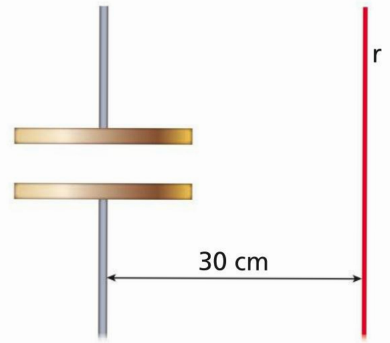
21/1/2019

22 Un condensatore ad armature piane circolari di raggio 2,2 cm ha come dielettrico il vuoto. La densità di carica dell'armatura negativa passa da $3{,}2 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{C/m^2}$ a $2{,}3 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{C/m^2}$ in un intervallo di 10 µs.

- Qual è il valore della corrente di spostamento tra le armature?



- Determina il modulo del campo magnetico $\vec{B}$ a una distanza di 30 cm dal filo che porta la corrente all'armatura superiore del condensatore.
- Il valore del campo magnetico cambia spostandosi lungo la retta r indicata in figura?

[14 mA; $9{,}1 \cdot 10^{-9}$ T; no]

tra le armature

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$i_s = \varepsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt} = \varepsilon_0 \frac{d[S \cdot \sigma/\varepsilon_0]}{dt} = \cancel{\varepsilon_0} \frac{S}{\cancel{\varepsilon_0}} \frac{d\sigma}{dt} =$$

$$= \pi (2{,}2 \times 10^{-2}\ \mathrm{m})^2 \frac{(3{,}2 - 2{,}3) \times 10^{-4}\ \mathrm{C/m^2}}{10 \times 10^{-6}\ \mathrm{s}} = 1{,}368\ldots \times 10^{-2}\ \mathrm{A}$$

$$\simeq \boxed{14\ \mathrm{mA}}$$

La corrente di spostamento è pari alla corrente i nel filo

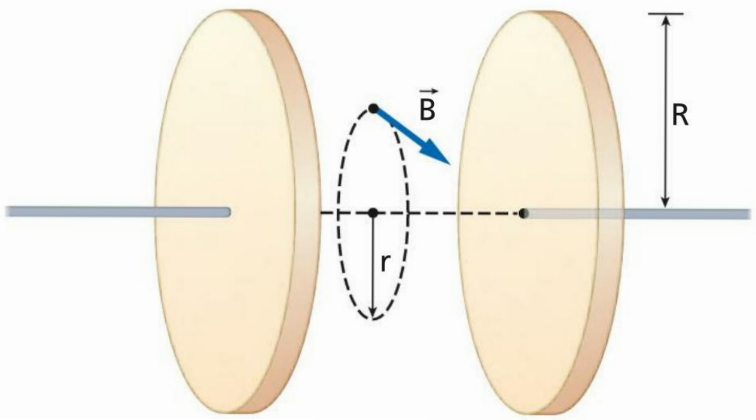
LEGGE DI BIOT-SAVART $\quad B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} \Rightarrow B = \left(2 \times 10^{-7} \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2}\right) \frac{1{,}368\ldots \times 10^{-2}\ \mathrm{A}}{0{,}30\ \mathrm{m}} =$

$$= 9{,}123\ldots \times 10^{-9}\ \mathrm{T} \simeq \boxed{9{,}1 \times 10^{-9}\ \mathrm{T}}$$

Lungo una retta parallela al filo che non interseca il condensatore, il campo magnetico non varia, anche in corrispondenza del condensatore stesso. VEDI ESERCIZIO SUCCESSIVO

24 Un condensatore piano ha armature circolari con raggio $R = 0{,}12$ m. In un dato istante, il tasso di variazione del campo elettrico al suo interno vale $\Delta E/\Delta t = 5{,}5 \cdot 10^{10}$ V/(m·s).

▶ Che valore ha l'intensità del campo magnetico in un punto a una distanza $r = 7{,}5$ cm dall'asse del condensatore? [$2{,}3 \cdot 10^{-8}$ T]



$$\oint_{\mathcal{L}} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt}$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\, E r^2 \pi}{dt}$$

$$B \cdot 2\cancel{\pi}\cancel{r} = \mu_0 \varepsilon_0 r^{\cancel{2}} \cancel{\pi} \frac{dE}{dt}$$

$$B = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 r}{2} \frac{dE}{dt} =$$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7})(8{,}854 \times 10^{-12})(7{,}5 \times 10^{-2})}{2} (5{,}5 \times 10^{10})\ T =$$

$$= 2294 \times 10^{-11}\ T \simeq \boxed{2{,}3 \times 10^{-8}\ T}$$

In generale, tra le armature circolari, a distanza r dall'asse:

CAMPO ELETTRICO $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} = \dfrac{Q}{S\varepsilon_0}$

$$\begin{cases} B = \dfrac{\mu_0 \varepsilon_0 r}{2} \dfrac{dE}{dt} = \dfrac{\mu_0 \cancel{\varepsilon_0} r}{2 \cdot \pi R^2 \cancel{\varepsilon_0}} \dfrac{dQ}{dt} = \dfrac{\mu_0}{2\pi} \cdot \dfrac{r}{R^2} i & \text{se } r \leq R \\ B = \dfrac{\mu_0}{2\pi} \dfrac{i}{r} & \text{se } r \geq R \end{cases}$$

INFATTI

$$2\pi r \cdot B = \mu_0 \cancel{\varepsilon_0} \overbrace{\cancel{S} \cdot \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{\cancel{S\varepsilon_0}}}^{\text{CORRENTE DI SPOSTAMENTO}} = \mu_0 i$$

ONDE ELETTROMAGNETICHE (SINTESI)

MAXWELL (TRATTATO DI ELETTRICITÀ E MAGNETISMO - 1873)

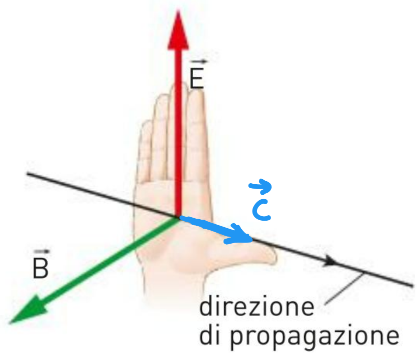
$\Downarrow$

I campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo soddisfano un'<u>EQUAZIONE D'ONDA LINEARE</u>. In pratica le equazioni di Maxwell prevedono l'esistenza di <u>ONDE ELETTROMAGNETICHE</u> consistenti di campi elettrici e magnetici oscillanti.

PROPRIETÀ

1) $\vec{E}$ e $\vec{B}$ sono sempre perpendicolari tra loro e perpendicolari alla direzione di propagazione

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{c} \Rightarrow E = cB$$



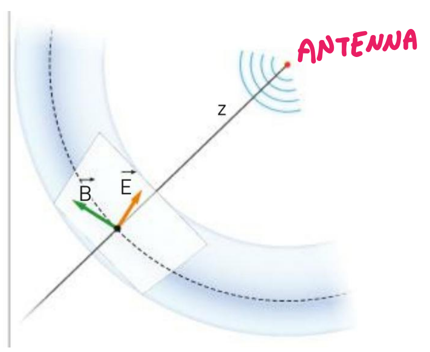
VELOCITÀ DELL'ONDA

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3{,}00 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

<u>VEL. DELLA LUCE</u>

Le onde elettromagnetiche sono <u>TRASVERSALI</u> e <u>SI PROPAGANO ANCHE NEL VUOTO</u>

2) Se una carica oscilla (ad es. in un'antenna) emette un'onda elettromagnetica. Consideriamo la sorgente puntiforme e i fronti d'onda piani (poiché ne consideriamo solo una piccola parte)



$\Downarrow$

rappresentate come

<u>ONDE TRASVERSALI PIANE</u>

3) Se la sorgente si muove di moto armonico con frequenza f, anche l'onda elettromagnetica emessa è <u>ARMONICA</u>, cioè

$$E = E_0 \cos[k(x - ct)]$$

$$B = B_0 \cos[k(x - ct)]$$

E_0, B_0 AMPIEZZE

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ NUMERO D'ONDA

$\downarrow$

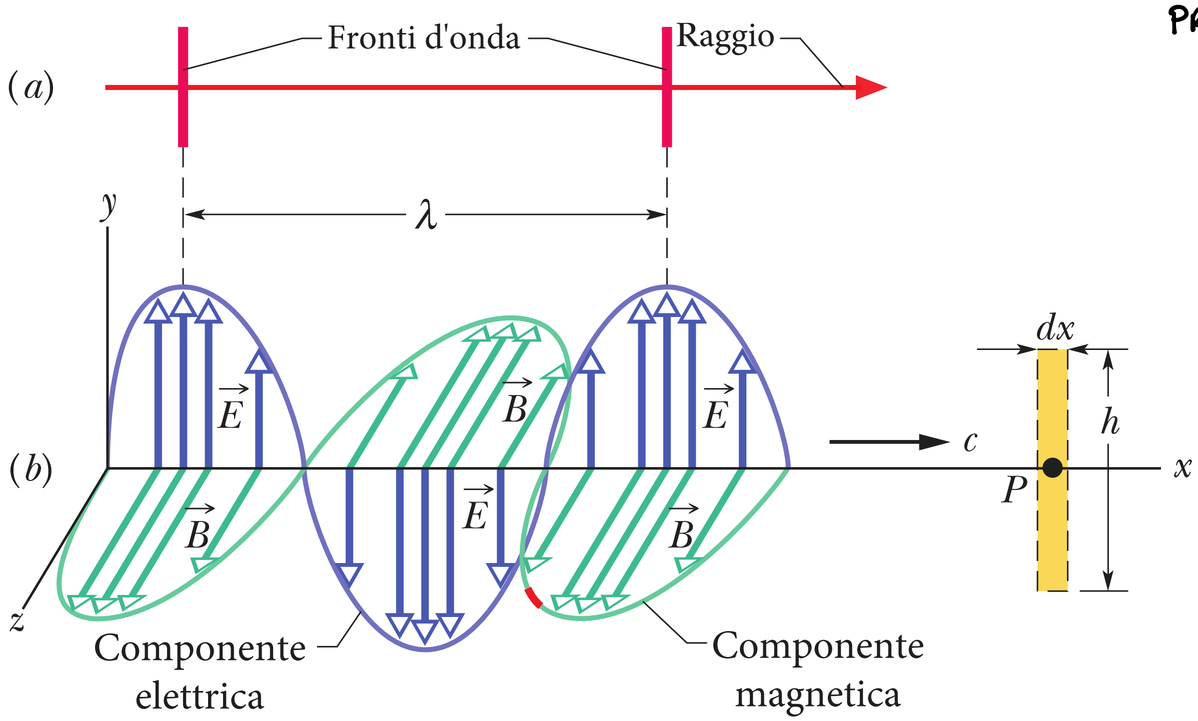
$\frac{1}{\lambda}$ = numero di oscillazioni nell'unità di lunghezza

λ = LUNGHEZZA D'ONDA

$f = \frac{c}{\lambda}$ FREQUENZA

$\Downarrow$

$c = \lambda f$ VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE



Il campo elettrico e il campo magnetico oscillano <u>IN FASE</u>