_{\text{М}}$$

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

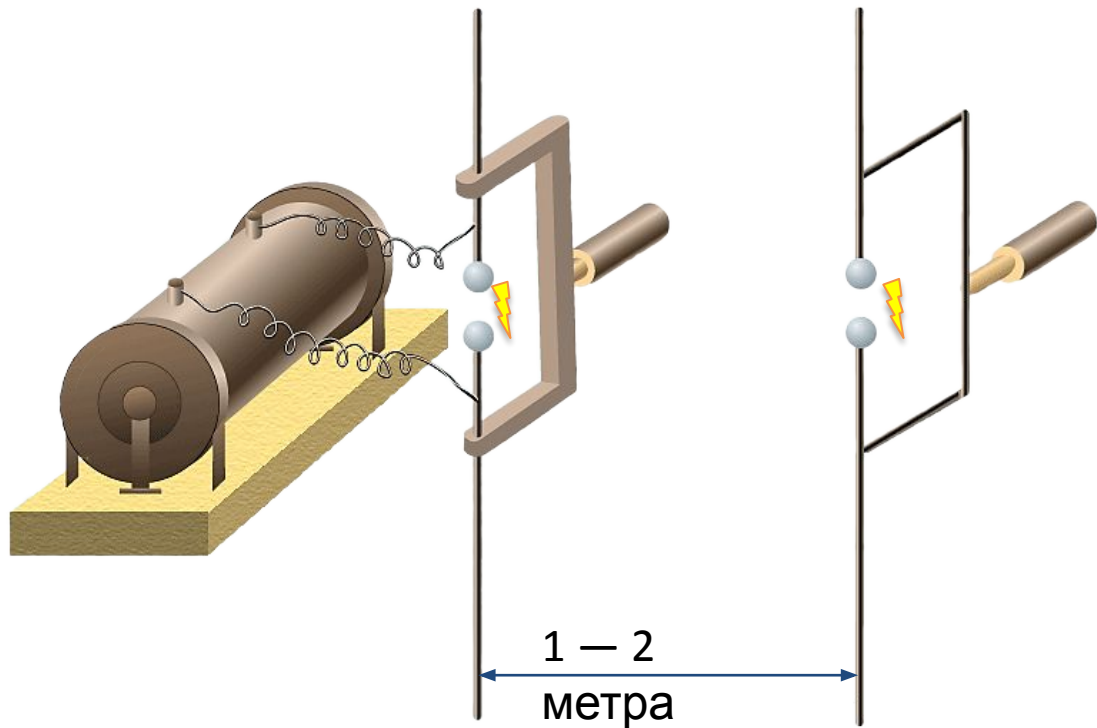
$$W_{\text{ЭМ}} = \varepsilon_0\varepsilon E^2 V = \frac{B^2}{\mu\mu_0} V.$$

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

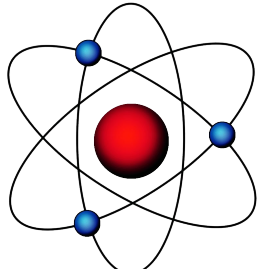


Проникающая  
способность

Видимость

Цветность

Скорость  
распространения



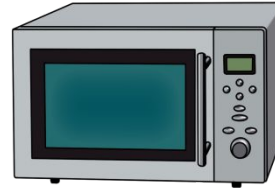
$10^{-12}$  м



$10^{-9}$  м



$10^{-6}$  м



$10^{-3}$  м  $10^0$  м



$10^3$  м



Короткие

волны  
Ультрафиолет  
(УФ)

Видимый  
свет

Длинные

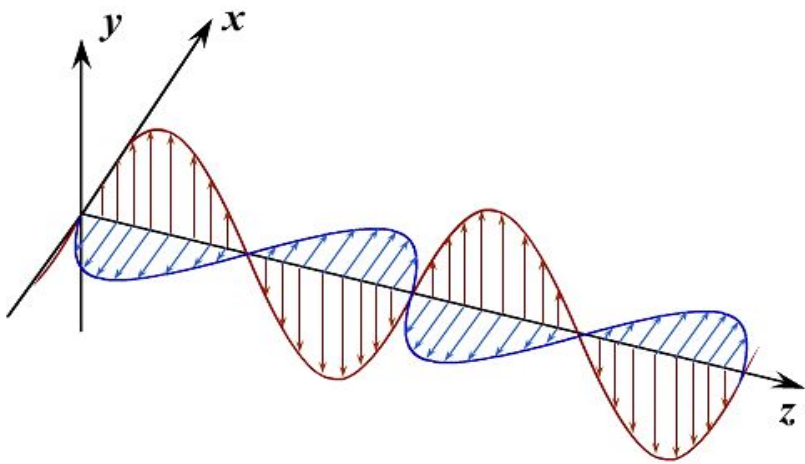
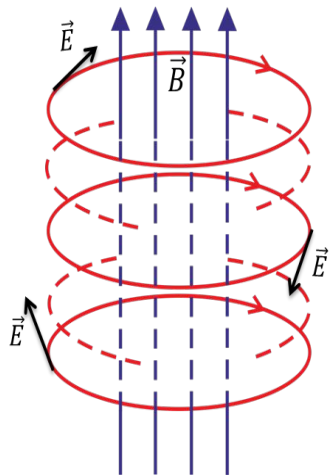
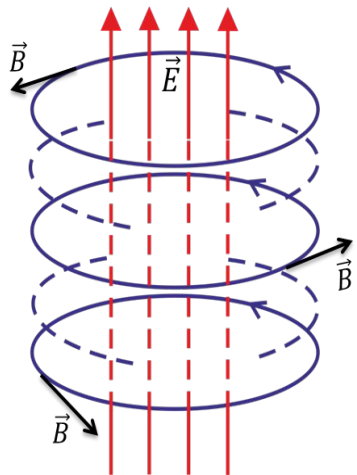
волны  
Инфракрасное  
излучение  
(ИК)

$4 \cdot 10^{-7}$  м

$5 \cdot 10^{-7}$  м

$6 \cdot 10^{-7}$  м

$7 \cdot 10^{-7}$  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 совокупность неразрывно связанных друг с другом изменяющихся электрического и магнитного полей.

**Электромагнитная волна** — это распространяющееся в пространстве периодически изменяющееся электромагнитное поле.

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