

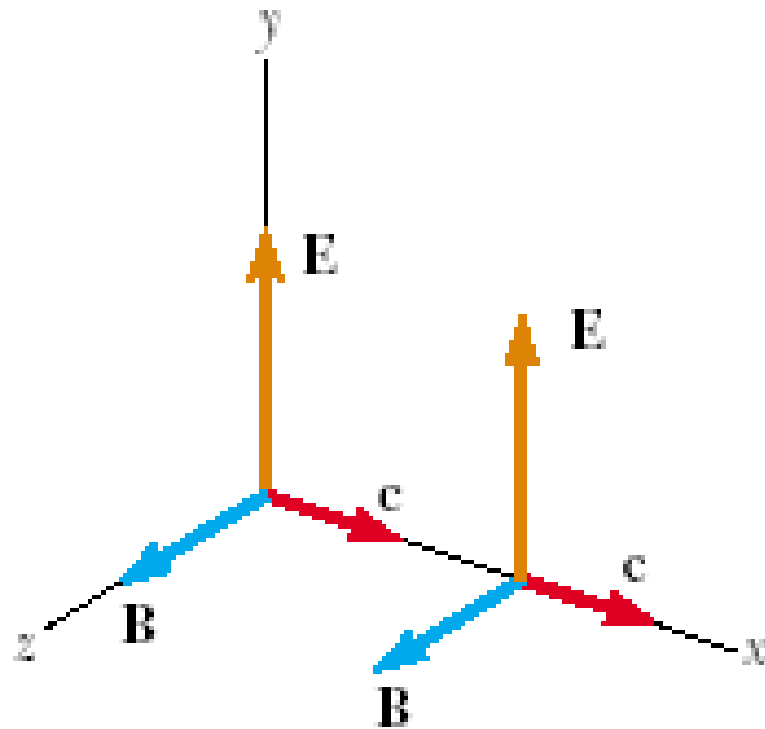
Електромагнитни вълни

- *Електромагнитни вълни (ЕМВ) – процесът на разпространение (или разпределение) на електромагнитното поле.*
Електромагнитното поле се описва чрез векторите на интензитета на електричното поле и магнитната индукция. В това определение се включват *бягащите и стоящите ЕМВ. Синоними на електромагнитни вълни :*
 - *Електромагнитно лъчение*
 - *Електромагнитно излъчване*
- *Електромагнитните вълни са открити теоретично от Максвел чрез формулираните от него уравнения на Максвел :*
 - *От уравненията на Максвел се получават вълнови уравнения за интензитета на електричното поле и магнитната индукция*
- *Експерименталното откриване на ЕМВ принадлежи на Херц*
- *Бягащи монохроматични (хармонични) електромагнитни вълни. Вълновите пакети (оптични импулси) образувани от бягащите ЕМВ са носителите на информация в оптичните линии за връзка.*

Бягащи монохроматични електромагнитни вълни във вакуум

- Бягаща монохроматична електромагнитна вълна
- Има направление на разпространение - ОХ
- Интензитетът на електричното поле и магнитната индукция зависят само от координатата x и времето
- *ЕМВ във вакуум са напречни* – векторите на интензитета на електричното поле и магнитната индукция са перпендикулярни помежду си и на посоката на разпространение.
- Връзка между интензитета на електричното поле и магнитната индукция :

$$E_Y = c_0 B_Z$$



Избираме частния случай когато E има компонента само по оста Y .
 B има компонента само по оста Z .

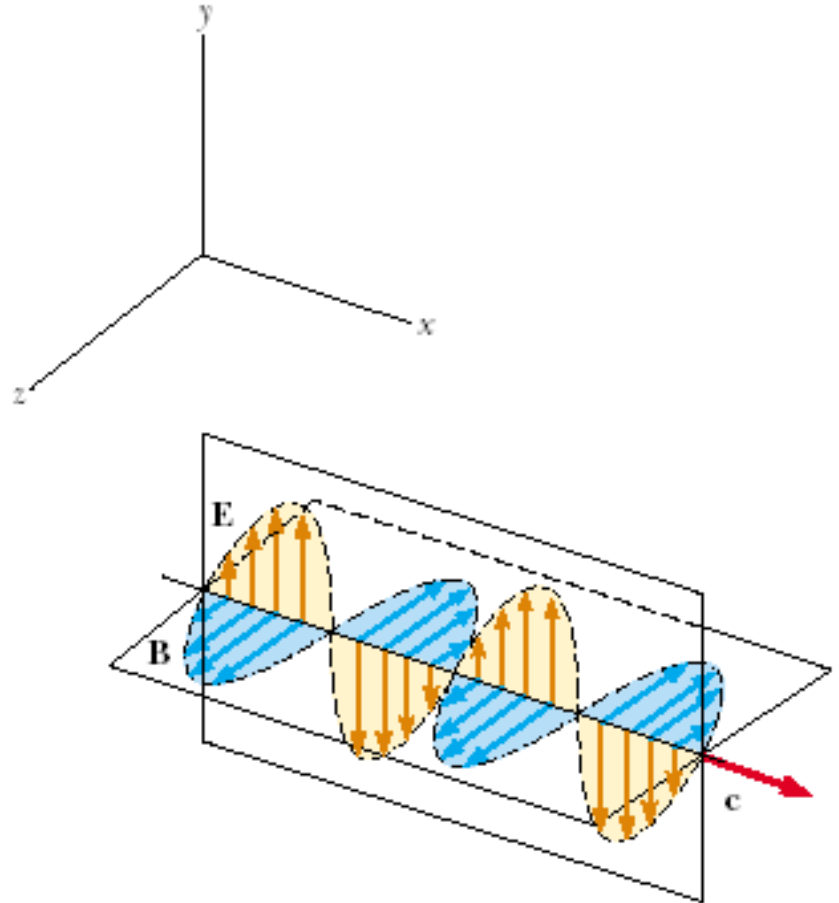
Бягащи монохроматични електромагнитни вълни във вакуум

- Компонентите на интензитета на електричното поле и на магнитната индукция във вакуум удовлетворяват еднакви *въннови уравнения*, в които *влиза скоростта на светлината във вакуум*:

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial^2 B_z}{\partial x^2} = \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 B_z}{\partial t^2}$$

$$1/c_0^2 = \epsilon_0 \mu_0$$



Бягащи монохроматични електромагнитни вълни във вакуум

- Частни решения на *вълновите уравнения*

$$E_Y(t, x) = E_{Y0} \cos(\omega t - kx); B_Z(t, x) = B_{Z0} \cos(\omega t - kx)$$

са във фаза и имат еднакви *кръгови честоти* и *вълнови числа*

- Дължината на вълната* λ , *честотата* ν и *скоростта* c на ЕМВ са свързани:

$$\nu = \omega / 2\pi; c_0 = \lambda \nu = \lambda / T; k = 2\pi / \lambda$$

- Скорост на ЕМВ* във вакуум

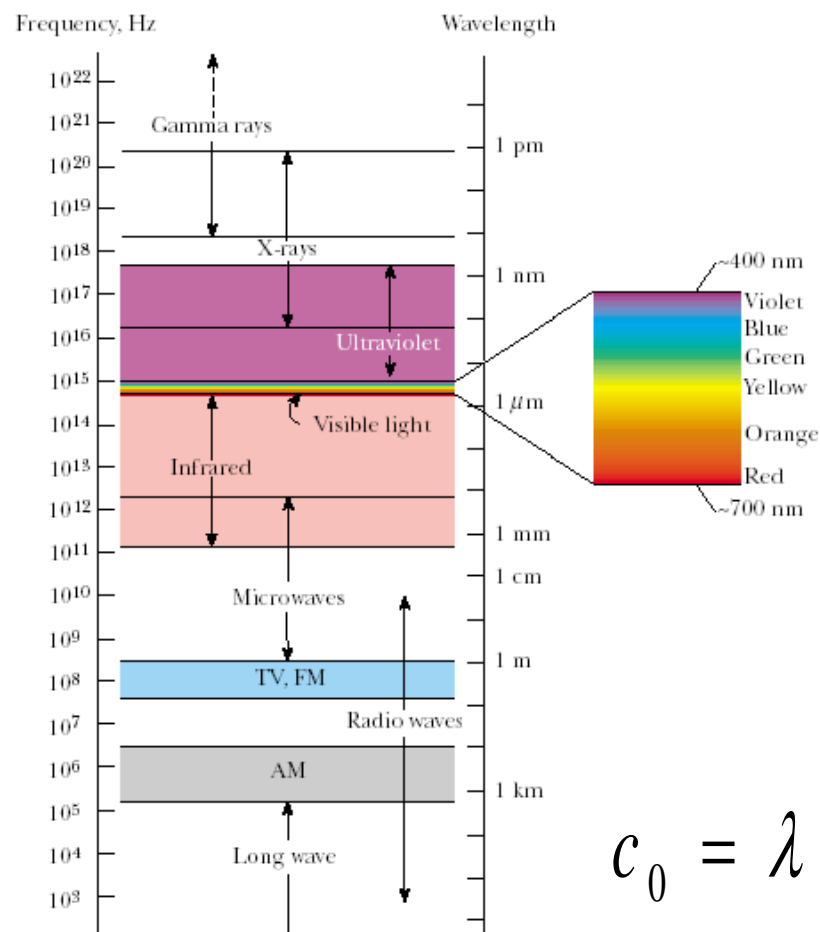
$$1/c_0^2 = \mu_0 \epsilon_0$$

$$\left\{ \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \left[\frac{C^2}{N \cdot m^2} = \frac{F}{m} = \frac{A \cdot s}{V \cdot m} \right]; \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[\frac{T \cdot m}{A} = \frac{H}{m} = \frac{V \cdot s}{A \cdot m} \right] \right.$$

$$\Rightarrow c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Спектър на електромагнитните вълни

- Източници на оптично лъчение (което включва видимо, инфрачервено и ултравиолетово ЕМЛ) - квантови генератори (лазери).
- Например, при предаване на информация през оптични влакна се използва инфрачервено ЕМЛ създадено от полупроводникови лазери.



$$c_0 = \lambda \nu$$

Поляризация на електромагнитните вълни

- Състоянието на поляризация на ЕМВ се определя от временната еволюция на вектора E . Нека E лежи в uoz .

$$E_Y(t, x) = E_{Y0} \cos(\omega t - kx + \phi_Y); E_Z(t, x) = E_{Z0} \cos(\omega t - kx + \phi_Z)$$

Изобщо: амплитудите и фазите на двете проекции на вектора E се изменят хаотично с времето.

- Поляризирана ЕМВ

$$E_{0Y} / E_{0Z} = \text{const}; \phi = \phi_Z - \phi_Y = \text{const}$$

- ЕМВ е елиптично поляризирана - суперпозиция на трептения във взаимноперпендикулярни направления:

$$\frac{E_Y^2}{E_{0Y}^2} - \frac{2 \cos \phi}{E_{0Y} E_{0Z}} E_Y E_Z + \frac{E_Z^2}{E_{0Z}^2} = \sin^2 \phi$$

- Линейно поляризирана ЕМВ: $\phi = 0, \pi \Rightarrow E_Z = \pm (E_{0Z} / E_{0Y}) E_Y$
- Кръгово поляризирана ЕМВ: $\phi = \pi/2; E_{0Y} = E_{0Z} = E_0 \Rightarrow E_Y^2 + E_Z^2 = E_0^2$

Енергетични характеристики на електромагнитните вълни във вакуум

- Обемната плътност на енергията на ЕМВ е

$$w = \varepsilon_0 E^2 / 2 + B^2 / 2 \mu_0 = \varepsilon_0 E^2 \left[J / m^3 \right]$$

- Поток на енергията на ЕМВ – енергията, преминала за единица време през площ S , перпендикулярна на посоката на разпространение на ЕМВ

$$Q = w c_0 S \left[W \right]$$

- Плътност на потока на енергията на ЕМВ – потока през единица площ, перпендикулярна на посоката на разпространение на ЕМВ

$$Q / S = w c_0 = EB / \mu_0 \left[W / m^2 \right]$$

- Интензитет на ЕМВ - средната плътност на потока на енергията

$$I = \bar{Q} / S \left[W / m^2 \right]$$