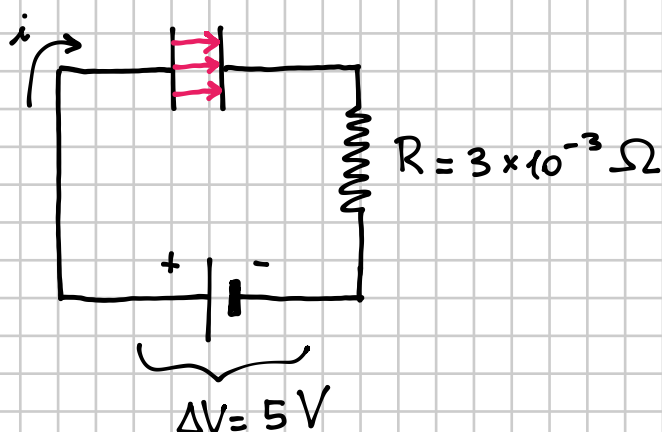


12 ★★★ Un condensatore a facce piane e parallele è inserito in un circuito con una resistenza totale di $3 \times 10^{-3} \Omega$. All'istante $t = 0$ s, l'interruttore viene chiuso e una batteria alimenta il circuito con una tensione continua di 5 V. Dopo $2,1 \times 10^{-4}$ s la corrente cessa di circolare.

- Determina l'intensità della corrente di spostamento media tra le armature.

[2×10^3 A]



LEGGI DI AMPÈRE-MAXWELL

$$\oint_{\mathcal{L}} (\vec{B}) = \mu_0 \left[i + \epsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt} \right]$$

$$\oint_{\mathcal{L}} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \left[i + \epsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt} \right]$$

$$i_s = i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{5 \text{ V}}{3 \times 10^{-3} \Omega} = 1,6 \times 10^3 \text{ A} \simeq 2 \times 10^3 \text{ A}$$

↑
VEDI DIMOSTRAZIONE
NEGLI APPUNTI PREC.

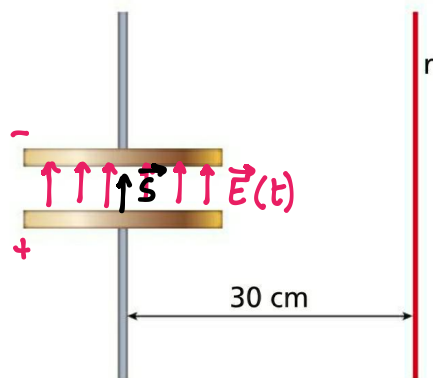
22 Un condensatore ad armature piane circolari di raggio 2,2 cm ha come dielettrico il vuoto. La densità di carica dell'armatura negativa passa da $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2$ a $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2$ in un intervallo di $10 \text{ } \mu\text{s}$.

► 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; $9,1 \cdot 10^{-9} \text{ T}$; no]



Tra le armature del condensatore

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$i_s = \epsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt} = \epsilon_0 \frac{d}{dt} \left[S \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} \right] = \cancel{\epsilon_0} \cdot \frac{S}{\cancel{\epsilon_0}} \frac{d\sigma}{dt} = \frac{d\sigma}{dt} \approx \frac{\Delta\sigma}{\Delta t}$$

$$= S \cdot \frac{\Delta\sigma}{\Delta t} \stackrel{\text{IN MODULO}}{=} \pi (2,2 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot \frac{(3,2 - 2,3) \times 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}}{10 \times 10^{-6} \text{ s}} =$$

$$= 13,684... \times 10^{-3} \text{ A} \approx \boxed{14 \text{ mA}}$$

La corrente di spostamento è pari alla corrente i nel filo

LEGE DI BIOT-SAVART

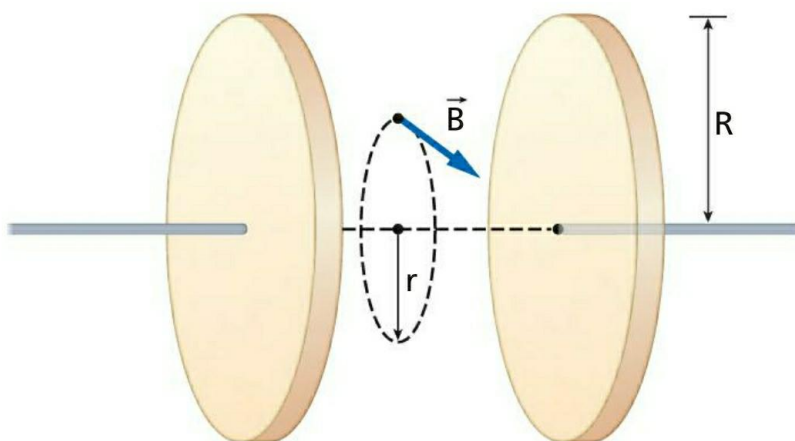
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} = \left(2 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right) \frac{1,3684... \times 10^{-2} \text{ A}}{30 \times 10^{-2} \text{ m}} =$$

$$= 0,09123... \times 10^{-7} \text{ T} \approx \boxed{9,1 \times 10^{-9} \text{ T}}$$

Lungo una retta parallela al filo che non interseca il condensatore, il campo magnetico non varia, anche in corrispondenza del condensatore stesso \rightarrow 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? $[2,3 \cdot 10^{-8} \text{ T}]$



$$\frac{\Delta E}{\Delta t} \approx \frac{dE}{dt}$$

$$B = \frac{\mu_0 \epsilon_0}{2} \cdot \frac{dE}{dt} \cdot r = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}) (8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}) (5,5 \times 10^{10} \frac{\text{V}}{\text{m} \cdot \text{s}}) (7,5 \times 10^{-2} \text{ m})}{2}$$

$$= 2294,7 \times 10^{-11} \text{ T} \approx \boxed{2,3 \times 10^{-8} \text{ T}}$$

In generale, tra le armature circolari di raggio R , a distanza r dall'asse si ha:

CAMPO ELETTRICO $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{S \epsilon_0}$

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2} \cdot \frac{dE}{dt} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2 \epsilon_0 R^2 \pi} \cdot \frac{dQ}{dt} = \frac{\mu_0}{2 \pi} \cdot \frac{r}{R^2} i & \text{se } r \leq R \\ \frac{\mu_0}{2 \pi} \frac{i}{r} & \text{se } r \geq R \end{cases}$$

CALCOLANDO
LA CIRCOLAZIONE
DI \vec{B} LUNGO UNA
CIRC. DI RAGGIO $r > R$

$$\rightarrow 2\pi r \cdot B = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \left(\oint \frac{Q}{S \epsilon_0} \right) = \mu_0 \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0} \frac{dQ}{dt} = \mu_0 i$$

FLUSSO $\Phi(E)$



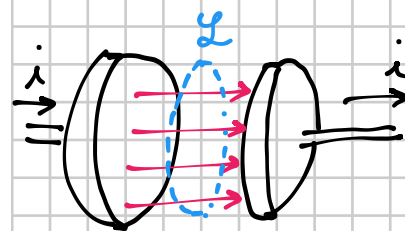
13

★★★

Fra le armature di un condensatore piano c'è il vuoto e ogni armatura circolare ha un'area di $15,5 \text{ cm}^2$. La densità superficiale di carica sull'armatura positiva del condensatore passa da $4,20 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ a $4,90 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ in $1,50 \times 10^{-2} \text{ s}$.

- Determina il valore della corrente di spostamento fra le armature del condensatore.
- Quanto vale la circuitazione del campo magnetico indotto lungo un cammino che è il contorno di una superficie circolare interna al condensatore uguale a quella delle armature e parallele a esse?

[$7,2 \times 10^{-8} \text{ A}$; $9,1 \times 10^{-14} \text{ N/A}$]



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\begin{aligned}
 i_s &= \epsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt} \simeq \epsilon_0 \frac{\Delta\Phi(\vec{E})}{\Delta t} = \epsilon_0 \frac{S \cdot \Delta E}{\Delta t} = \\
 &= \epsilon_0 \frac{S \cdot \left(\frac{\sigma_2}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} \right)}{\Delta t} = \cancel{\epsilon_0} \frac{\cancel{S}}{\cancel{\epsilon_0}} \cdot \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{\Delta t} = \frac{S (\sigma_2 - \sigma_1)}{\Delta t} = \\
 &= \frac{(15,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \left[(4,90 - 4,20) \times 10^{-6} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \right]}{1,50 \times 10^{-2} \text{ s}} = 7,233... \times 10^{-8} \text{ A} \\
 &\simeq \boxed{7,2 \times 10^{-8} \text{ A}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \left| \oint_{\mathcal{L}} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} \right| &= \mu_0 i_s = \left(4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right) (7,233... \times 10^{-8} \text{ A}) = \\
 &= 90,896... \times 10^{-15} \frac{\text{N}}{\text{A}} \\
 &\simeq \boxed{9,1 \times 10^{-14} \frac{\text{N}}{\text{A}}}
 \end{aligned}$$