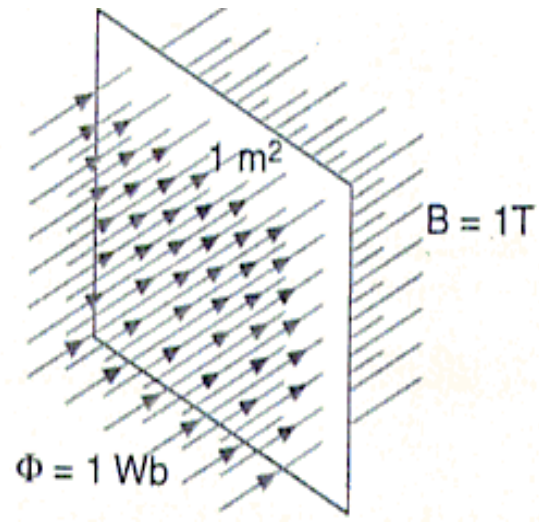
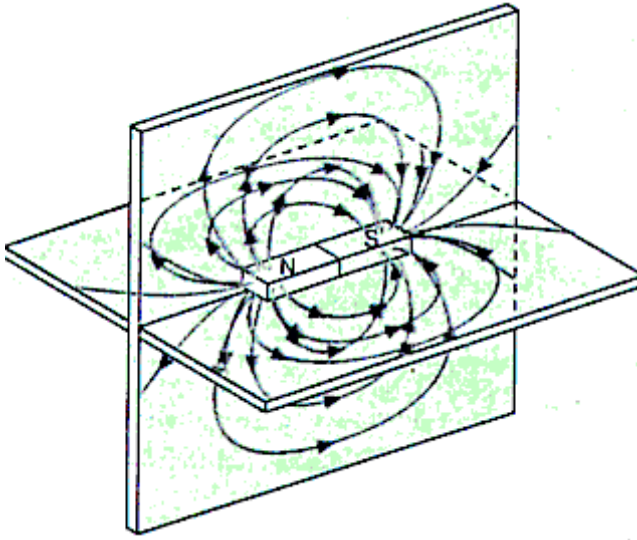
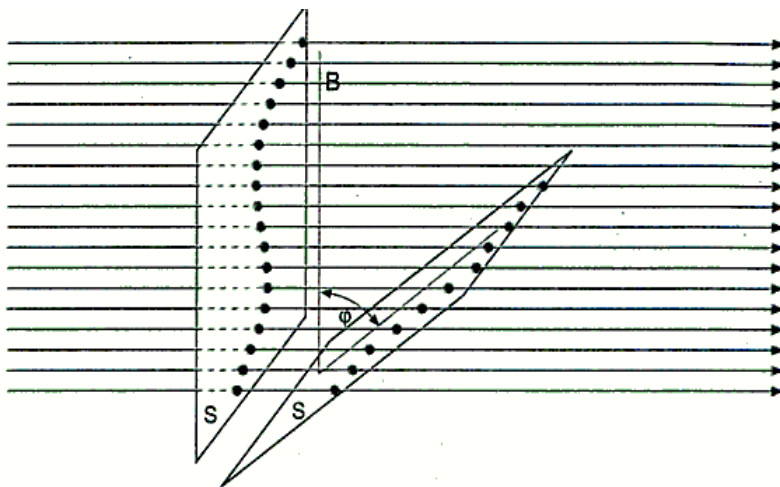


Magnetisme



Camp magnètic d'un imant : $\vec{B}$ (Tesla)

Fluxe magnètic : $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ (Weber)

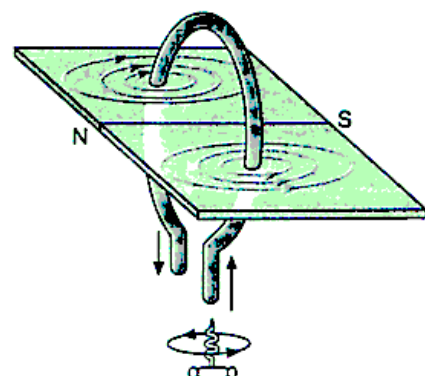
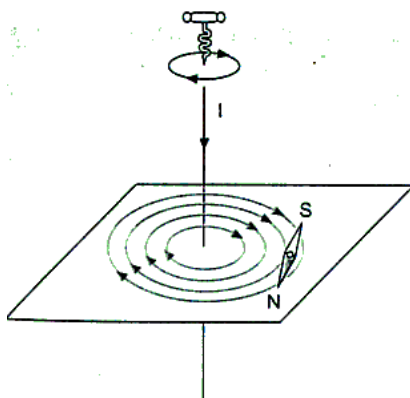


El flux magnètic representa la concentració de línies de força que travessen una superfície . Depen de l'angle que formen $\vec{B}$ i $\vec{S}$, ja que s'obté a partir del seu producte escalar , es a dir : $\phi = B S \cos (\vec{B}, \vec{S}) = B S \cos \phi$. On ϕ és l'angle que formen els vectors perpendiculars a $\vec{B}$ i $\vec{S}$ (que és el mateix que entre $\vec{B}$ i $\vec{S}$)

$\vec{B}$ creat per un corrent rectilini

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

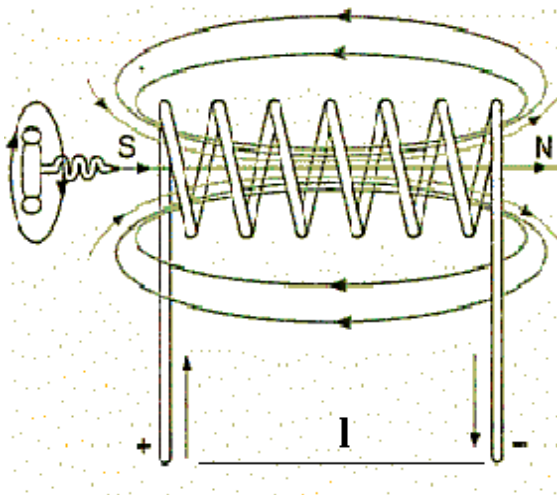
$\vec{B}$ creat per un corrent espiral



$\vec{B}$ creat per una bobina

$$B = \mu \cdot \frac{N \cdot I}{l} \quad ; \quad E_L = \frac{1}{2} L I^2 \quad L = N \frac{\phi}{I} = N \frac{B \cdot S}{I} = N \frac{\mu \frac{NI}{l} \cdot S}{I} = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot S}{l}$$

μ : permeabilitat del medi



I : intensitat del corrent ; N : Nombre d'espises

l : Longitud del solenoide ; L : Autoinducció bobina

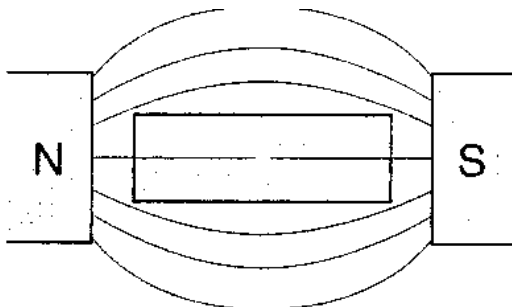
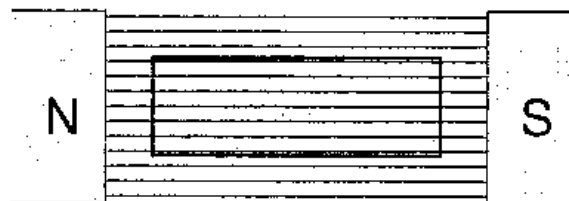
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (T m / A)}$ en el buit o en l'aire

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} ;$$

$$\text{Transitori : } I(t) = I_F - (I_F - I_I) e^{-\frac{t}{(L/R)}}$$

Segons la permeabilitat relativa podem classificar els materials en :

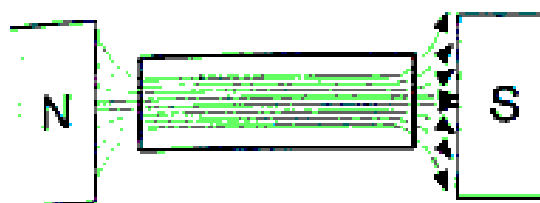
Paramagnètics : $\mu_r \approx 1$.
Alumini , estany , crom , titàn



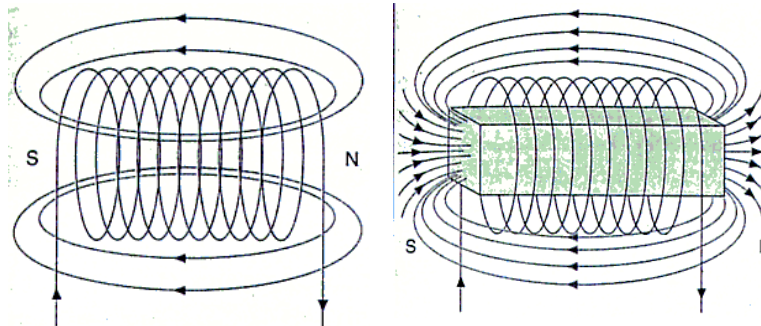
Diamagnètics : $\mu_r < 1$. Coure , Zinc , Plata , mercuri , aigua . Debiliten les línies de força

Ferromagnètics : $\mu_r > 1$

Ferro , acer , níquel , cobalt . Concentren les línies de força i fan més intens el camp magnètic .



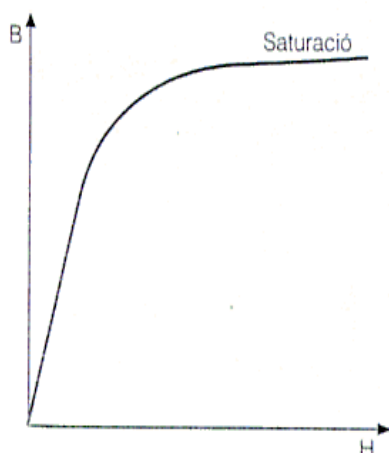
Una aplicació important dels materials ferromagnètics és per reforçar el camp magnètic dintre d'una bobina per on circula corrent, el que s'anomena: Electro-imant



Aquest fet és un cas representatiu d'**excitació magnètica**, que fa possible l'augment (proporcional) del camp magnètic $\vec{B}$.

L'excitació magnètica està expressada per: $B = \mu H$ i en el cas de la bobina $H = \frac{N \cdot I}{l}$

Però el camp magnètic no sempre augmenta de forma proporcional, ja que arriba un punt en que cal grans augments d'excitació per obtenir petits augments d'inducció. Llavors diem que el material forma part del circuit magnètic està **saturat**

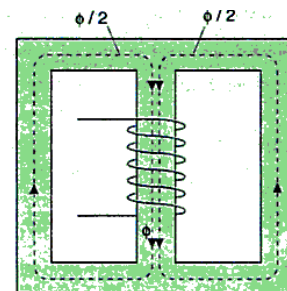
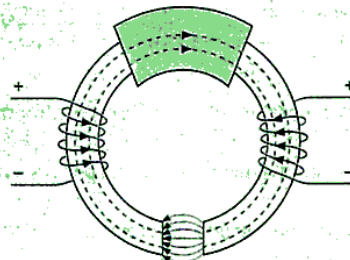
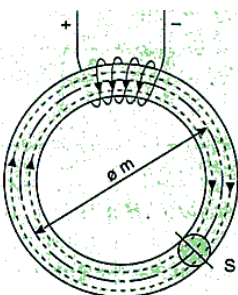


B (T)	H (A/m)					
	Xapa normal	Xapa de silici	Ferro forjat	Acer fos	Fosa de ferro	Aire
0,1	50	90	80	90	250	79 577
0,2	55	115	100	120	600	159 154
0,3	65	140	120	150	1 000	238 732
0,4	75	155	140	190	1 600	318 309
0,5	100	170	160	240	2 400	397 887
0,6	140	200	185	320	3 400	477 464
0,7	180	240	230	410	5 000	557 042
0,8	250	290	310	530	6 800	636 619
0,9	360	350	400	650	9 500	716 197
1	500	420	520	820	13 000	795 774
1,1	675	530	650	1 100	17 000	875 352
1,2	900	750	800	1 450	22 000	954 929
1,3	1 200	1 300	1 000	1 900	30 000	1 034 507
1,4	1 600	2 500	1 500	2 700		1 114 084
1,5	2 200	5 000	2 400	4 000		1 192 662
1,6	3 500	9 000	4 000	5 500		1 273 239
1,65	4 800	11 500	5 300	7 000		1 313 028
1,7	6 000	15 500	7 000	8 500		1 352 817
1,8	10 000	27 500	11 000	13 000		1 432 394
1,9	16 000		17 000	19 000		1 511 971
2	32 000		27 000	25 000		1 591 549

Força d'atracció d'un electroimant: $F = \frac{B^2 \cdot S}{2 \cdot \mu_0}$

Circuits Magnètics: $fmm = NI = H_1 \cdot L_1 + H_2 \cdot L_2 + \dots$; $R_m = \frac{fmm}{\phi} \equiv \text{Reluctància}$

R_m : Resistència del cir.magnètic; entreferro: (aire) dispersa les línies d'inducció.



Exercicis

- Una bobina de 250 espises , amb nucli d'aire , té una longitud de 10 cm i un diàmetre de 2cm . Quin coeficient de autoinducció té ?
- Un solenoide de nucli d'aire , amb una longitud de 15 cm i un diàmetre d'1,8 cm té un coeficient d'autoinducció de 0,12 mH. Quantes espises té ?
- Un inductor està constituït amb 600 espises sobre un nucli toroïdal ferromagnètic ($\mu_r=400$) de 4cm de diàmetre i una secció transversal de $0,8 \text{ cm}^2$. Calcula el coeficient d'autoinducció de l'inductor .
- Un inductor de 0,1 H i una resistència òhmica de 10Ω es connecta a una bateria de 12 V i resistència negligible .
 - Quina intensitat final circularà per la bobina ?
 - Quant temps trigarà a establir-se la intensitat final (85% de I_F) ?
 - Quina energia emmagatzema la bobina ?
- Un inductor està construït amb 350 espises sobre un nucli toroïdal ferromagnètic ($\mu_r=400$) de 3,5 cm de diàmetre i una secció transversal de $0,7 \text{ cm}^2$. Calcula :
 - L inductor
 - Si connectem a aquest inductor una font de 6 V i una resistència interna de $0,3 \Omega$ mitjançant una resistència de 4Ω .
 - Quant temps triga a establir-se la intensitat final ?
 - Quina energia emmagatzema l'inductor ?
 - Quina tensió hi ha a l'inductor en el moment de connectar la tensió ?
- Una espira circular de 40 cm de diàmetre està situada en un pla que forma 60° amb el vector inducció d'un camp magnètic de 100 mT . Quin flux travessa l'espira ?
- Volem obtenir en el centre d'una espira de 20 cm de diàmetre una inducció magnètica de 10 mT . Quina intensitat caldrà que circuli per l'espira ?
- Per un solenoide de 15 cm de longitud i 30 espises passa una intensitat de 2 A . El nucli magnètic té una permeabilitat relativa $\mu_r=10^3$. Calcula la inducció al seu interior .
- Tenim un solenoide de 30 cm de longitud , amb una intensitat de 2 A . En el seu interior hi ha una inducció de 0,5 mT. Volem reduir la inducció fins a 0,4 mT . Quantes espises n'hem de treure ?
- En la taula tenim la relació obtinguda en un aliatge de ferro entre l'excitació magnètica ($\vec{H}$ (A / m) i la inducció magnètica $\vec{B}$ (T) . Has d'obtenir dues gràfiques :
 $B=f(H)$ $I=\mu=f(H)$;

H (A·m ⁻¹)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
B (T)	0,00	0,52	0,60	0,80	0,90	1	1,05	1,08	1,09

11. Calcula el flux que travessa una espira quadrada de 30 cm de costat, situada en un camp magnètic d'inducció 200 mT quan :

- La seva superfície és perpendicular al camp
- Forma un angle de 60° amb el camp.

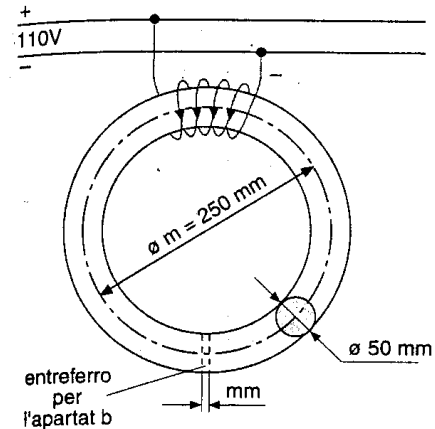
12. El circuit de la figura està construït amb acer fos i disposa d'una bobina de 1000 espires connectada a una xarxa de CC de 110 V. Si volem que el flux que la travessa sigui de 2,35 mWb, calcula

a) quan el nucli és d'acer fos

- La fmm necessària
- El corrent que circularà per la bobina

b) Quan el nucli és d'acer fos però disposa d'un entreferro de 2 mm.

- La fmm necessària
- El corrent que circularà per la bobina



13. Una bobina prou estreta de 200 espires i 10 cm de longitud és recorreguda per un corrent de 500 mA. Calcula la inducció magnètica al seu interior quan :

- el nucli és l'aire
- El nucli és de xapa de ferro normal

14. Un circuit magnètic rectangular de secció quadrada de 15 mm de costat té 10 cm de longitud per 8 d'alçada. Si volem un flux de 0,36 mWb en fer-li passar un corrent de 2 A,

a) calcula quan el nucli és de xapa de silici

- La fmm necessària
- El nombre d'espires

b) calcula quan el nucli és de xapa de silici però té un entreferro de 4 mm.

- La fmm necessària
- El nombre d'espires