



# Электромагнитное поле. Электромагнитные волны

Урок по физике в 11 классе

учитель - Хатеновская Е.В. МОУ СОШ № 2 с.Красное

«Царство науки не знает  
предела  
Всюду следы её вечных  
побед,  
Разума слово и дело,  
Сила и св



Иков Полонский  
поэт XIX века



# Повторение:

- Что такое электрическое поле? Чем оно создается? На что действует?
- Что такое магнитное поле? Где оно возникает? На что действует?
- Что такое электромагнитное поле? Чем оно создается? Где возникает? Как распространяется?

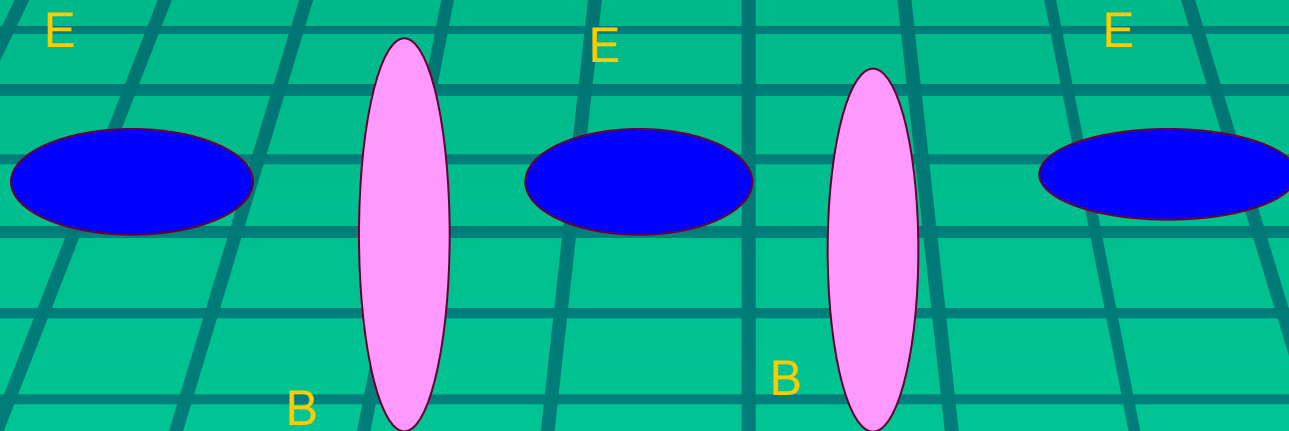
# Джеймс Клерк Максвелл



- Он в 24 года становится профессором, а в 29 лет – академиком.
- Он создал теорию ЭМ волн.
- Он был глубоко убежден в реальности существования ЭМ волн, но он не дожил до их экспериментального обнаружения.
- Лишь через 10 лет после его смерти ЭМ волны были экспериментально получены Г. Герцем.

- Максвелл предположил, что переменное электрическое поле (индукционное) порождает переменное магнитное поле.

Переменное магнитное поле создает переменное электрическое поле и наоборот. Возникает система взаимно перпендикулярных изменяющихся электрических и магнитных полей, захватывающих все большие и большие области пространства. Так возникает электромагнитное поле.



- Максвелл выразил законы электромагнитного поля в виде системы 4 дифференциальных уравнений.
- Из них следовало существование ЭМ волн, впоследствии экспериментально открытых Герцем.

# ЭМ поле распространяется в виде ЭМ волн



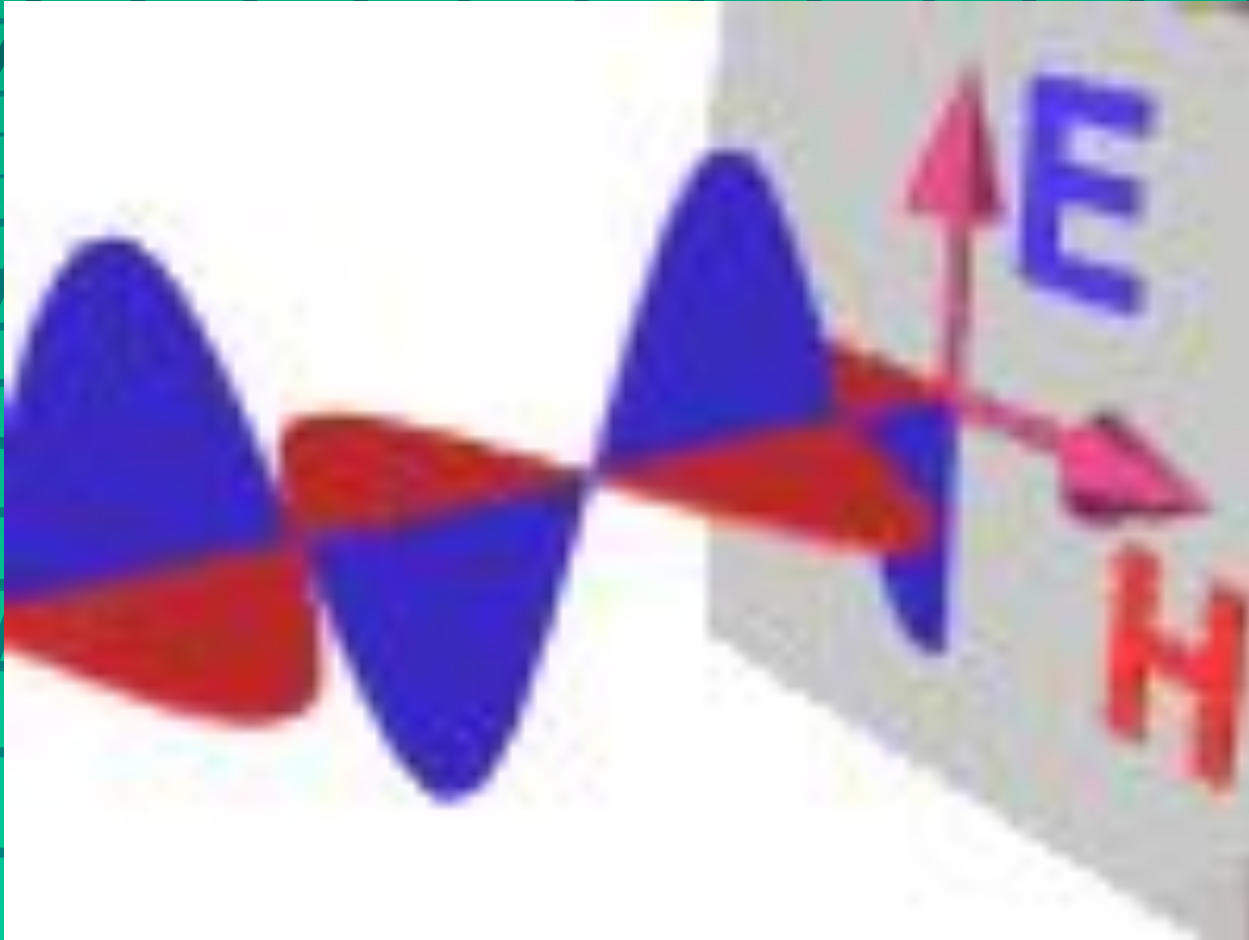
- Существование электромагнитных волн было предсказано М. Фарадеем в 1832.

Майкл Фарадей



- **Электромагнитные волны** - электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью.
- **Дж. Максвелл в 1865** теоретически показал, что электромагнитные колебания не остаются локализованными в пространстве, а распространяются в вакууме со скоростью света во все стороны от источника.

Распространение линейно поляризованной электромагнитной волны. Вектора напряжённости электрического поля  $E$  и напряжённости магнитного поля  $H$  перпендикулярны между собой и по отношению к направлению распространению света.



# Правило правого винта:

- Если вращать буравчик от  $E$  к  $B$ , то поступательное движение буравчика покажет направление распространения ЭМ волны.

Скорость ЭМ волны:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\xi \xi_0 \mu \mu_0}}$$

ЭМ волны излучаются колеблющимися зарядами. При этом заряды движутся с ускорением. **Наличие ускорения – главное условие излучения ЭМ волн.**

Векторы В и Е в ЭМ волне взаимно перпендикулярны друг другу и перпендикулярны направлению распространения волны.

**ЭМ волна – поперечная!**

- Максвелл высказал предположение об электромагнитной природе света (1865) и показал, что скорость любых других электромагнитных волн в вакууме равна скорости света.
- Из теории Максвелла вытекало, что электромагнитные волны производят давление, которое было экспериментально установлено в 1899 П. Н. Лебедевым.

# Герц Генрих Рудольф

(22.2.1857, Гамбург, — 1.1.1894, Бонн), немецкий физик.



Работы Герца по электродинамике сыграли огромную роль в развитии науки и техники и обусловили возникновение беспроводной телеграфии, радиосвязи, телевидения, радиолокации.

- Герц в 1886—89 экспериментально доказал существование электромагнитных волн и исследовал их свойства (отражение от зеркал, преломление в призмах и т.д.). Электромагнитные волны Г. получал с помощью изобретённого им вибратора.
- Герц подтвердил выводы максвелловской теории о том, что скорость распространения электромагнитных волн в воздухе равна скорости света.
- Герц изучал также распространение электромагнитных волн в проводнике и указал способ измерения скорости их распространения.

# Свойства ЭМ волн:

1. Преломление и отражение.
2. Поперечность.
3. Скорость ЭМ волн в вакууме равна скорости света.
4. Скорость ЭМ волн в других средах ниже, чем скорость света в вакууме.
5. При переходе их одной среды в другую, частота волны не изменяется!
6. Плотность энергии в ЭМ волне равна плотности энергии магнитного поля.



- Плотность энергии ЭМ поля в распространяющейся в вакууме волне пропорциональна квадрату электрической напряженности:

$$W = W_{\text{эл}} + W_{\text{м}} = \xi_0 E^2.$$

- Интенсивность ЭМ волны пропорциональна среднему квадрату напряженности электрического поля в волне:

$$I = c \xi_0 E^2.$$

- Интенсивность пропорциональна четвертой степени ее частоты:  $I = \nu^4$ .

- Теория электромагнетизма Максвелла получила полное опытное подтверждение и стала общепризнанной классической основой современной физики. Роль этой теории ярко охарактеризовал А. Эйнштейн: «... тут произошел великий перелом, который навсегда связан с именами Фарадея, Максвелла, Герца. Львиная доля в этой революции принадлежит Максвеллу».

# Закрепление:

- Что такое ЭМ поле? Как оно возникает?
- Кто создал теорию ЭМ поля?
- Как распространяется ЭМ поле?
- Что называют ЭМ волной?
- Что является источником ЭМ волн?
- Как определить скорость ЭМ волн в среде? Какова скорость распространения ЭМ волн в воздухе?
- Как ориентированы векторы  $E$  и  $B$  в ЭМ волне?