

# MAGNETISMO NELLA MATERIA

## MATERIALI

### SOSTANZE DIAMAGNETICHE

SOSTANZE CHE VENGONO RESP.  
DA UNA FORZA DEBOLE

### SOSTANZE PARAMAGNETICHE

SOSTANZE CHE VENGONO ATTRAITE  
DA UNA FORZA DEBOLE

### SOSTANZE FERROMAGNETICHE

SOSTANZE CHE VENGONO  
ATTRAITE DA UNA FORZA  
• MOLTO INTENSA

- LA FORZA È PROPORZIONALE ALLA MASSA DEL MATERIALE E INDIPEND. DALLA FORMA SE PICCOLA
- LA FORZA VA COME IL QUADRATO DELLA CORRENTE NELLE SOSTANZE DIAMAGN/PARAM E COME LA CORR. IN III
- LA FORZA DIPENDE DALLA TEMPERATURA NEI TRE CASI

TUTTAVIA, OGNI MATERIALE HA UNA PROPRIA PERMEABILITÀ MAGNETICA, INFATTI, INSERENDO

IN UN MATERIALE OMogeneo E ISOTROPo IN UN SOLENOIDE  $B = \mu_0 I n$  DIVENTA

$B = \mu I n$  DOVE  $\mu$  È LA PERMEABILITÀ MAGNETICA ASSOLUTA DATO DA  $\mu_0 \mu_r$

$\mu_r$  PUÒ AVERE VALORI DIVERSI A SECONDA DEL MATERIALE:

•  $\mu_r > 1$

•  $\mu_r = 1$

•  $\mu_r < 1$

SOSTANZE PARAMAGNETICHE  
E FERROMAGNETICHE DOVE  
QUESTE ULTIME SONO  $\gg 1$   
E DIPENDONO DA B

NEL VUOTO

SOSTANZE DIAMAGNETICHE

UTILIZZANDO UN'INTERPRETAZIONE MICROSCOPICA OSSERVANDO LA POLARIZZAZIONE MAGNETICA

POSSIAMO ASSOCIARE AD UN ORBITA ELETTRONICA UN MOMENTO MAGNETICO  $\frac{1}{2} e v r_0$

INOLTRE, IN NATURA ESISTONO MOLECOLE E ATOMI IN CUI IL MOMENTO MAGNETICO PROPRIO, È

IN ASSENZA DI CAMPO HANNO MOMENTO TOTALE NULLO DATA LA DISTRIBUZIONE CASUALE DEI SINGOLI MOMENTI

## PRECESSIONE DI LARMOR (DIAMAGNETISMO)

LA PRECESSIONE DI LARMOR FORNISCE UN SEMPLICE MODELLO TEORICO CHE PERMETTE DI SPIEGARE IL DIAMAGNETISMO TRATTANDO IL CASO SEMPLICE DI UN ELETTRONE IN UN ORBITA CIRCOLARE PERPENDICOLARE AL CAMPO MAGNETICO ESTERNO  $\vec{B}$ .

IL CAMPO MAGNETICO ESERCITA UN MOMENTO MECCANICO PRODUENDO UN MOTO CIRCOLARE

LA FREQUENZA DELLA PRECESSIONE SI DICE FREQUENZA DI LARMOR  $\omega_L = \frac{eB}{2m_e}$

IL MOMENTO MECCANICO È DATO DA  $M = - \frac{e^2 S}{4\pi m_e} B$  S = SUPERFICIE \*

ALLA VELOCITÀ ANGOLARE ("FREQUENZA DI LARMOR") È ASSOCIATA UNA CORRENTE  $I_L = e \frac{\omega_L}{2\pi}$

\* = IL MOMENTO DIRETTO IN VERSO OPPOSTO AL CAMPO INDUCENTE



## • POLARIZZAZIONE PER ORIENTAMENTO ("PARAMAGNETISMO")

ATOMI E MOLECOLE ~~SEMPRE~~ SONO DOTATI DI MOMENTO PROPRIO E SI ORIENTANO IN PRESENZA DI UN CAMPO MAGNETICO, TUTTAVIA L'AGITAZIONE TERMICA TENDE A DISORIENTARLI. PERTANTO NE RISULTA UN MOMENTO MAGNETICO DEBOLE ORIENTATO NELLA DIREZIONE DI  $\vec{B}$  E DATO DA:

$$\langle \vec{m} \rangle = \frac{\sum \vec{m}_i}{N}$$

$N \leftarrow$  NUMERO DI ATOMI SU CUI SI MEDIA

(MEDIO) oppure  $\vec{M} = \chi_m \vec{B} / \mu$

TUTTAVIA L'ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA INFLUENZA LA SUSCETTIVITA' MAGNETICA DI VOLUME. INFATTI  $\chi_m = A + \frac{C}{T}$  E A E C SONO COSTANTI. UNA VOLTA SUPERATA LA TEMPERATURA DI CURIE

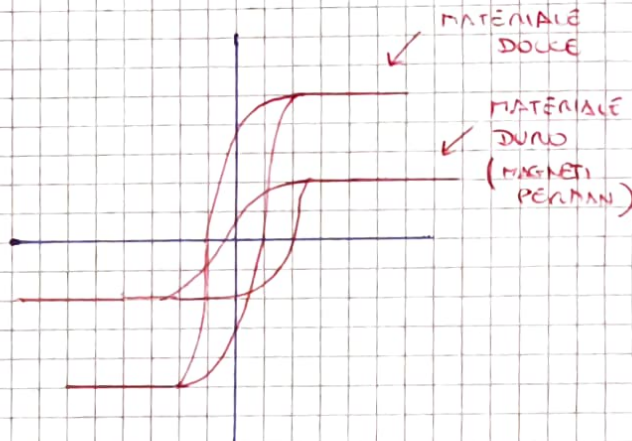
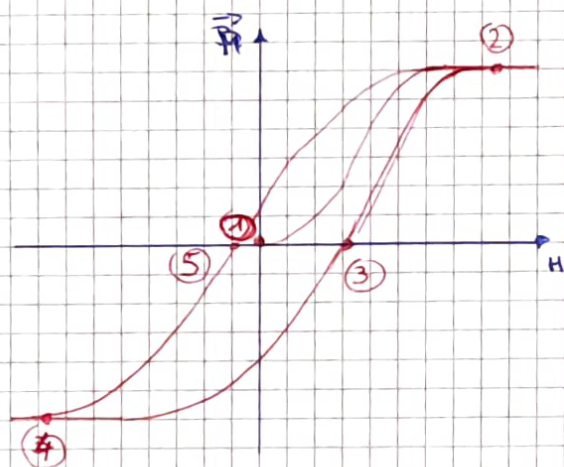
IL MATERIALE DIVENTA ~~PIU'~~ DIAMAGNETICO

$$H = \frac{B}{\mu}$$

## • SOSTANZE FERROMAGNETICHE

SONO SOSTANZE DOTATE DI CARATTERISTICHE PARTICOLARI QUANTO:

- MOMENTO MAGNETICO MOLTO GRANDE E ~~NON PROPORZIONALE~~
- IL MOMENTO MAGNETICO PUO' RAGGIUNGERE UN VALORE DI "SATURAZIONE"
- LA RELAZIONE TRA  $\vec{B}$  E  $\vec{H}$  NON E' LINEARE NE UNIVOCA E SEGUE UN CICLO DI ISTERESI



1. ~~CHIEDENDO~~ I CAMPI SONO NULLI E IL MOMENTO E' NULLO
2. IL CAMPO H E IL MOMENTO MAGNETICO RAGGIUNGONO UN LIVELLO DI "SATURAZIONE"
3. QUANDO VIENE DIMINUITO H RIMANE COMUNQUE UN'INTENSITA' MAGNETICA RESIDUA
4. QUANDO IL MOMENTO MAGNETICO SONO NEGATIVI RAGGIUNGONO UNA MAGNETIZZAZIONE MINIMA ASSOLUTA
5. RICOMINCIANDO AD AUMENTARE IL CAMPO H ~~PERO~~ SI HA IL CICLO CHIUSO