



# Электромагнитные волны и их свойства

**Цель урока: рассмотреть понятие ЭМВ, механизма их возникновения и распространения.**

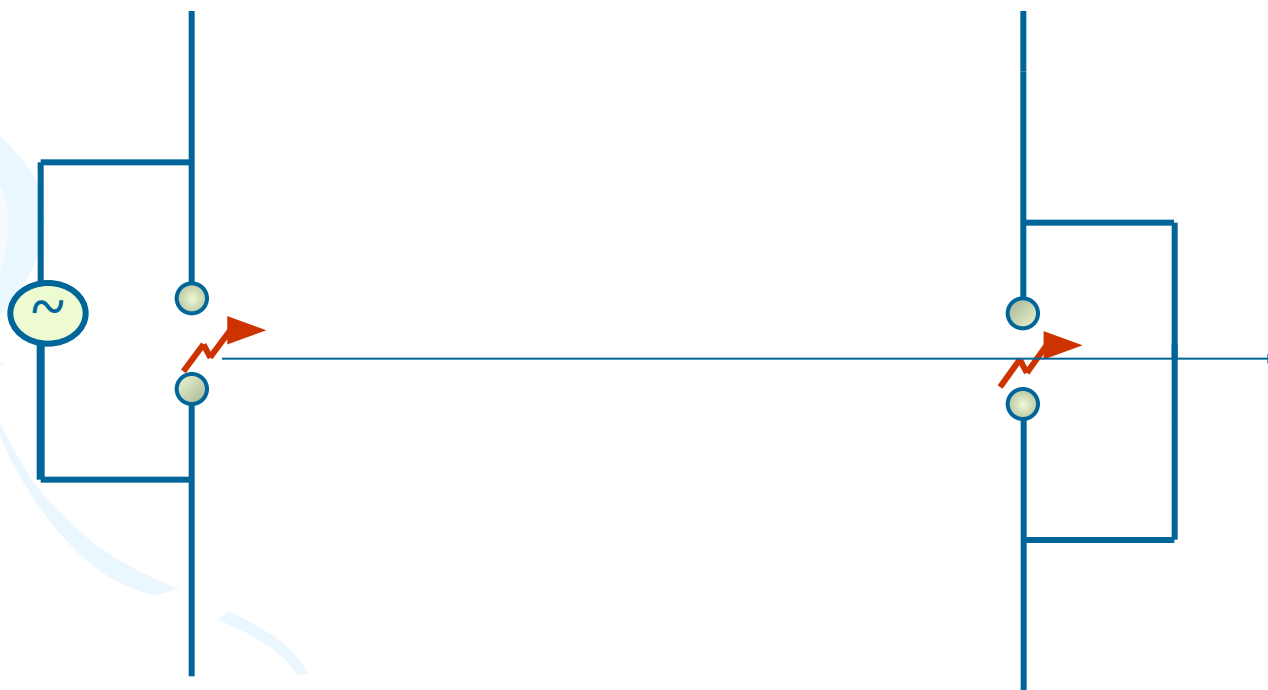
## **Основные понятия:**

- Электромагнитная волна
- Фронт волны
- Свойства волн
- Длина и скорость ЭМВ
- Уравнение бегущей волны
- Мощность и интенсивность ЭМВ

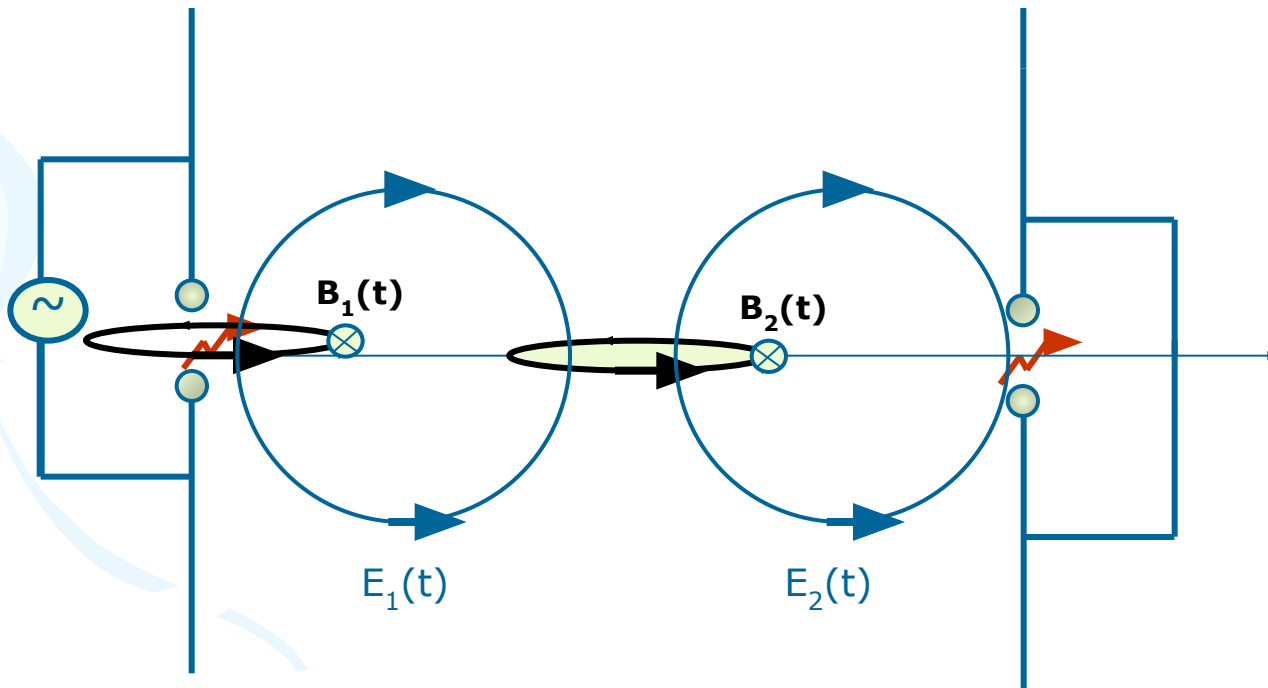
**Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для единого государственного экзамена 2011 года по ФИЗИКЕ (фрагмент)**

<b>Код контролируемого элемента</b>	<b>Элементы, проверяемые на ЕГЭ</b>	<b>Соответствие стандарту</b>
3.5.1	<b>Электромагнитные колебания и волны</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.5.4	<b>Электромагнитное поле</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.5.6	<b>Свойства электромагнитных волн</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.6.8	<b>Волновые свойства света</b>	<b>базовый</b>
3.6.8.1	<b>Интерференция света</b>	<b>Профильный</b>
3.6.8.2	<b>Дифракция света</b>	<b>Профильный</b>

# Схема опыта Герца



**Электромагнитная волна - возмущение электромагнитного поля, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью  $C=3*10^8$  м/с**



# Источники электромагнитных волн

Любые ускоренно движущиеся заряженные частицы:

- протоны
- электроны
- ионы

$$a = \frac{F_k}{m} = \frac{Eq}{m} \Rightarrow a \approx E_{\text{ЭМВ}}$$

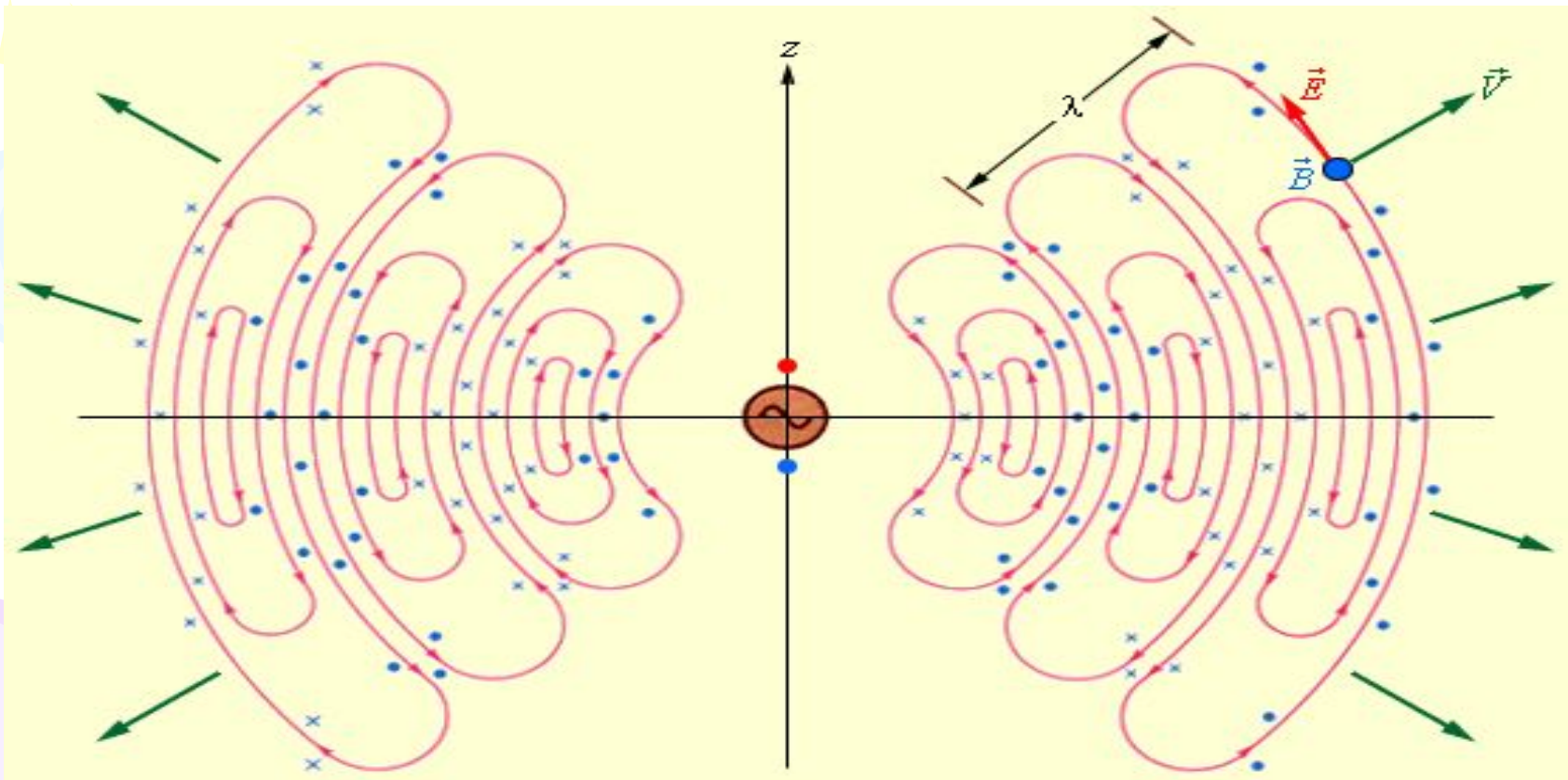
# Фронт и направление волны

## Мощность ЭМВ

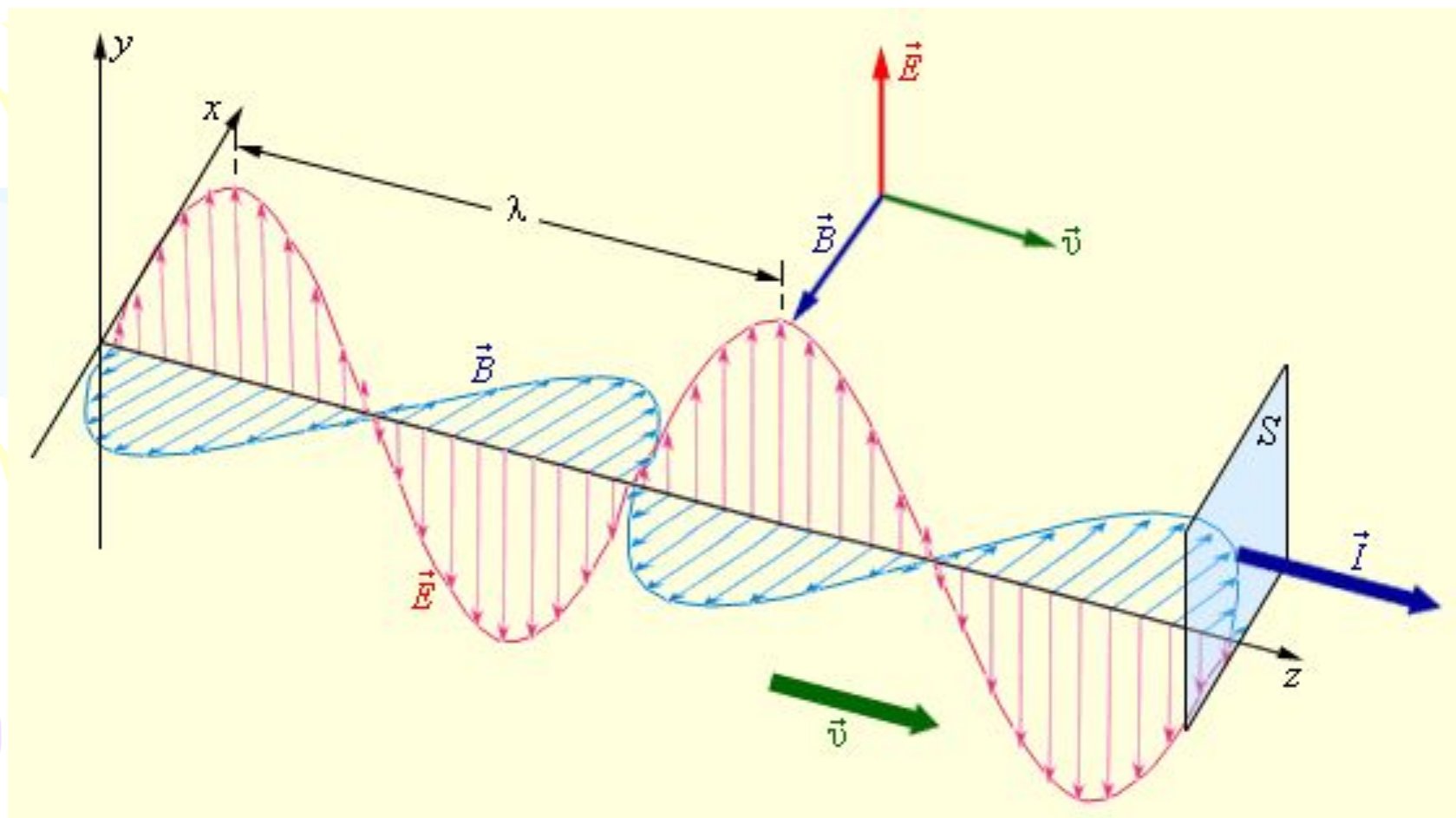
$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} [Bm]$$

## Интенсивность ЭМВ

$$I = \frac{P}{S} = \frac{\Delta W}{S\Delta t} [Bm / m^2]$$



# Математическая модель плоскополяризованной волны



# Длина и скорость волны

$$\lambda = \nu T \quad \text{или} \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

**Скорость в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с**

$$\begin{cases} E \sim a \sim \omega^2 \\ I = \frac{c \varepsilon_0 E_0^2}{2} \Rightarrow I \sim E^2 \sim \omega^4 \end{cases}$$



# Уравнение бегущей волны

Если координаты ускоренно движущейся заряженной частицы меняются по гармоническому закону:

$X(t) = A \cos \omega t$ , то ускорение заряженной частицы меняется по закону  $a(t) = x'' = -A\omega^2 \cos \omega t$ , то для описания значений  $E(t)$  и  $B(t)$  в любой точке с координатой  $X$  воспользуемся системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} E(t) = E_0 \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) \\ \leftarrow \frac{+x}{v} \quad \xrightarrow{-\frac{x}{v}} \quad OX \\ B(t) = B_0 \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) \end{array} \right.$$

<b>Источники ЭМВ</b>	<b>Свойства ЭМВ</b>	<b>В чём проявляется</b>	<b>Параметры волн</b>
<p><b>Ускоренно движущиеся заряды:</b> протоны, электроны, ионы</p> <p><b>Регистрирующий элемент:</b> Колебательный контур</p> $v = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} [\tilde{A}\ddot{o}]$	<p><b>Отражение</b> ▶</p> <p><b>Поглощение</b> ▶</p> <p><b>Преломление</b> ▶</p> <p><b>Поперечность</b> ▶</p> <p><b>Скорость в вакууме</b> ▶</p> <p><b>Интерференция</b> ▶</p> <p><b>Дифракция</b> ▶</p>	<p>Фронт волны возвращается в среду первичного распространения Энергия волны поглощается на границе раздела двух сред</p> <p>Фронт волны меняет направление первоначального распространения на границе раздела двух сред</p> <p><b>Поляризация волн</b></p> <p><b><math>c = 3 \cdot 10^8</math> м/с</b></p> <p>Усиление и ослабление волн в различных точках пространства</p> <p><b>Огибание препятствий</b></p>	<p><b>Мощность волны [Вт]</b></p> $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ <p><b>Интенсивность волны [Вт/м<sup>2</sup>]</b></p> $I = \frac{P}{S} = \frac{\Delta W}{S\Delta t} \quad I \sim \frac{1}{r^2}$ $\lambda = vT \quad \tilde{e}\ddot{e}\ddot{e} \quad \lambda = \frac{\tilde{n}}{v}$ $\begin{cases} E \sim a \sim \omega^2 \\ I = \frac{c\varepsilon_0 E_0^2}{2} \Rightarrow I \sim E^2 \sim \omega^4 \end{cases}$ $\begin{cases} E(t) = E_0 \sin \omega(t - \frac{x}{v}) \\ \leftarrow \frac{-x}{v} \rightarrow OX \\ \frac{+x}{v} \\ B(t) = B_0 \sin \omega(t - \frac{x}{v}) \end{cases}$

**Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для единого государственного экзамена 2011 года по ФИЗИКЕ (фрагмент)**

<b>Код контролируемого элемента</b>	<b>Элементы, проверяемые на ЕГЭ</b>	<b>Соответствие стандарту</b>
3.5.1	<b>Электромагнитные колебания и волны</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.5.4	<b>Электромагнитное поле</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.5.6	<b>Свойства электромагнитных волн</b>	<b>Профильный и базовый</b>
3.6.8	<b>Волновые свойства света</b>	<b>базовый</b>
3.6.8.1	<b>Интерференция света</b>	<b>Профильный</b>
3.6.8.2	<b>Дифракция света</b>	<b>Профильный</b>

## Ответы

Задание	Вариант 1	Вариант 2
A1	3	3
A2	1	1
A3	4	1
A4	2	2
A5	2	3
Б1	321	312
Б2	233	112