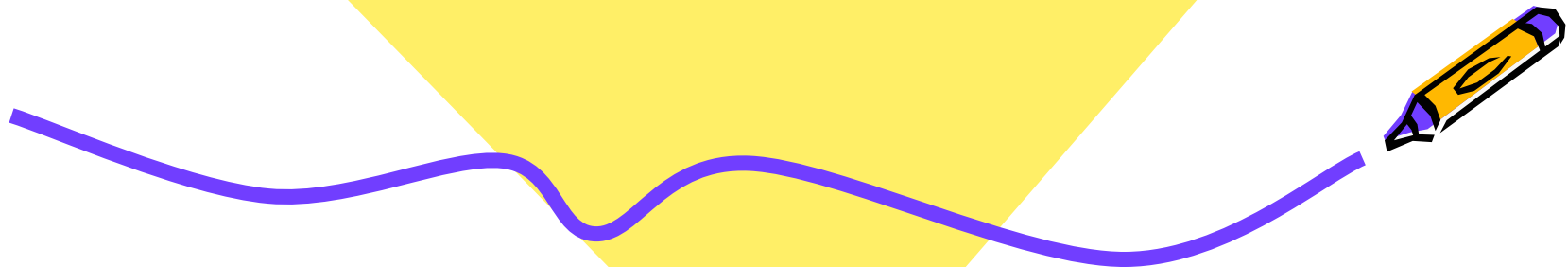




FIZICĂ

Câmpul magnetic

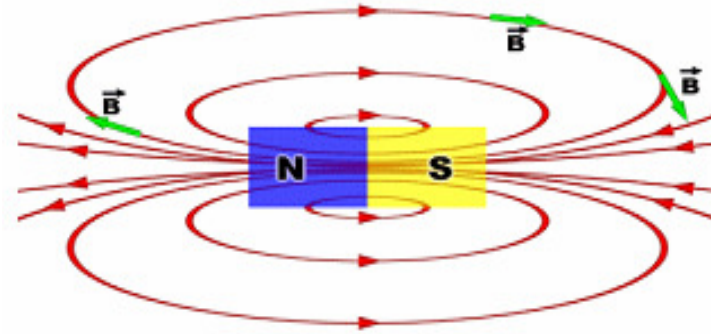


ș.l. dr. Marius COSTACHE

CÂMPUL MAGNETIC

Def Câmpul magnetic:

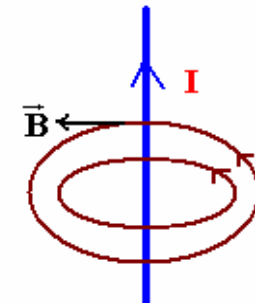
- reprezentat prin linii de câmp închise
- caracterizat prin vectorul **inducție magnetică** \vec{B} , $[\vec{B}] = 1 \text{ Tesla}$



Intensitatea câmpului magnetic \vec{H} , $[\vec{H}] = \frac{A}{m}$

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \quad \mu = \text{permeabilitatea magnetică a mediului}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Wb}{Am} = \frac{H}{m}$$



Acțiunea câmpului magnetic asupra sarcinii electrice în mișcare

Forța Lorentz:

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}_L| = qvB \sin \alpha; \quad \alpha = (\vec{v}, \vec{B})$$

Acțiunea câmpului magnetic asupra sarcinii electrice în mișcare

Cazuri:

a.) $\vec{v} // \vec{B} \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \vec{F}_L = 0$

b.) $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow |\vec{F}_L| = qvB \Rightarrow$ traiectoria este un cerc

c.) $(\vec{v}, \vec{B}) = \alpha$ oarecare \Rightarrow traiectoria este o spirală

Acțiunea câmpului magnetic asupra unui conductor parcurs de curent electric

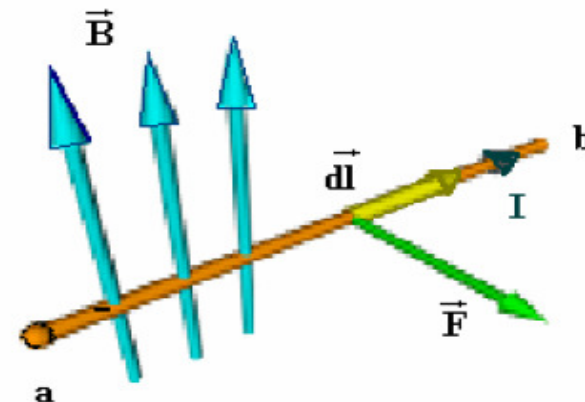
Într-un conductor parcurs de curent electric sunt sarcini electrice în mișcare => pe fiecare sarcină în mișcare acționează **forța Lorentz**

=> asupra conductorului în ansamblu acționează **forța electromagnetice**

$$\vec{F}_m = I\vec{l} \times \vec{B}$$

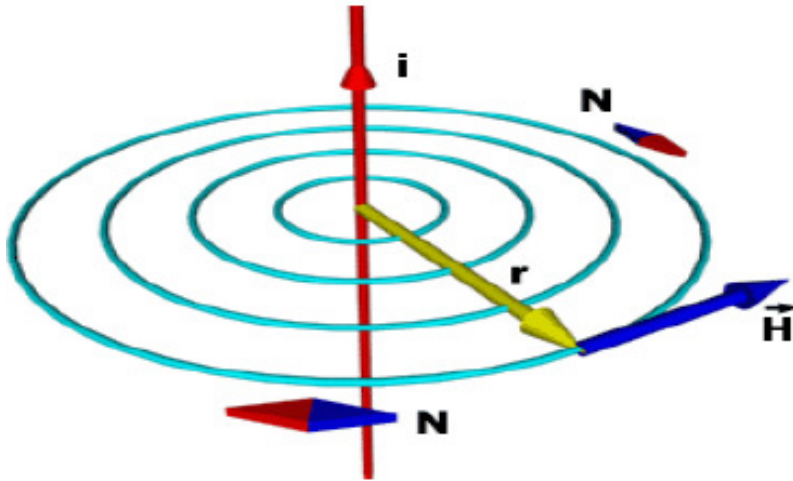
l = lungimea conductorului aflat în câmp magnetic

$$F_m = IlB \sin \alpha, \quad \alpha = (\vec{l}, \vec{B})$$



Câmpul magnetic creat de curenții electrice

a.) câmpul magnetic produs de un curent electric liniar

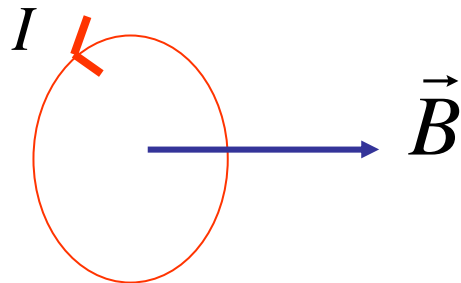


$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

(legea Biot - Savart)

$$B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$$

b.) câmpul magnetic în centrul unei spire plane circulare de rază r



$$B = \mu_0 \frac{I}{2r}$$

Câmpul magnetic creat de curenții electrice

c.) câmpul magnetic creat de un solenoid (bobină)

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l}$$

N = nr. spire

Obs.: Dacă în interiorul spirei nu este aer, ci miez de substanță:

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l}$$

μ_r = permeabilitatea magnetică relativă a mediului din interior

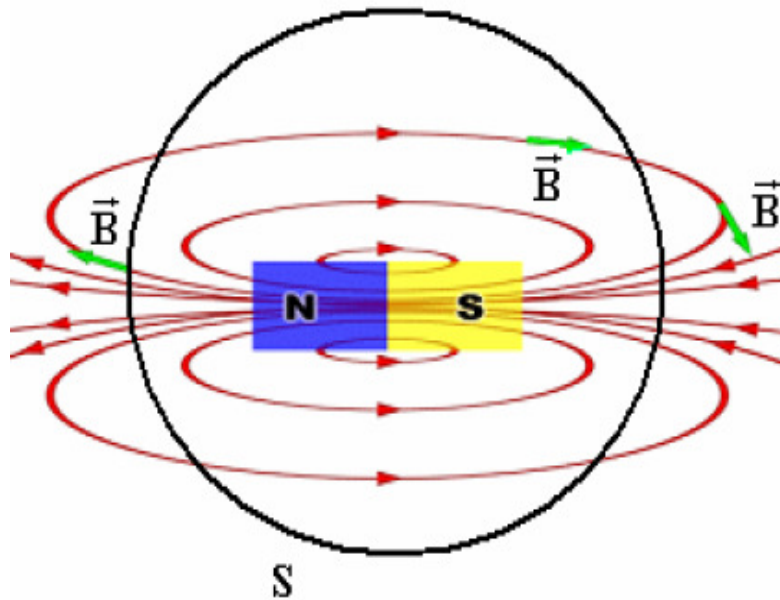
Fluxul magnetic. Legea lui Gauss pentru magnetism

Def Fluxul magnetic printr-o suprafață

$$\phi_m = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}, \quad [\phi_m]_{SI} = 1 \text{ Wb}$$

Fluxul magnetic. Legea lui Gauss pentru magnetism

Considerăm un magnet și o suprafață închisă S în jurul magnetului



Numărul liniilor de câmp care intră în S este egal cu numărul liniilor de câmp care ies din S

$$\Rightarrow \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

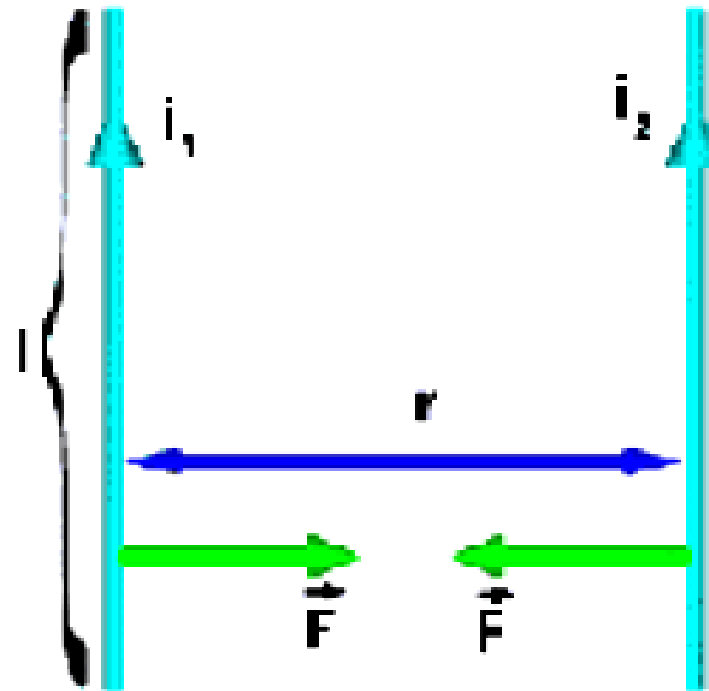
Legea lui Gauss pt. magnetism
(forma integrală)

$$\Rightarrow \text{div} \vec{B} = 0$$

Legea lui Gauss pt. magnetism
(forma locală)

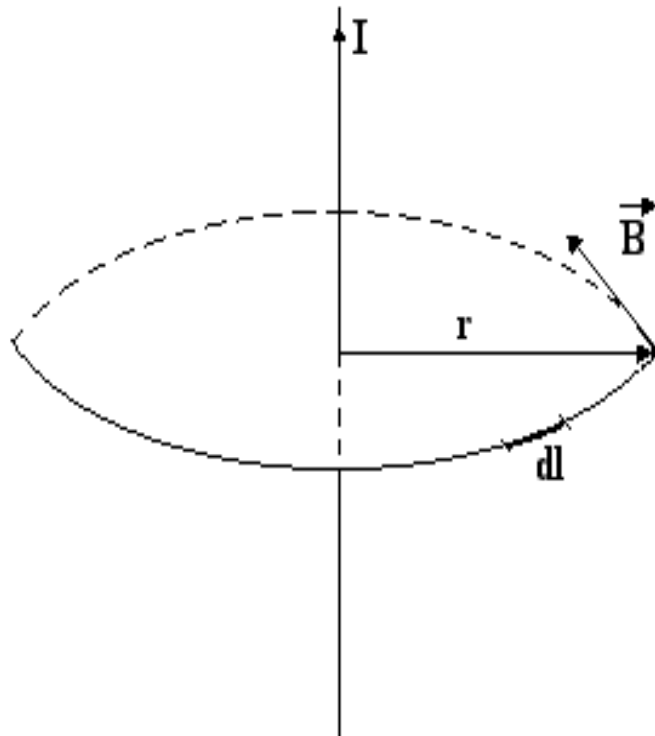
Interacțiunea dintre doi curenți electrici paraleli

$$F = \mu \frac{I_1 I_2}{2 \pi d} l$$



1 A = intensitatea unui curent electric constant care, dacă circulă prin două conductoare electrice paralele de lungime infinită, situate în vid la distanța de un metru unul de altul, determină ca forța de interacțiune dintre ele să fie de $2 \cdot 10^{-7}$ Newtoni pe fiecare metru de lungime comună

Legea circuitului magnetic



$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r} \Rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot I$$

$$\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

Legea circuitului magnetic
(legea lui Ampère – forma integrală)

Enunț: integrala de-a lungul unei curbe închise a produsului $B \cdot dl$ (circulația vectorului) este egală cu permeabilitatea magnetică a vidului μ_0 înmulțită cu intensitatea curentului I ce trece prin suprafața delimitată de conturul închis c .

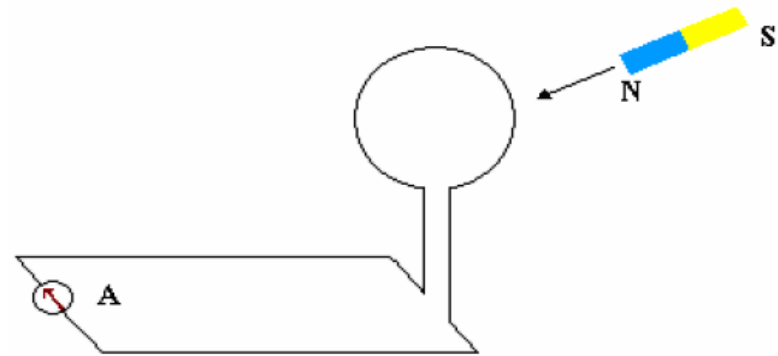
$$\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{j}$$

Legea lui Ampère – forma locală

Inducția electromagnetică. Legea lui Faraday

Def Inducția electromagnetică

= fenomenul de apariție a unei tensiuni electromotoare într-un circuit stăbănut de un flux magnetic variabil în timp

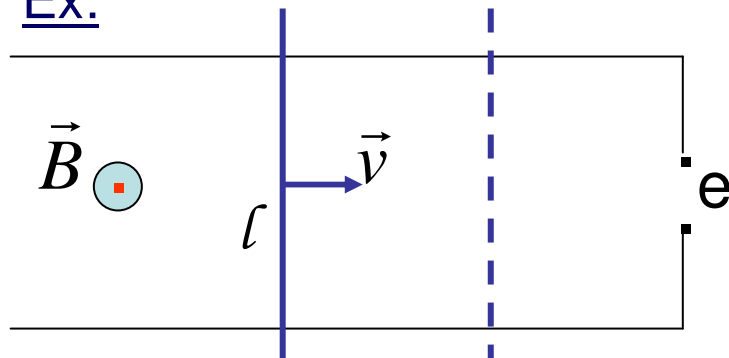


$$e = - \frac{d\phi_m}{dt}$$

Legea lui Faraday pentru inducția electromagnetică

Obs: $\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha \Rightarrow$ pot varia B, S, α

Ex:



$$\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos 0 = B \cdot S = Blvt$$

$$e = - \frac{d\phi_m}{dt} = -Blv$$

Inducția electromagnetică. Legea lui Faraday

Regula lui Lenz pentru determinarea sensului curentului indus:

Tensiunea electromotoare indusă și curentul indus au un astfel de sens, încât fluxul magnetic produs de curentul indus să se opună variației fluxului magnetic inductor.

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

**Legea lui Faraday a inducției
electromagnetice
(ec 4 a lui Maxwell)**

Orice circuit străbătut de curent electric produce prin suprafața circuitului un flux magnetic proporțional cu intensitatea curentului electric:

$L =$ inductanța proprie a circuitului

$$\phi_m = L \cdot I$$

$$[L]_{SI} = H ; \quad 1 H = \frac{Wb}{A}$$

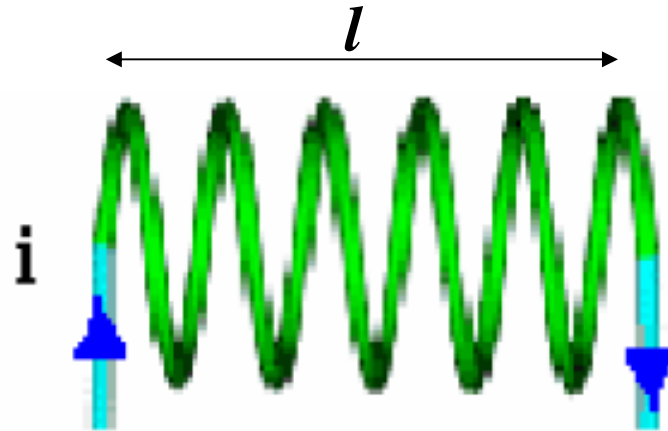
Autoinducția: fenomenul de inducție electromagnetică într-o bobină datorată variației curentului electric care străbate bobina.

$$e = -\frac{d\phi_m}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

$$L = \frac{\mu N^2 S}{l}$$

(inductanța unei bobine)

Energia câmpului magnetic



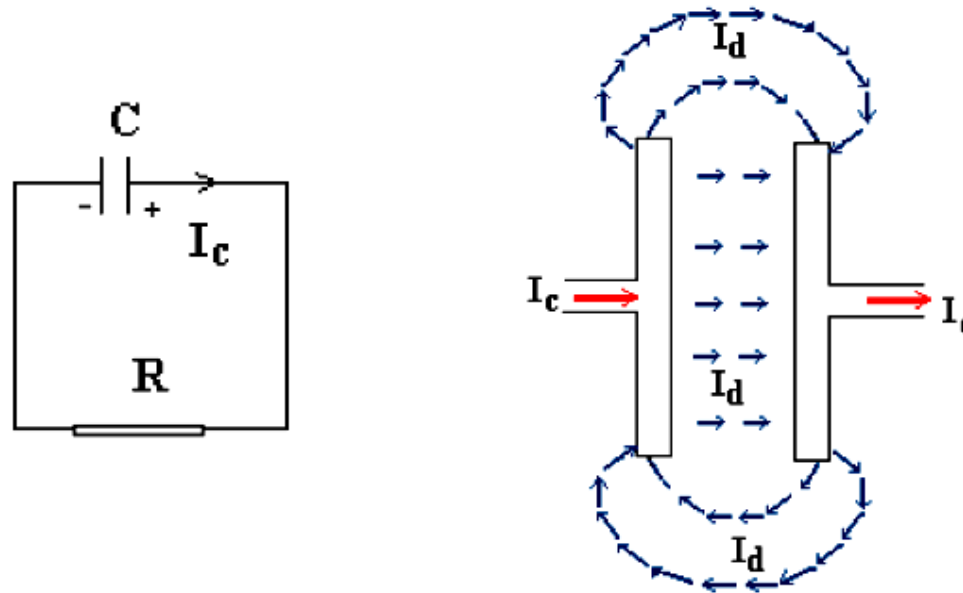
Inducția câmpului magnetic din solenoid: $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$

Energia câmpului magnetic din solenoid: $W = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} S l = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} V$

Densitatea de energie a câmpului magnetic:

$$w = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} = \frac{1}{2} \mu H^2$$

Curenți de conducție. Curenți de deplasare



Condensatorul, inițial încărcat cu sarcini electrice, se descarcă prin Rezistor => **curent de conducție I_c**

În timpul descărcării, câmpul electric din condensator scade până la valoarea zero => **curent de deplasare I_d**

Densitatea curentului de deplasare (Maxwell):

$$\vec{j}_d = \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Legea lui Ampere, forma locală, devine:

$$\text{rot} \vec{B} = \mu \left(\vec{j}_c + \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right) \quad \text{(Ec. 4 a lui Maxwell)}$$

BIBLIOGRAFIE

- ❖ F. BARVINSCHI – “*Fizică Generală*”,
Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, 2004

[www.et.upt.ro>CATEDRE>BFI>CadreDidactice>BarvinschiF>DownloadStudenti](http://www.et.upt.ro/CATEDRE/BFI/CadreDidactice/BarvinschiF/DownloadStudenti)

- ❖ M. CRISTEA, D. POPOV, F. BARVINSCHI, I. DAMIAN, I. LUMINOSU, I. ZAHARIE – “*Fizică. Elemente fundamentale*”,
Ed. Politehnica, Timișoara, 2006
- ❖ I. LUMINOSU – “*Fizică. Elemente fundamentale*”
Ed. Politehnica, Timișoara, 2004
- ❖ S. PRETORIAN, M. COSTACHE, V. CHIRIȚOIU – “*Fizică. Elemente fundamentale. Aplicații*”,
Ed. Politehnica, Timișoara, 2006
- ❖ Luminosu I., Pop N., Chiritoiu V., COSTACHE Marius – “*Fizică. Teorie, probleme și teste grilă*”, Ed. Politehnica, Timișoara, 2010