EQUAZIONI DI MAXWELL

Equazioni fondamentali per i campi **E** e **B** in forma integrale

$$\oint \mathbf{E} \bullet \mathbf{n}\, dS = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\oint \mathbf{B} \bullet \mathbf{n}\, dS = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \bullet d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \mathbf{B} \bullet d\mathbf{s} = \mu_0\, I$$

Asimmetria tra i campi **E** e **B**:

a) esistono due tipi di carica elettrica, ma non sono stati osservati **monopoli magnetici**

b) mentre un campo magnetico variabile nel tempo genera un campo elettrico indotto, un campo elettrico variabile nel tempo non dà origine ad un campo magnetico

Teorema di Ampère in condizioni non stazionarie: Legge di Ampère – Maxwell

Teorema di Ampère in condizioni stazionarie

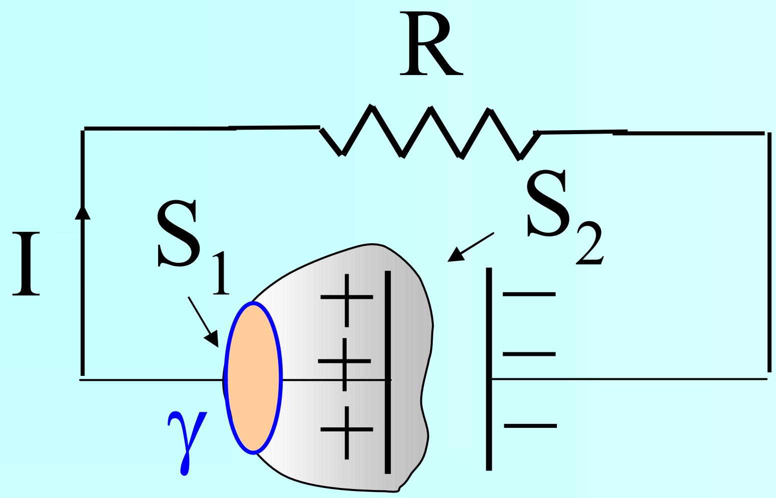
$$\boxed{\oint \mathbf{B} \bullet d\mathbf{s} = \mu_0 I}$$

I corrente totale che attraversa
una qualsiasi superficie S
che si appoggi a γ

In condizioni non stazionarie
il teorema di Ampère non è valido:

non dà lo stesso risultato per la circuitazione di **B** qualunque sia la superficie S che si appoggi a γ

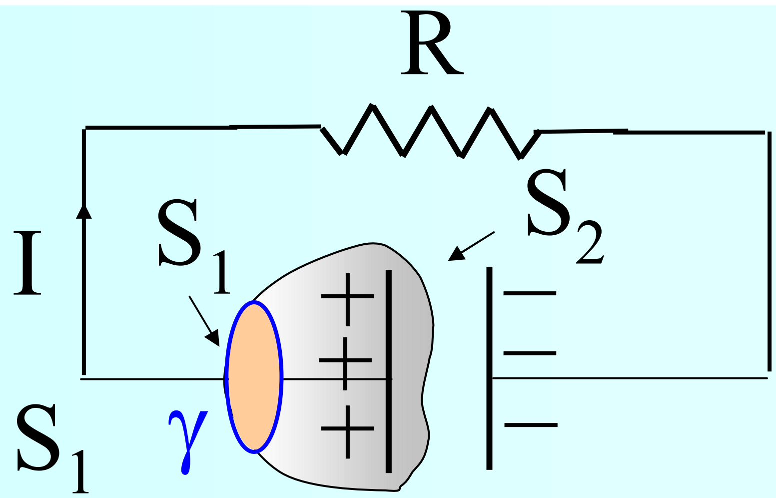
Processo di scarica di un condensatore



Le linee di corrente partono dall' armatura positiva e terminano sull' armatura negativa:
non sono linee chiuse (condizioni non stazionarie)

γ linea chiusa concatenata col conduttore

S_1, S_2 superfici che si appoggiano a γ



S_2 interna al condensatore

$I_1 = I$ corrente che attraversa S_1

$I_2 = 0$ corrente che attraversa S_2

$I_1 \neq I_2 \Rightarrow$ il teorema di Ampère non dà lo stesso risultato se applicato ad S_1 o ad S_2

Attraverso la superficie chiusa $S_1 + S_2$ la corrente che esce è diversa dalla corrente che entra:
non vale la condizione di stazionarietà

In condizioni non stazionarie
il teorema di Ampère non è valido

$$I = -\left(-\frac{dq(t)}{dt}\right)$$ corrente uscente dall'armatura positiva

$$I = \frac{dq(t)}{dt}$$ corrente entrante nell' armatura negativa

La variazione di carica $\pm dq$ sulle armature $\Rightarrow$ una variazione del campo elettrico fra le armature e quindi una variazione di flusso

Si può definire all' interno del condensatore

$$\boxed{I_S = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}}$$

corrente di spostamento

Maxwell modificò il teorema di Ampère con l'aggiunta del termine

$$I_S = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

eliminando la seconda asimmetria fra i campi **E** e **B**

Legge di Ampère – Maxwell:

$$\oint \mathbf{B} \bullet d\mathbf{s} = \mu_0 \left(I + \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$

$$I_S = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \varepsilon_0 \frac{d}{dt}\left(\frac{q}{\varepsilon_0}\right) = \frac{dq}{dt} = I$$

La corrente di spostamento è uguale alla corrente di conduzione

Il valore della circuitazione di **B** non dipende dalla superficie S appoggiata a γ

EQUAZIONI DI MAXWELL

$$\oint \mathbf{E} \bullet \mathbf{n}\, dS = \frac{q}{\varepsilon_0} \qquad \oint \mathbf{B} \bullet \mathbf{n}\, dS = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \bullet d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad \oint \mathbf{B} \bullet d\mathbf{s} = \mu_0 \left(I + \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$

Nel vuoto ($q = 0$ e $I = 0$)

$$\oint \mathbf{E} \bullet \mathbf{n}\, dS = 0 \qquad \oint \mathbf{B} \bullet \mathbf{n}\, dS = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \bullet d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad \oint \mathbf{B} \bullet d\mathbf{s} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

perfetta simmetria fra i due campi

Importanza della teoria di Maxwell:

fenomeni elettrici e magnetici
considerati come aspetti
di **un'unica interazione fondamentale**

previsione di fenomeni dinamici
onde elettromagnetiche
la cui verifica sperimentale
prova la realtà fisica
del **campo elettromagnetico**