

Campo magnetico

cl. V B CHB

prof.ssa Villani

a.s. 2010/2011

Fenomeni magnetici fondamentali

TALETE (VI sec. a.C.):

MAGNETITE (Fe_2O_3) attrae limatura di ferro

La sbarretta di acciaio DA SOLA: non attrae limatura di Fe

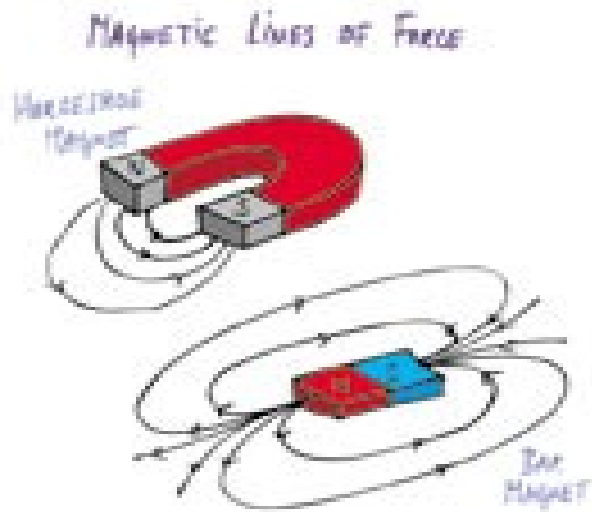
Acciaio+Magnetite: attrae Fe...l'acciaio si è magnetizzato

Quali sostanze si possono magnetizzare? Quelle
ferromagnetiche!

Quali sono le forme più comuni per i magneti?

- Rettilinea
- A ferro di cavallo
- Ad ago magnetico: ruota se viene posto in sua
prossimità un altro magnete
- POLI MAGNETICI DELLO STESSO TIPO SI
RESPINGONO, SE DIVERSI SI ATTRAGGONO. Si
parla quindi di polo Nord e polo Sud di un magnete.

Il campo magnetico



Una calamita esercita una forza su un'altra calamita: ogni magnete genera nello spazio che lo circonda un campo magnetico vettoriale. Si possono vedere le linee di campo mediante la limatura di ferro.

Le linee si disegnano utilizzando un ago magnetico di prova (piccolo, in modo da non influenzare sensibilmente il campo principale). La direzione è la congiungente i poli nord e sud del magnete di prova. Il verso è convenzionalmente uscente dal nord.

Analogie e differenze tra E e B

- Sono entrambi campi di forza;
- In entrambi c'è l'oggetto di prova (carica o magnete);
- Entrambi sono descritti da linee di campo;
- Esistono due soli tipi di poli, come esistono due soli tipi di cariche;
- Analogamente a ciò che avviene tra le cariche, poli dello stesso tipo si respingono e di diverso tipo si attraggono;
- Un conduttore scarico può essere elettrizzato da un corpo carico, una barretta di acciaio può diventare un magnete.
- Nell'elettrizzazione per contatto c'è passaggio di carica da un corpo all'altro. Non può mai avvenire un passaggio di polarità tra due corpi;
- Le linee di campo E sono aperte, quelle di B sono chiuse
- Non esiste il monopolo magnetico

Esperimenti di Oersted 1820

ELECTRICITY AND MAGNETISM

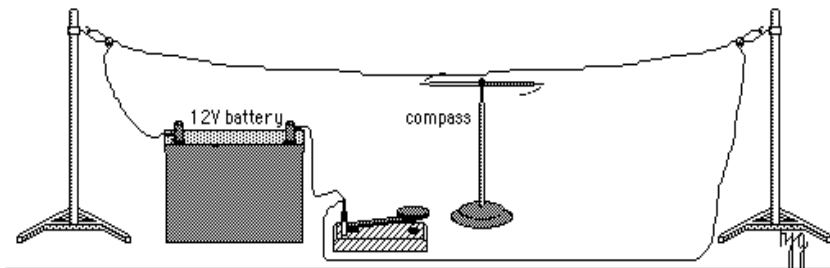
5H10.20

MAGNETIC FIELDS AND FORCES

Magnetic Fields

OERSTED'S EFFECT

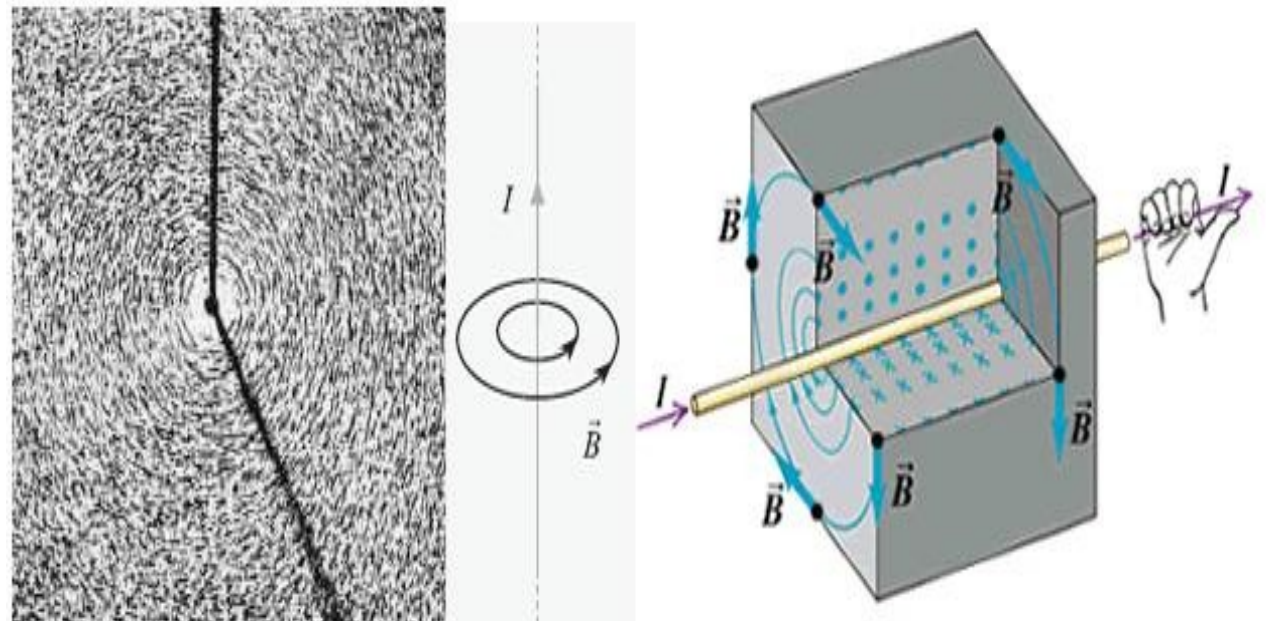
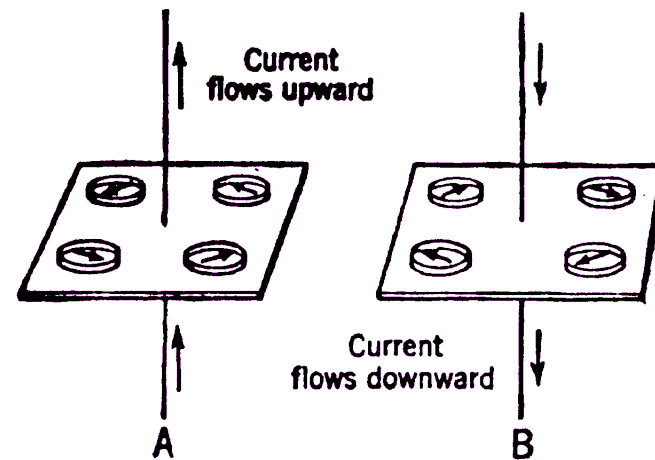
- Turn the compass needle so it is approximately parallel to the wire.
- Close the switch to send the current through the wire for about 5-10 seconds.
- The compass will align itself with the magnetic field.



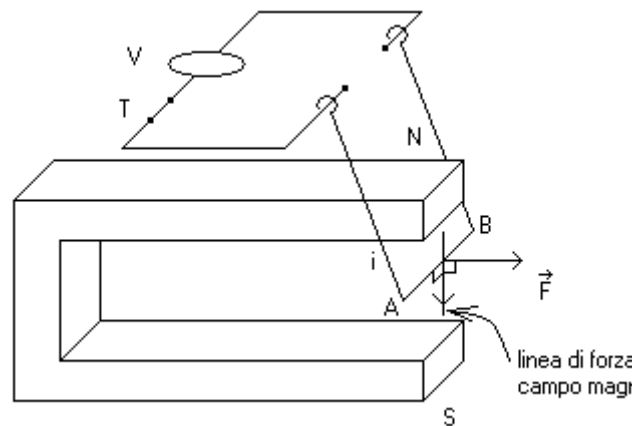
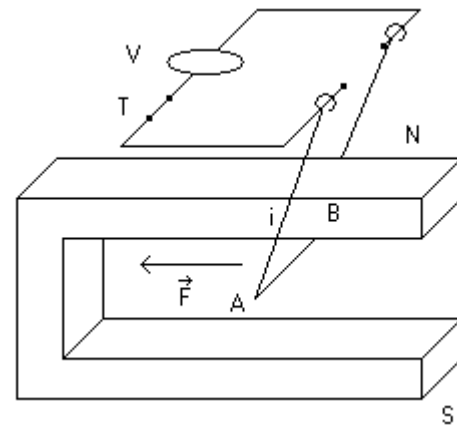
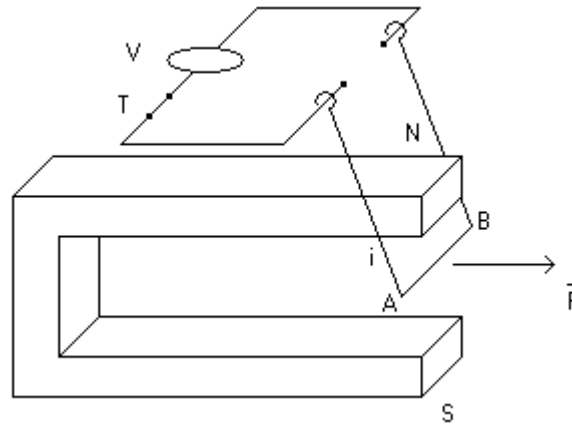
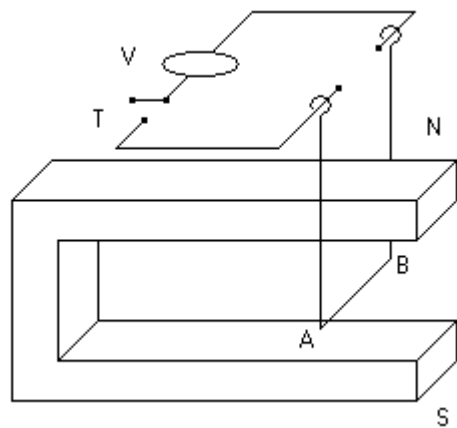
Quando il filo è percorso da corrente viene generato un campo magnetico visibile grazie ad un ago magnetico.

B generato da un filo percorso da i

- Un filo percorso da corrente genera un campo: le linee di forza sono circonferenze concentriche al filo. Il verso convenzionale è dato dalla regola della mano destra



Esperimento di Faraday: 1821



Circuito aperto: non accade nulla;
 Circuito chiuso, corrente continua che scorre: il tratto di circuito IMMERSO in B si sposta;
 Si inverte il verso di i : il tratto l si sposta in verso opposto;
 E se il conduttore immerso non è perpendicolare al campo? Se fosse perpendicolare al campo non vi sarebbe alcuna forza

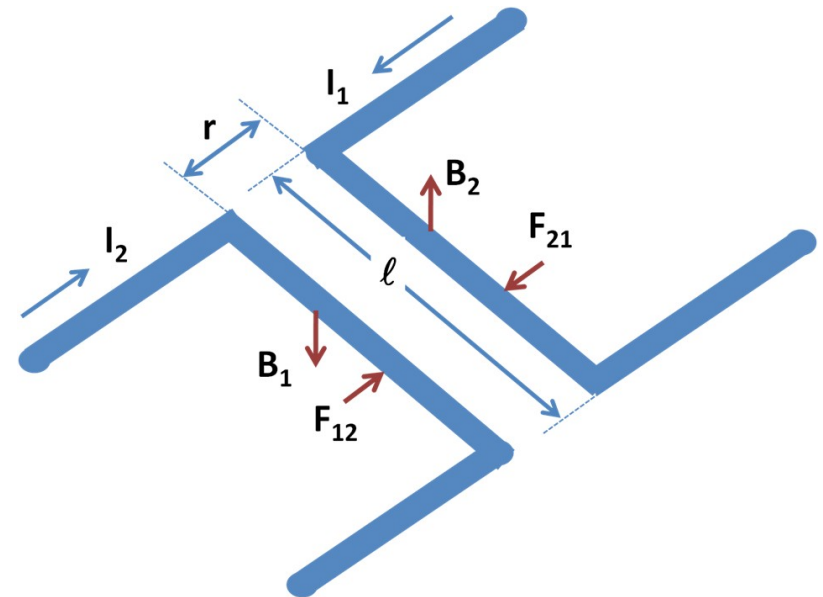
$$\vec{F} = i\vec{l} \wedge \vec{B}$$

$$F = B_N il = ilB \sin \alpha$$

$$B = \frac{F}{il} \qquad 1T = 1N / (Am)$$

Forze tra correnti

- LEGGE DI AMPERE:
la forza che agisce su un tratto lungo l di uno dei due fili è direttamente proporzionale alle due correnti che circolano ed è inversamente proporzionale alla distanza d tra i fili.

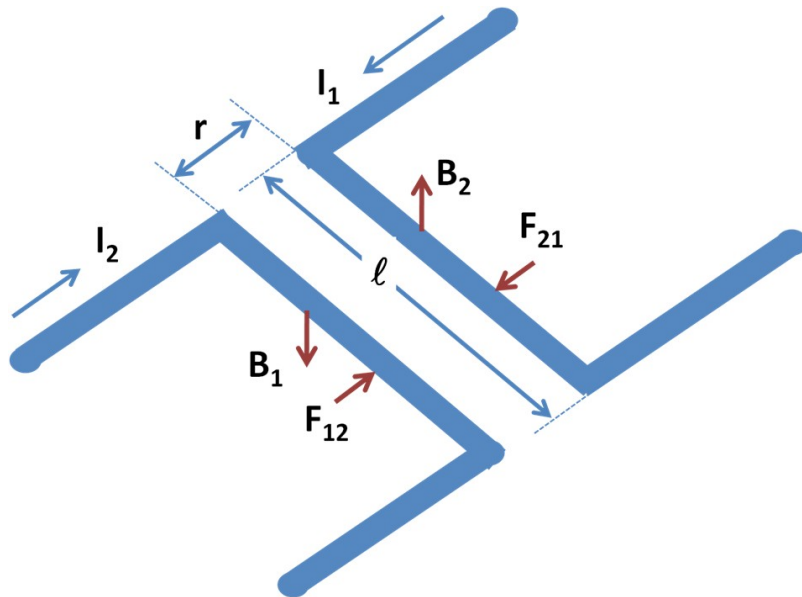


$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{d} l \quad \text{con} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N / A}^2$$

QUINDI:

- DEFINIZIONE DI AMPERE: Una corrente ha l'intensità di 1A se, circolando in due fili rettilinei e paralleli molto lunghi che distano 1m tra loro, provoca una forza di $2\pi \cdot 10^{-7} \text{N}$ su ogni tratto lungo 1 m
- DEFINIZIONE DI COULOMB: 1C è la carica che attraversa, in un secondo, una sezione di un filo in cui è presente una corrente di intensità pari ad 1A

LEGGE DI BIOT E SAVART: 1820



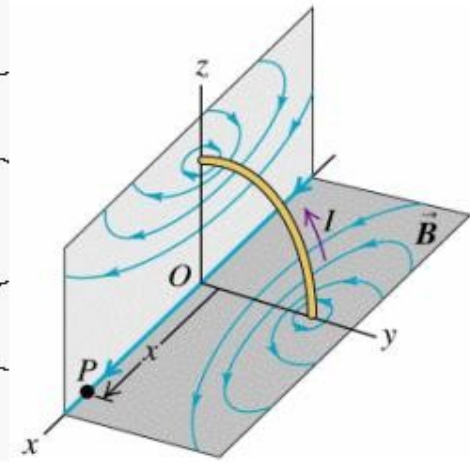
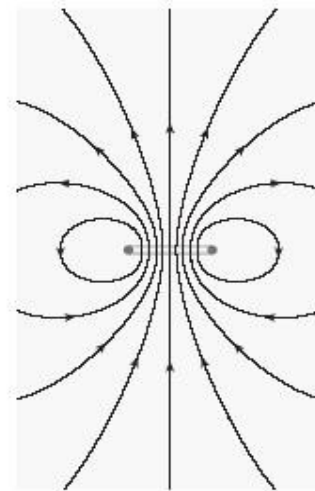
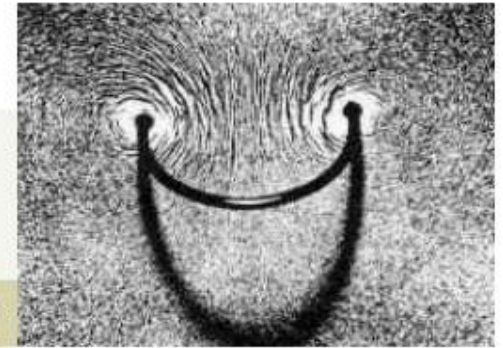
$$F = Bi_1l$$

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d}$$

$$B i_1 l = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d}$$

$$B = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} \rightarrow B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}$$

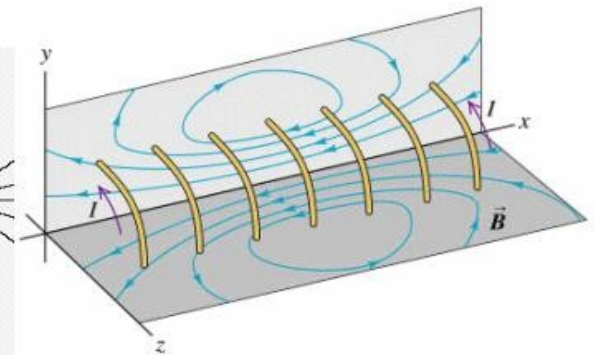
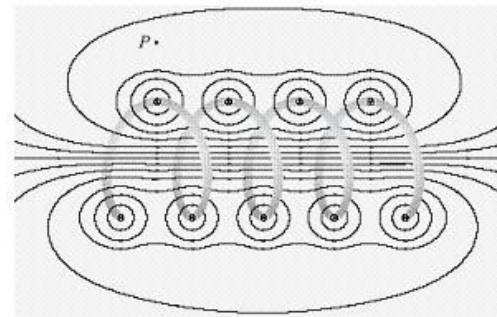
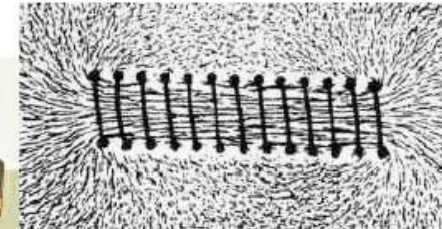
Campo al centro di una spira



$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{i}{R}$$

Campo nella zona centrale di un solenoide

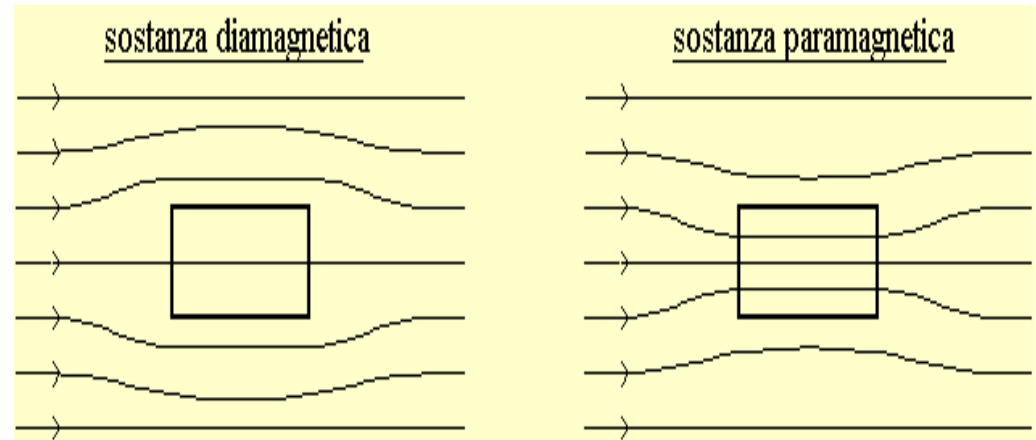
- All'interno del solenoide il campo è intenso ed è uniforme;
- All'esterno il campo è debole, praticamente nullo



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

PROPRIETA' MAGNETICHE DEI MATERIALI

- Ferromagnetiche: sono le sostanze che si magnetizzano se poste a contatto con un magnete
- Diamagnetiche: debolmente respinte da un magnete (es.: H₂O, Cu, Ag)
- Paramagnetiche: debolmente attratta da un magnete (es.: aria, Al)



PERCHE'?

All'interno degli atomi ci sono correnti elementari dovute al moto degli elettroni ed al loro spin. Ogni atomo si comporta come una spira percorsa da corrente. Se consideriamo, per esempio, un cilindro in Fe, inizialmente avrà $\underline{\mathbf{B}}_{\text{TOT}}$ nullo in quanto i singoli atomi, visti come piccole spire, sono orientati a caso.

In presenza di un campo magnetico esterno, si allineano tutte le piccole spire e si ha un $\underline{\mathbf{B}}_{\text{TOT}}$ diverso da zero.

Si può dunque immaginare il cilindro come se fosse percorso da un'unica corrente elettrica (come un solenoide) che dà luogo a quel campo.

Dal punto di vista microscopico:

Ferromagnetiche:

$$\underline{\mathbf{B}}_{\text{TOT}} = \underline{\mathbf{B}}_0 + \underline{\mathbf{B}}_{\text{mat}} \gg \underline{\mathbf{B}}_0$$

Paramagnetiche:

$$\underline{\mathbf{B}}_{\text{TOT}} = \underline{\mathbf{B}}_0 + \underline{\mathbf{B}}_{\text{mat}} > \underline{\mathbf{B}}_0$$

Diamagnetiche:

$$\underline{\mathbf{B}}_{\text{TOT}} = \underline{\mathbf{B}}_0 + \underline{\mathbf{B}}_{\text{mat}} < \underline{\mathbf{B}}_0$$

Permeabilità magnetica relativa

$$\underline{\mathbf{B}}_r = \mu_r \underline{\mathbf{B}}_0$$

essendo $\underline{\mathbf{B}}_0$ il campo esterno, questa legge esprime la proporzionalità diretta tra $\underline{\mathbf{B}}_r$ e $\underline{\mathbf{B}}_0$

μ_r è un numero puro, dal momento che $\underline{\mathbf{B}}_r$ e $\underline{\mathbf{B}}_0$ hanno la stessa unità di misura.

Tra i valori di μ_r abbiamo:

Acqua 0,999910

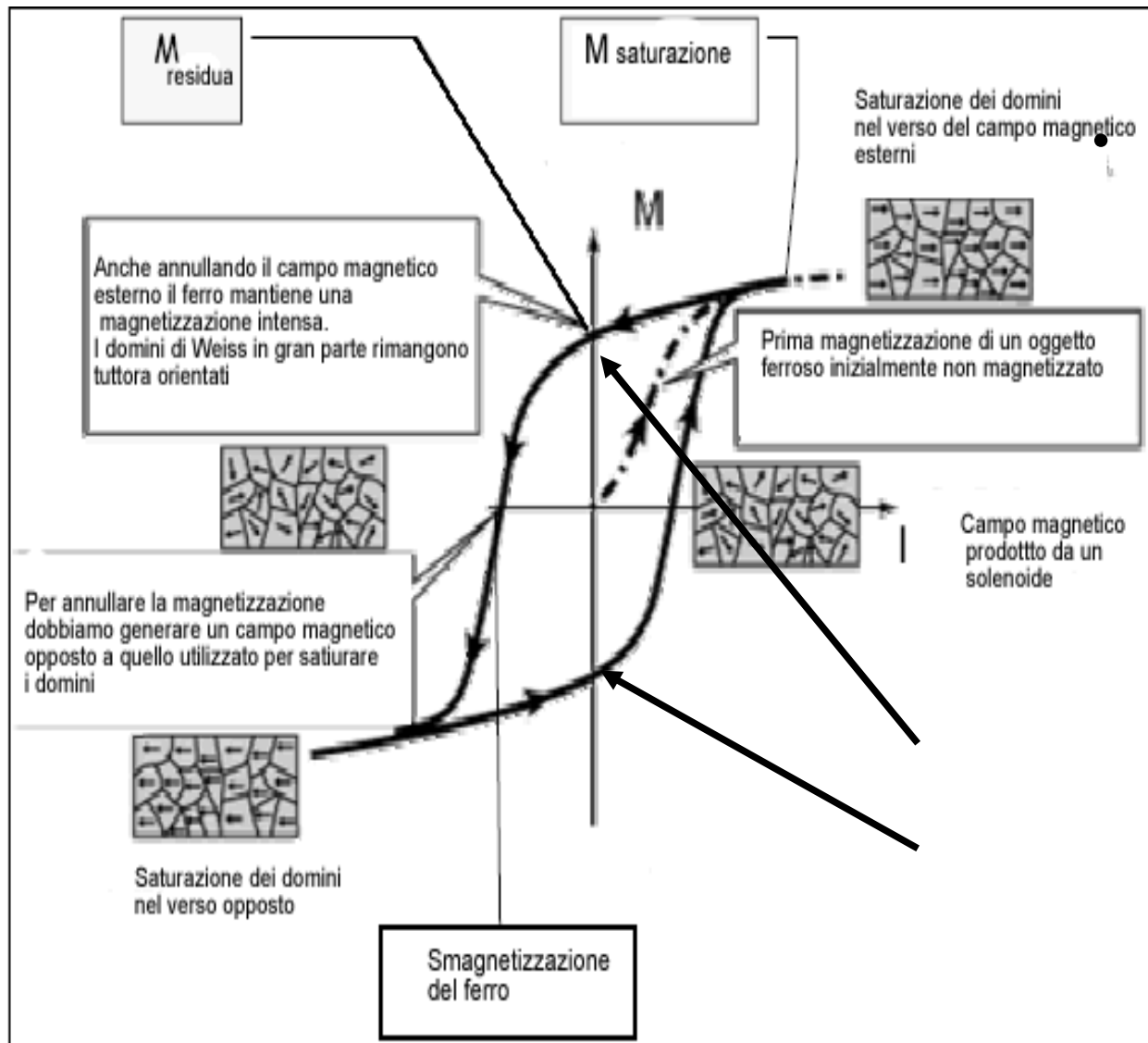
Argento 0,999981

Rame 0,999990

Aria 1,00000036

Alluminio 1,000021

Isteresi magnetica

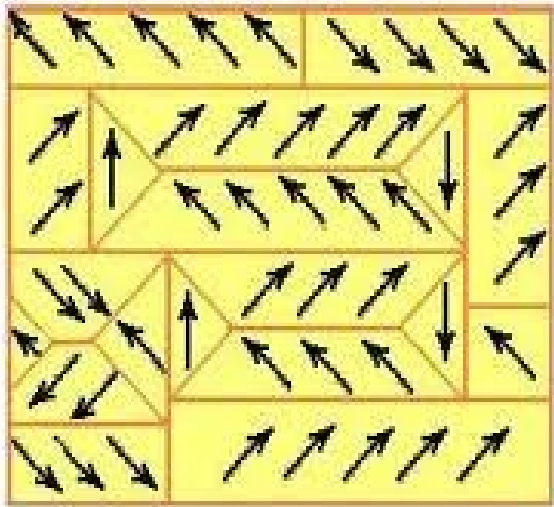


I materiali ferromagnetici non hanno \underline{B}_r proporzionale a \underline{B}_0 . Nelle sostanze ferromagnetiche la permeabilità relativa è grande (il supermalloy-lega di Ferro, Nichel, molibdeno e manganese- ha μ_r dell'ordine di 10^5)

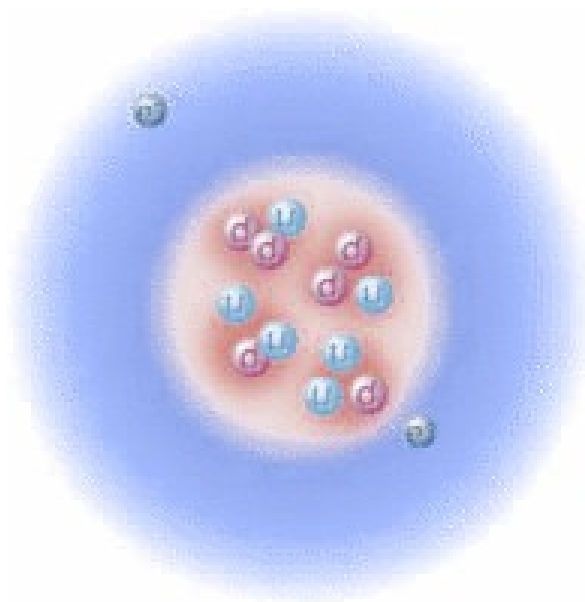
- **Temperatura di Curie:**

- è la temperatura tipica di ogni materiale al di sopra della quale qualunque materiale perde la sua magnetizzazione

- **Domini di Weiss:** L'esistenza di magnetizzazione residua mostra che in un blocco di ferro NON magnetizzato i momenti magnetici non sono completamente disordinati. A temperatura ambiente vi è un gran numero di zone magnetizzate, dette domini di Weiss.

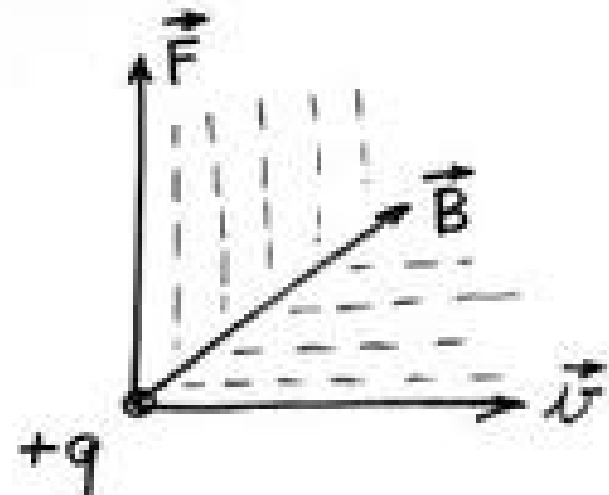


Campo Magnetico Esterno



La forza di Lorentz

Il campo magnetico è generato da cariche elettriche in moto e , a sua volta, le cariche elettriche in moto sono soggette a forze dovute ad un campo magnetico.



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

Poiché la forza di Lorentz è sempre perpendicolare alla velocità (dunque allo spostamento), il lavoro della forza è nullo. Se $L=0$, allora, dal teorema dell'energia cinetica, $\Delta E_c=0$, dunque la forza di Lorentz NON può modificare la velocità della particella, ma può modificarne la direzione. Il moto, dunque, di una particella immersa in un campo magnetico, è un moto circolare uniforme. Uguagliando la forza centripeta alla forza di Lorentz si ottiene:

$$r = \frac{mV}{qB}$$

