

MAGNETISMO - 2a parte

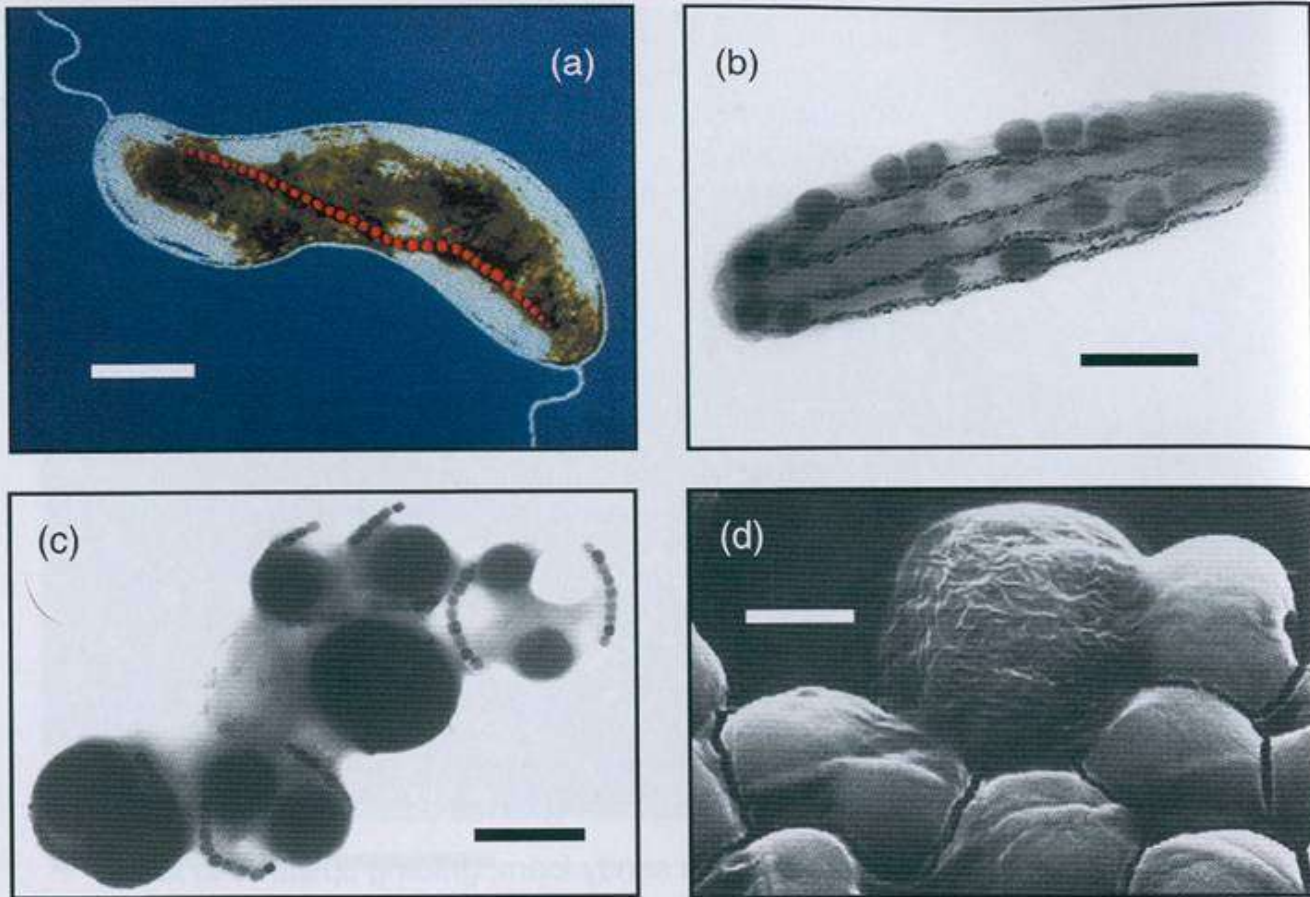
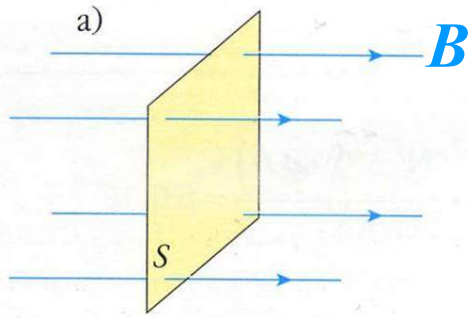
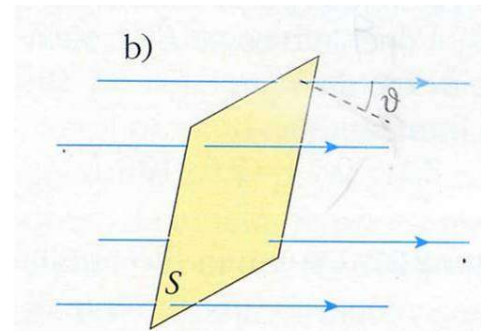


Figure 9.2 Electron micrographs of several types of magnetotactic bacteria. *See page 191.*

Flusso del vettore \vec{B} , l'unità di misura è il weber (Wb) $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T m}^2$

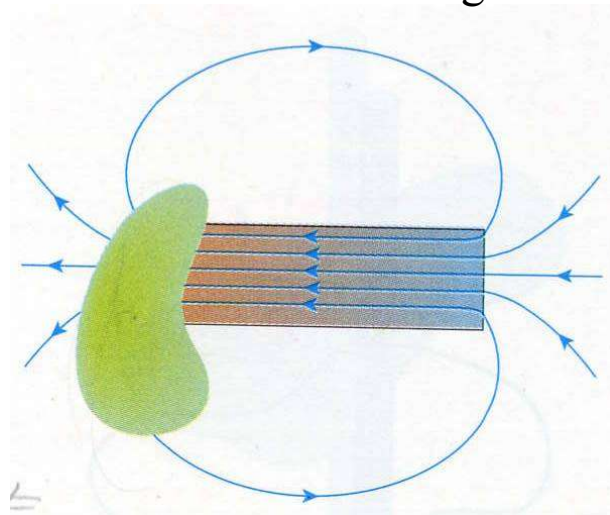


$$\Phi(\vec{B}) = B S$$



$$\Phi(\vec{B}) = B S \cos \vartheta$$

Caso generale: Teorema di Gauss per il magnetismo



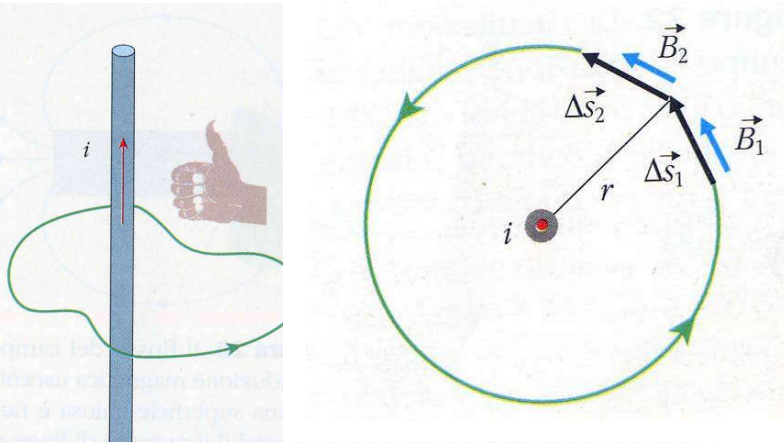
$$\Phi_S(\vec{B}) = 0$$

Poli magnetici non separabili

Il numero di linee entranti in S è sempre uguale al numero di linee uscenti

Teorema della circuitazione di Ampère

$$\vec{C}(\vec{B}) = \mu_0 i$$

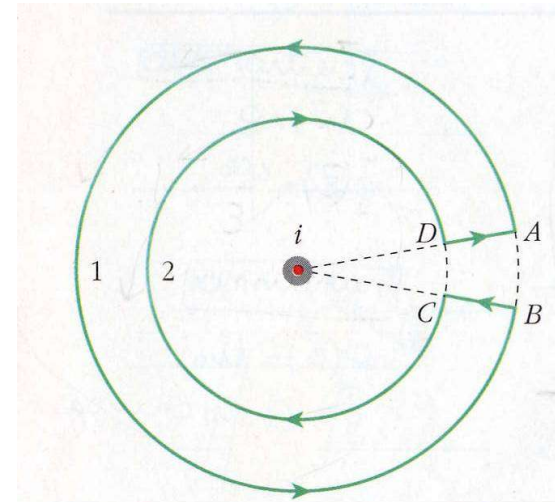


$$\vec{C}(\vec{B}) = B (\Delta s_1 + \Delta s_2 + \dots)$$

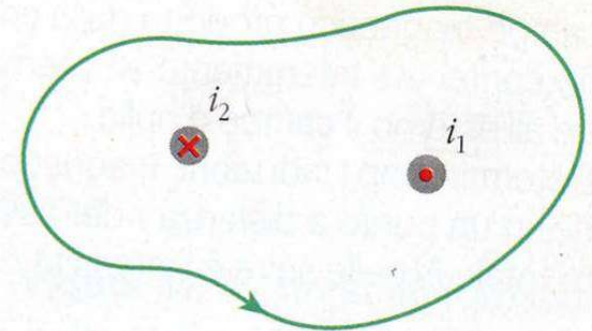
$$C(\vec{B}) = B 2 \pi r$$

$$C(\vec{B}) = \frac{\mu_0 i}{2 \pi r} 2 \pi r$$

$$C(\vec{B}) = \mu_0 i$$

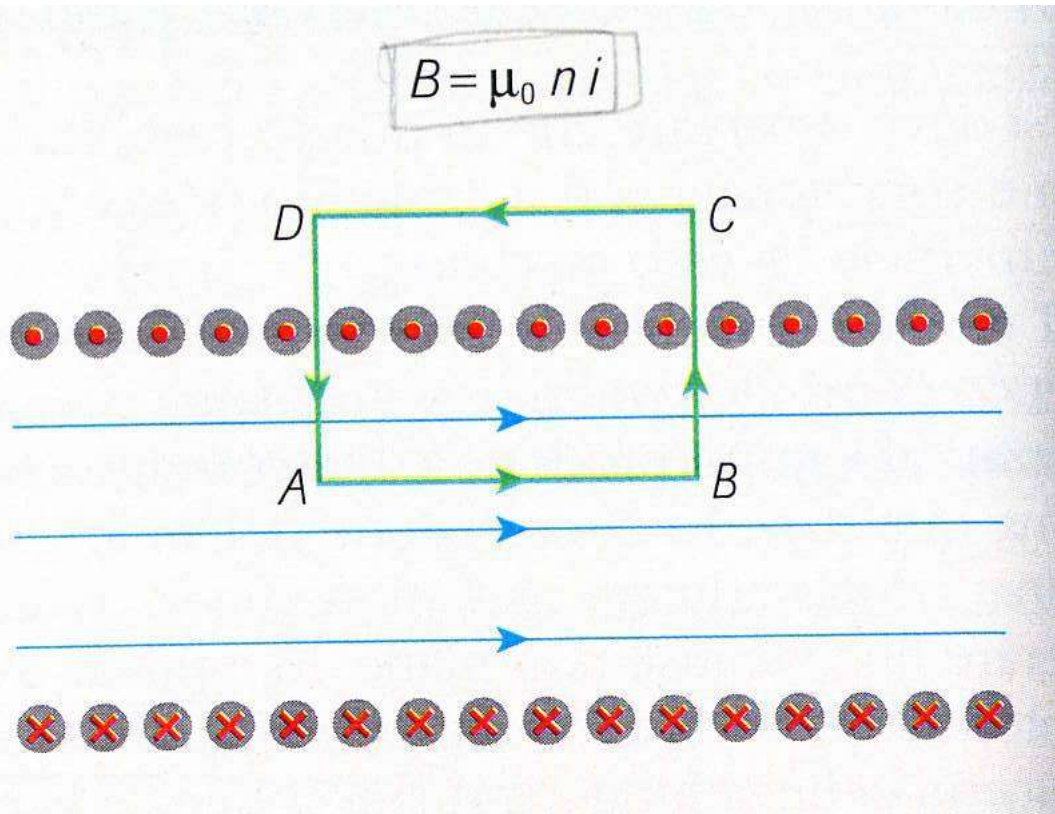


$$C(\vec{B}) = C_1(\vec{B}) + C_2(\vec{B}) = 0$$



Conseguenza: Il campo magnetico non è un campo conservativo!

Applicazione del teorema di Ampère alla bobina



$$\begin{cases} C(\vec{B}) = B \cdot \overline{AB} + 0 + 0 + 0 \\ C(\vec{B}) = \mu_0 N i \end{cases}$$

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} i$$

N numero di spire concatenate
con la linea

L lunghezza della bobina
racchiusa dalla linea

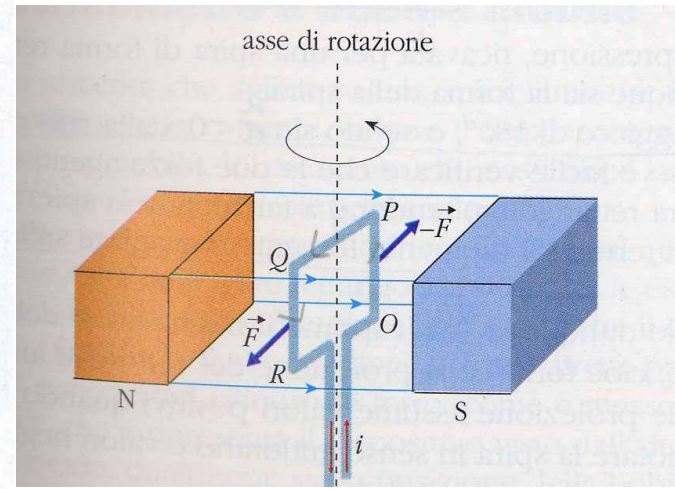
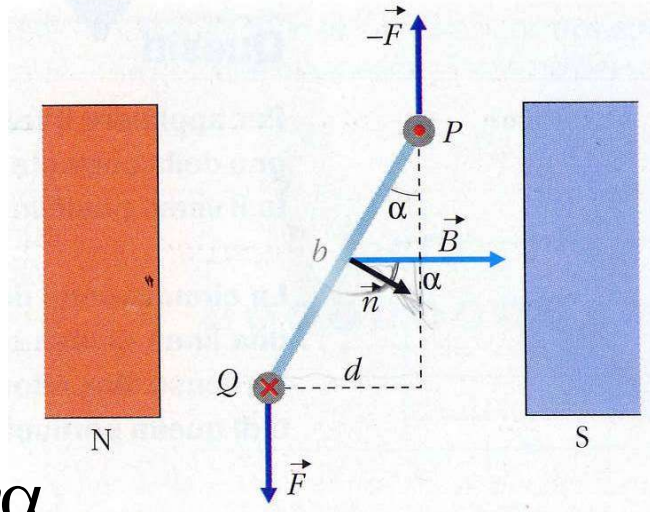
Densità di spire $n = N/L$

Momento torcente di un campo magnetico su una spira percorsa da corrente

$$M = Fd = iSB \sin \alpha$$

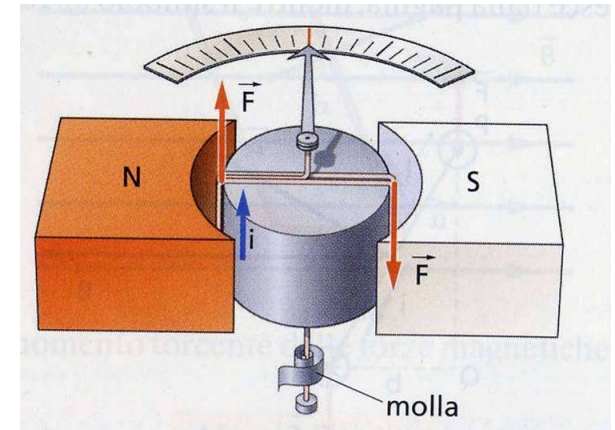
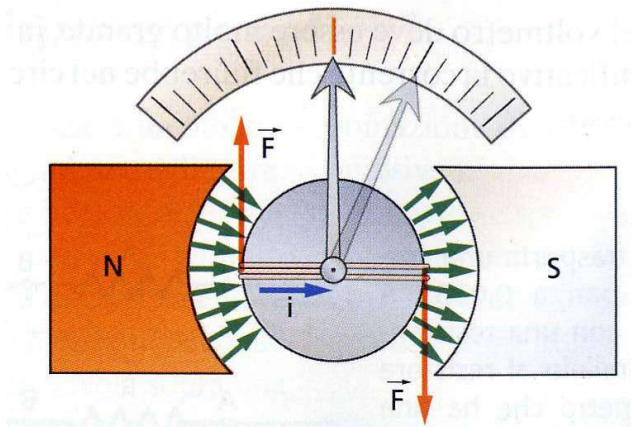
Il momento di una forza é il prodotto della forza per il braccio

$\mu = iS$ si chiama momento magnetico della spira



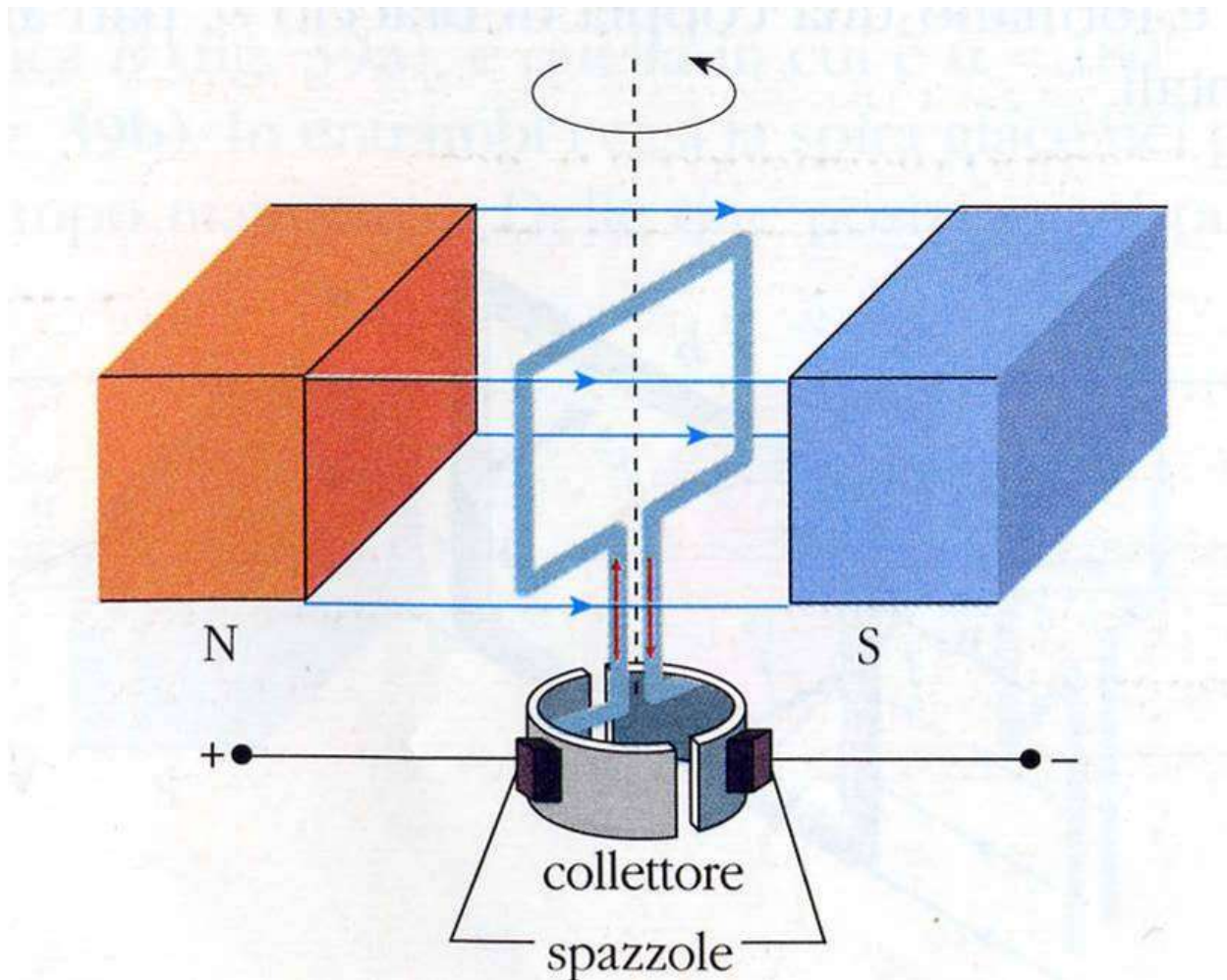
APPLICAZIONI: strumenti di misura di correnti e tensioni, motore elettrico

amperometro e voltmetro a bobina mobile



Motore elettrico a corrente continua

trasforma energia elettrica in energia meccanica



Il magnetismo della materia

Proprio come l'elettricità fluisce meglio in alcuni materiali piuttosto che in altri, anche il campo magnetico riesce a "magnetizzare" più facilmente alcuni materiali piuttosto che altri.

La capacità che ha un materiale di essere magnetizzato se immerso in un campo magnetico esterno è detta **permeabilità magnetica relativa** e si indica con μ_r .

Assumendo che il vuoto abbia permeabilità unitaria, risulta che maggiore è il valore di μ_r , più facile è magnetizzare il materiale di cui si tratta.

Classificazione		μ_r
DIAMAGNETICI	Acqua	0,99999
	Argento	0,99998
PARAMAGNETICI	Aria	1,0000004
	Ossigeno	1,00133
	Platino	1,0002019
FERROMAGNETICI	Ferro dolce	5 000
	Leghe speciali	1 000 000

Il magnetismo nella materia

PERIODO

GRUPPO IA

IIA

III A IV A VA VIA VII A VIII A

1 H G 2 He G
IDROGENO ELIO

2 3 S 4 S 5 S 6 S 7 G 8 G 9 G 10 G
Li Be B C N O F Ne
LITIO BERILLIO BORO CARBONIO AZOTO OSSIGENO FLUORO NEON

3 11 S 12 S 13 S 14 S 15 S 16 S 17 G 18 G
Na Mg Al Si P S Cl Ar
SODIO MAGNESIO ALLUMINIO SILICIO FOSFORO ZOLFO CLORO ARGON

4 19 S 20 S 21 S 22 S 23 S 24 S 25 S 26 S 27 S 28 S 29 S 30 S 31 S 32 S 33 S 34 S 35 L 36 G
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
POTASSIO CALCIO SCANDIO TITANIO VANADIO CROMO MANGANESE FERRO COBALTO NICKEL RAME ZINCO GALLIO GERMANIO ARSENICO SELENIO BROMO KRIPTON

5 37 S 38 S 39 S 40 S 41 S 42 S 43 A 44 S 45 S 46 S 47 S 48 S 49 S 50 S 51 S 52 S 53 G 54 G
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
RUBIDIO STRONZIO ITRIO ZIRCONIO NIOBIO MOLIBDENO TECNEZIO RUTENIO RODIO PALLADIO ARGENTO CADMIO INDIO STAGNO ANTIMONIO TELLURO IODIO XENO

6 55 S 56 S 57 S 58 S 59 S 60 S 61 S 62 S 63 S 64 S 65 S 66 S 67 S 68 S 69 S 70 S 71 S 72 S 73 S 74 S 75 S 76 S 77 S 78 S 79 S 80 L 81 S 82 S 83 S 84 S 85 S 86 G
Cs Ba La * Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
CESIO BARIO LANTANIO AFNIO TANTALIO WOLFSTENO RENIO OSMIO IRIDIO PIUMIO ORO MERCURIO TALLIO PIOMBO BISMUTO POLONIO ASTATO RADON

7 87 S 88 S 89 S
Fr Ra Ac ▲
FRANCIO RADIO ATTINIO

- diamagnetici
- paramagnetici
- ferromagnetici

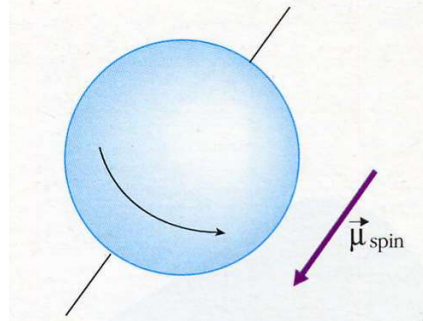
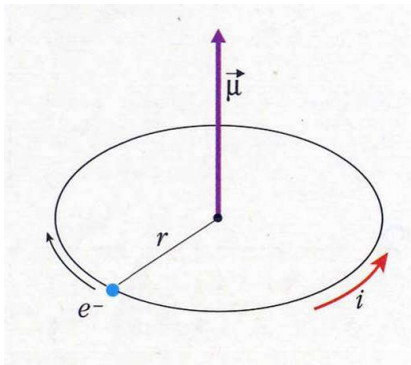
SERIE DEI LANTANIDI

* 58 S	59 S	60 S	61 A	62 S	63 S	64 S	65 S	66 S	67 S	68 S	69 S	70 S	71 S
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
CERIO	PRASEODIMIO	NEODIMIO	PROMETIO	SAMARIO	EUROPIO	GADOLINIO	TERBIO	DISPROSIO	OLMIO	ERBIO	TULIO	ITTERBIO	LUTETIO

▲ 90 S	91 S	92 S	93 A	94 A
Th	Pa	U	Np	Pu
TORIO	PROTATTINIO	URANIO	NETUNIO	PLUTONIO

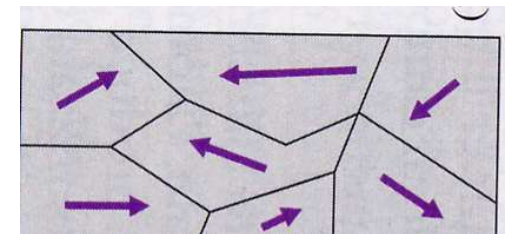
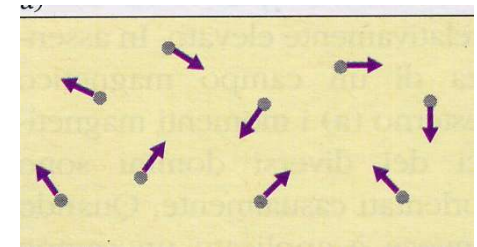
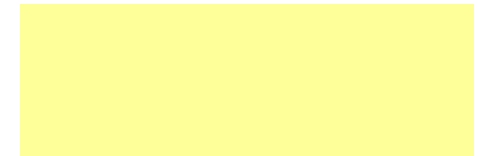
SERIE DEGLI ATTINIDI

Momenti magnetici atomici e molecolari



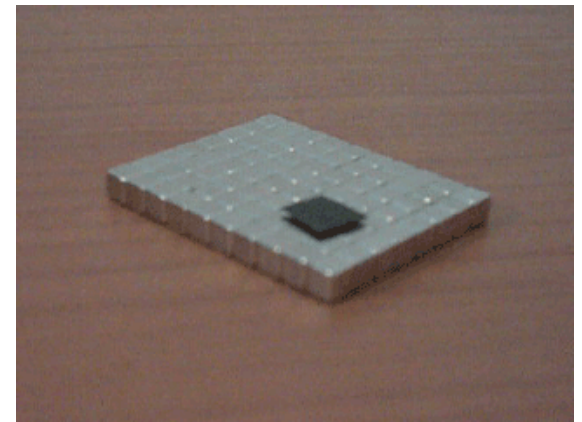
Momento magnetico orbitale e di spin dell'elettrone

- Sostanze diamagnetiche, numero pari di elettroni in ogni atomo, momento totale nullo, il materiale non ha magnetizzazione propria
- Sostanze paramagnetiche, numero dispari di elettroni nell'atomo, debole magnetismo proprio ad orientazione casuale
- Sostanze ferromagnetiche, i momenti magnetici dei singoli atomi sono allineati fra loro localmente dando luogo a 'domini magnetici' di forte intensità (Weiss)



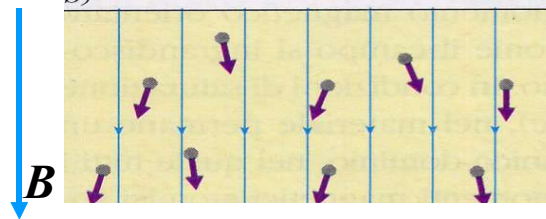
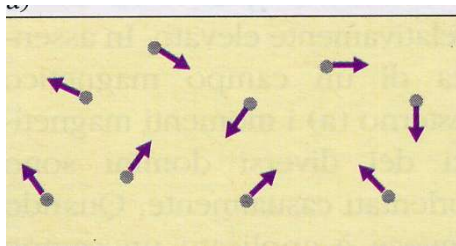
Il campo magnetico esterno e' nullo:
Il materiale non e' magnetizzato

C'e' un campo magnetico esterno:
Il materiale e' magnetizzato ma in
verso opposto rispetto al campo inducente

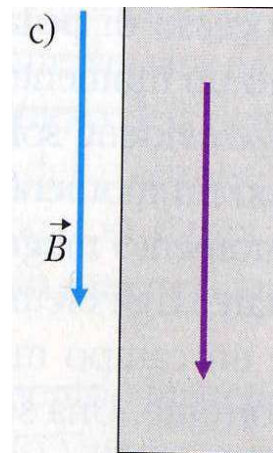
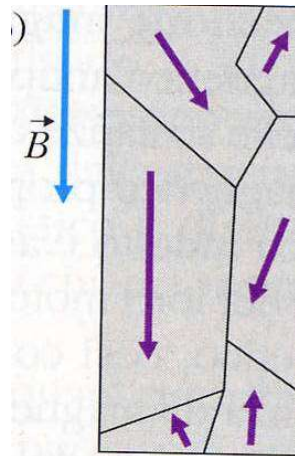
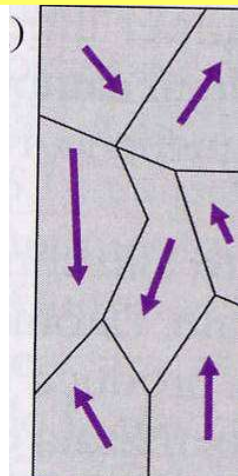


Levitazione magnetica della grafite

Nelle sostanze diamagnetiche un campo magnetico esterno induce a livello microscopico, una polarizzazione magnetica orientata in senso opposto rispetto a quello del campo inducente.

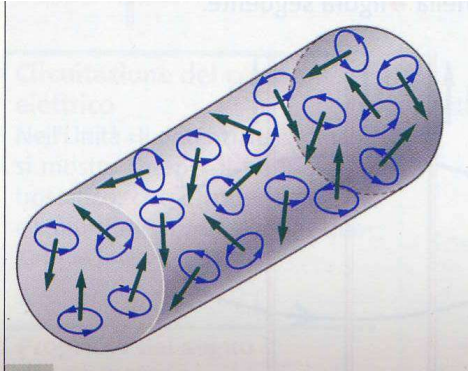


Nelle sostanze paramagnetiche, si ha la polarizzazione magnetica per orientazione, concorde al campo esterno.

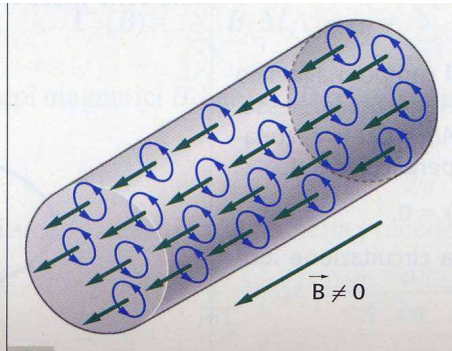


Nelle sostanze ferromagnetiche, si ha la polarizzazione magnetica per orientazione dei domini. Il campo all'interno del materiale è molto maggiore di quello esterno

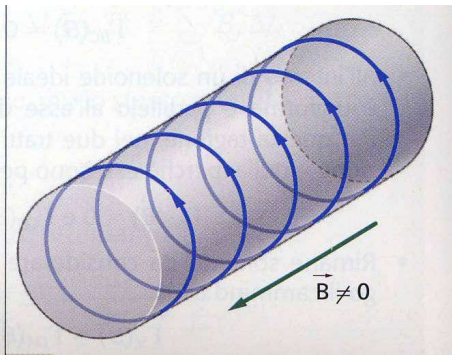
Modello di Ampère del magnetismo dei materiali (ormai superato ma efficace)



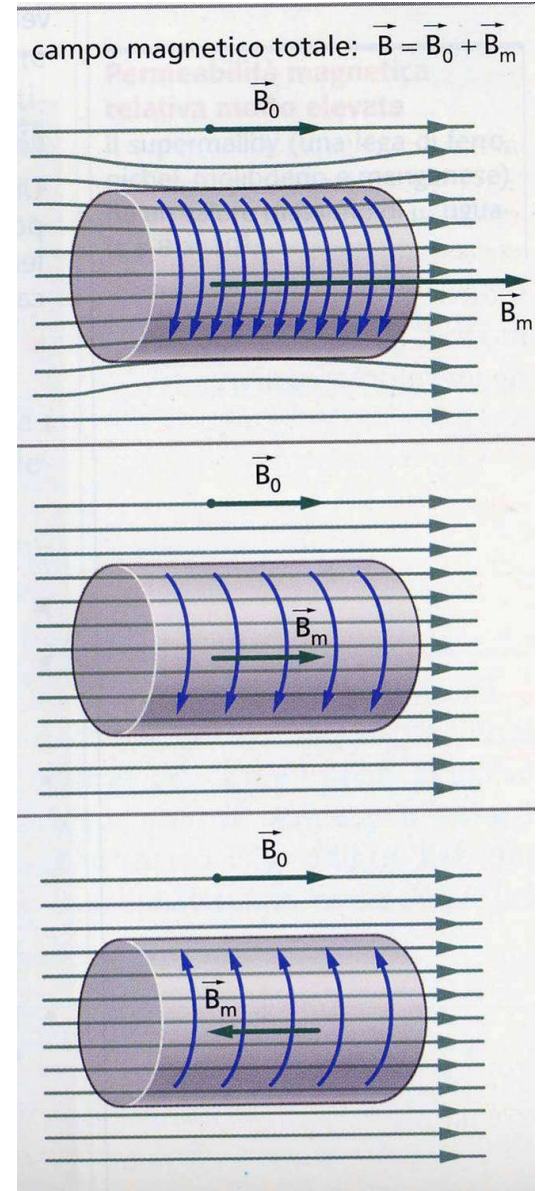
Sostanza ferromagnetica



Sostanza paramagnetica

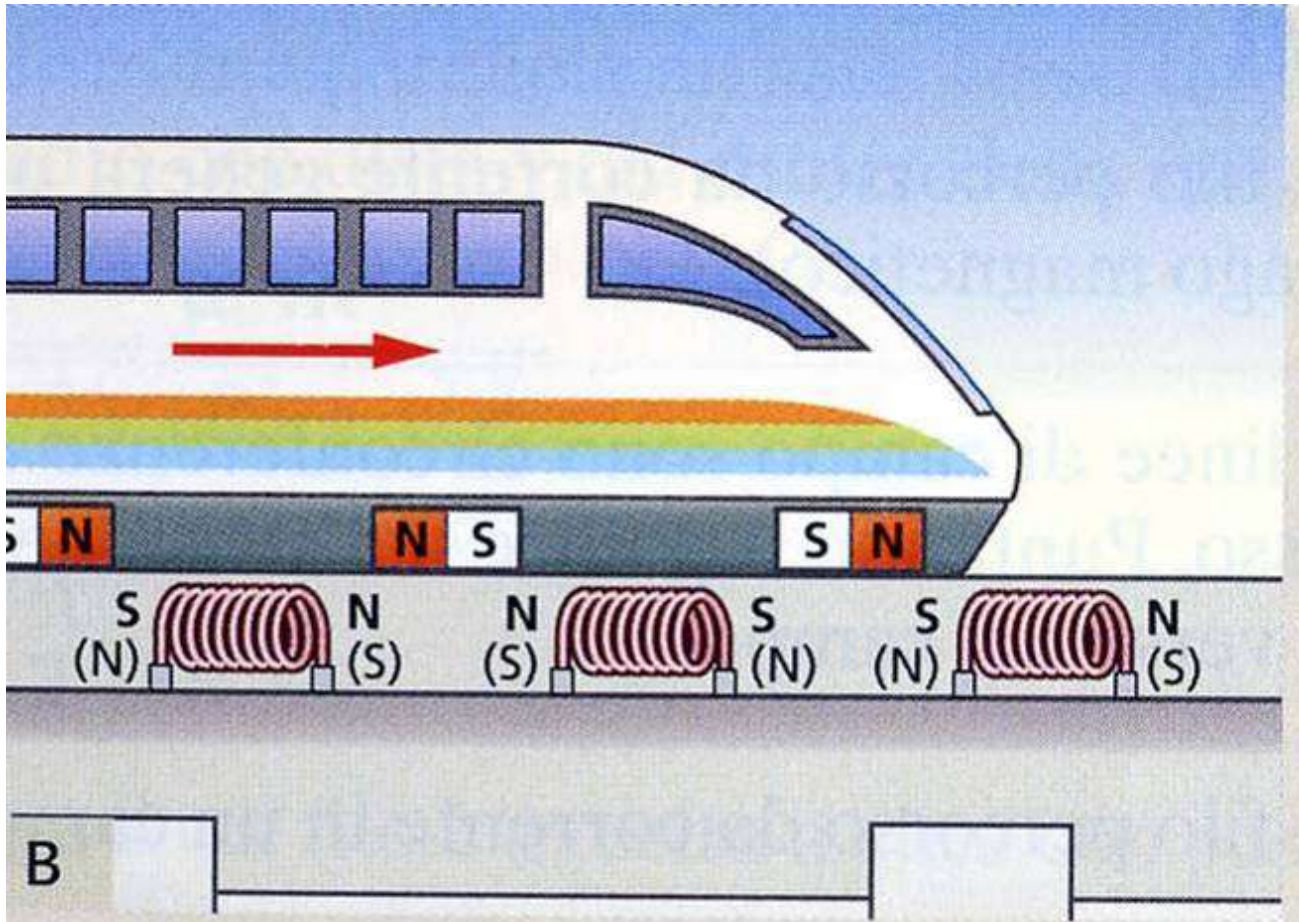


Sostanza diamagnetica



Shanghai Transrapid

(maglev: treno a levitazione magnetica)
motore a induzione lineare

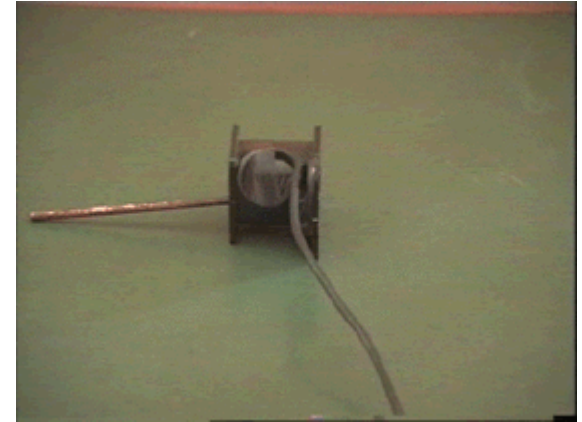
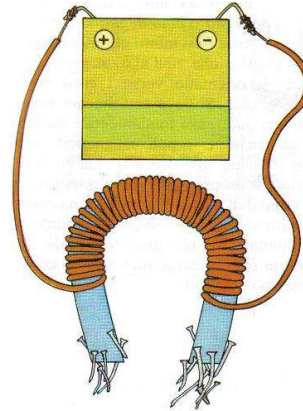


La lunga fila di elettromagneti in cui scorre corrente alternata, interagisce con i magneti posti sotto il treno, facendo avanzare il veicolo

Come funziona il nastro scorrevole per il recupero dei bagagli in aeroporto?

Magneti permanenti e magneti temporanei

- **Ferro dolce**
magneti temporanei
(elettromagneti)



- **Acciaio**
magneti permanenti
(ciclo di isteresi)
- **Ferriti**
magneti permanenti
(ossidi di ferro con aggiunta di zinco, nichel)
memorie magnetiche

Magneti permanenti: ciclo di isteresi

- magneti permanenti
(campo coercitivo H_c o temperatura di Curie)
- memorie magnetiche
(ossidi di ferro con aggiunta di zinco, nichel)

