

ELEKTROMAGNETISK VÄG

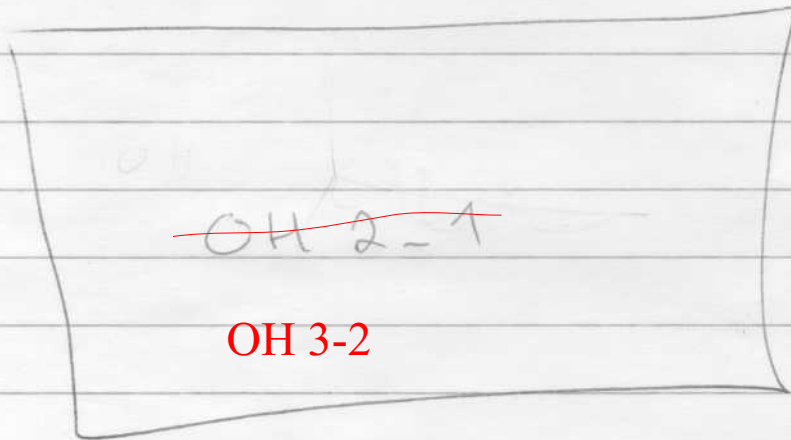
EH elektriskt och magnetiskt fält som
oscillerar (svänger). Svängningar propagerar

$$\begin{cases} \vec{E} = \vec{E}_0 \cdot e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} \\ \vec{B} = \vec{B}_0 \cdot e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} \end{cases}$$

Maxwell $\Rightarrow$

$$\vec{E} \perp \vec{B}$$

$$\vec{E}, \vec{B} \perp \vec{k}$$



$$\underline{E = cB}, \quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

$$\epsilon_0 = \text{permittivitet} = 8.854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

$$\mu_0 = \text{permeabilitet} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$= c_0$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \quad (\text{per definition})$$

$$\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

En ^{EM} våg transporterar energi:

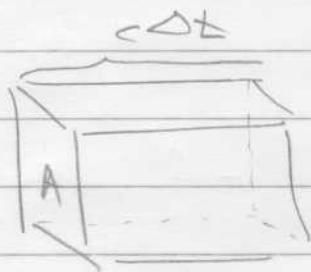
Energitäthet $[J/m^3]$:

$$\begin{cases} u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \\ u_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \end{cases}, \quad u_E = u_B$$

Det totala fältet:

$$u = u_E + u_B = 2u_E = 2u_B = \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{\mu_0} B^2$$

Betrakta energiflödet genom en yta, A , under ett tidsintervall, Δt



Vågen kommer färdas sträcka $c \cdot \Delta t$

Flödet genom A under Δt svarar mot energi -
innehållet i volymen $A \cdot c \Delta t$

Effekten $[W = J/s]$ som passerar stora A
är alltså

$$P = \frac{u \cdot A \cdot c \Delta t}{\Delta t} = u c A$$

Effekt på yta $[W/m^2]$ blir då

$$S = u c$$

Kan vi uttrycka S som fun. av både E och B ?

$$u = \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{\mu_0} B^2 = \sqrt{\epsilon_0} E \cdot \frac{1}{\sqrt{\mu_0}} B = \frac{\epsilon_0}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} E B = \epsilon_0 c E B$$

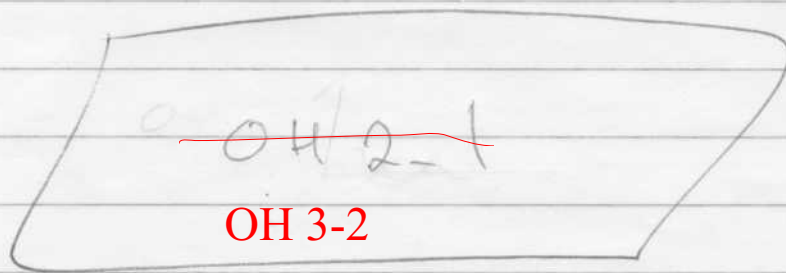
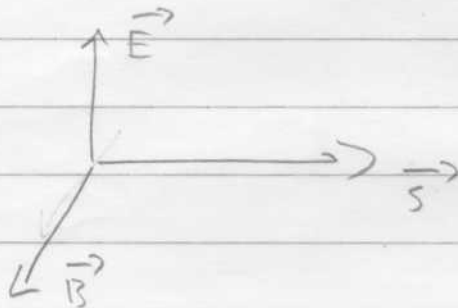
$$\Rightarrow S = \epsilon_0 c^2 E B \quad [\text{W/m}^2]$$

Definition: $\vec{S}$ = Poyntingsvektorn, $\vec{S} \parallel \vec{k}$

dvs. $\vec{S}$ har samma riktning som vågutbredningen
 $\Rightarrow \vec{S} \perp \vec{E}, \vec{B}$

$$\vec{S} = \epsilon_0 c^2 \vec{E} \times \vec{B}$$

$\vec{E}$, $\vec{B}$ och $\vec{S}$ är ett högersystem



$S = |\vec{S}|$ kommer att oscilla rik-
sambst som $\vec{E}$ och $\vec{B}$

Tidsmedelvärdet kallas "irradiansen"

$$I_e \equiv \langle |\vec{S}| \rangle = \epsilon_0 c^2 \langle |\vec{E} \times \vec{B}| \rangle$$

$$F_e = \epsilon_0 c^2 E_0 B_0 \langle \sin^2(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t) \rangle$$

$$\Rightarrow F_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 c^2 E_0 B_0$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon}{\mu_0} \right) B_0^2$$

$$F_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 c^2 E_0^2$$

ELEKTROMAGNETISKA SPEKTRET

Olika frekvenser ger EM-strålning med olika egenskaper och olika namn.

~~Är det samma?~~

Okända frekvenser ger misskänd våglängd
(och frekvens)



~~OH 2-2~~

OH 3-3

~~OH 2-3~~

OH 3-4

Ljus som propagerar i ett medium

Maximer växelverkan med EM-fältet p.d
ett stoff som inte vakuum gör

vi måste ersätta:
$$\begin{cases} \epsilon_0 \rightarrow \epsilon_r \epsilon_0 = \epsilon \\ \mu_0 \rightarrow \mu_r \mu_0 = \mu \end{cases}$$

Utbredningshastigheten måste ändras!

$$c_n = c_n = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{c_0}{n}$$

$n \equiv \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$ är "BRYTNINGSINDEX"

De flesta optiska material är
omagnetiska ($\mu_r \approx 1$)

$$\Rightarrow n \approx \sqrt{\epsilon_r}$$

T.ex.: vatten : $n \approx 1,33$
glas : $n \approx 1,5$

DISPERSION

11.1.1.

1. Fäshastigheten fick vara beroende.

$$c = c(\omega) = \frac{c_0}{n(\omega)}$$

Olika färger har olika brytningsindex
fä- ett visst material

$$n(x), n(\omega)$$

OH 3-5

Vanligtvis ökar brytningsindex med
ökande frekvens (minskade vårlängd)

"Normal dispersion"

dvs. Blått ljus bryts mer än rött ljus

OH 3-6

Nära atomära resonanser (o. dyl.)
kan brytningsindex minskas med ökad
frekvens i ett snett intervall

"Anomal dispersion"

OH 3-7