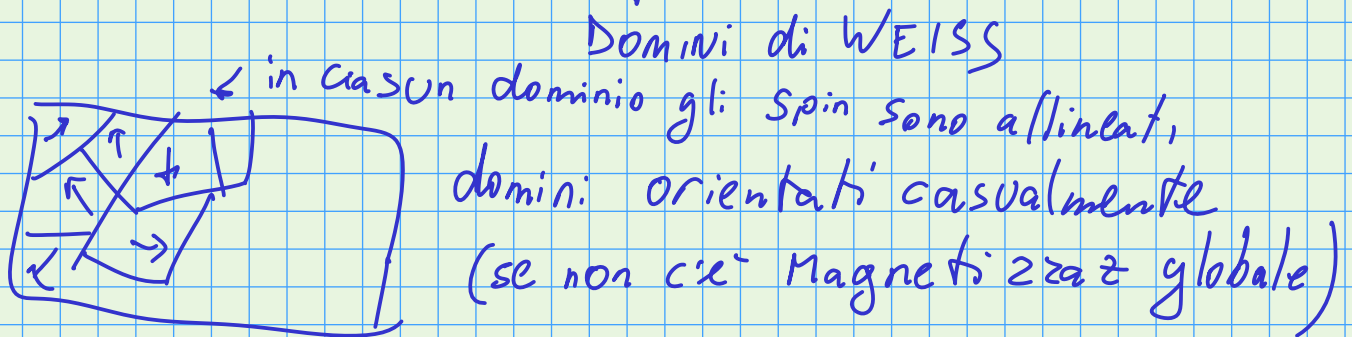


FISICA 2 11/11/20

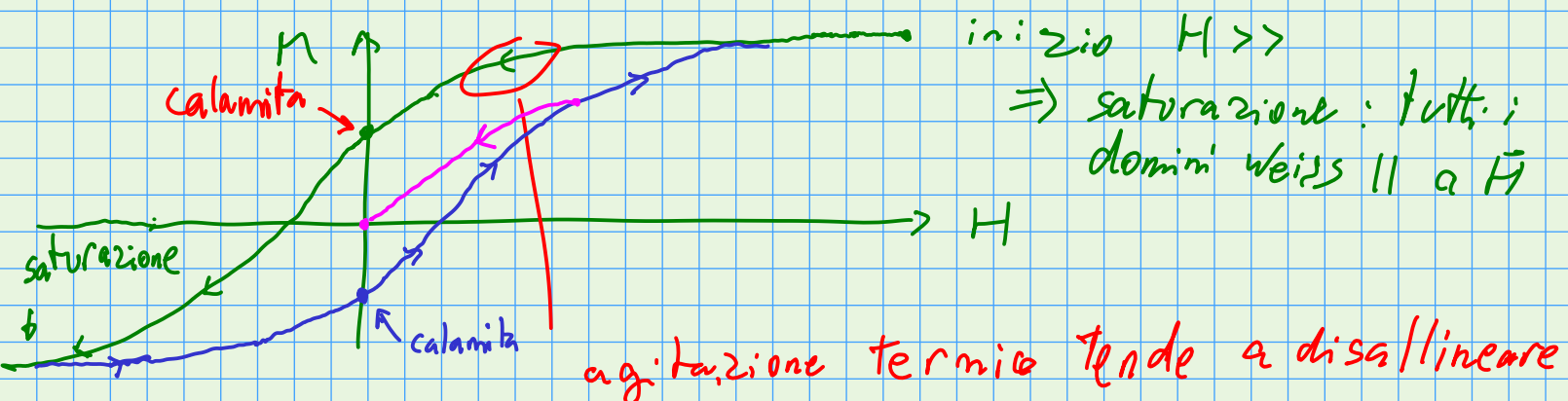
MATERIALI FERRO MAG: fortemente attratti da calamita
non vale approx lineare es FERRO

I momenti mag microsc (spin) interagiscono fra loro \Rightarrow
tendono ad allinearsi nella stessa direzione su regioni
mesoscopiche \Rightarrow in queste regioni \rightarrow saturazione
 $L \gg$ molecole



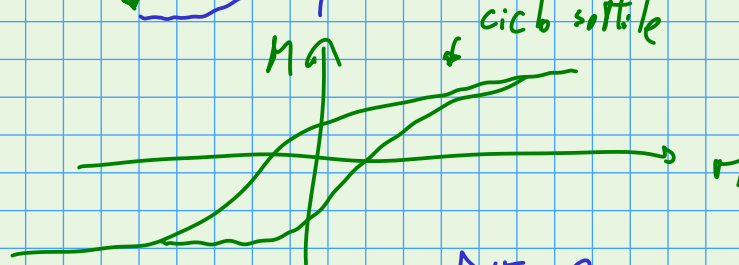
def calamita: in presenza di campo esterno tutti
i domini si orientano \parallel al campo, quando
tolgo il campo rimangono orientati (\rightarrow ciclo isteresi)
 \Rightarrow ho magnetizzazione globale anche senza campo
 \uparrow media sul materiale
 $\neq 0$

Cicli di ISTERESI \rightarrow non vale approx lineare
anche M non è una funzione di H
 M non è definito da H , ma dalla storia passata

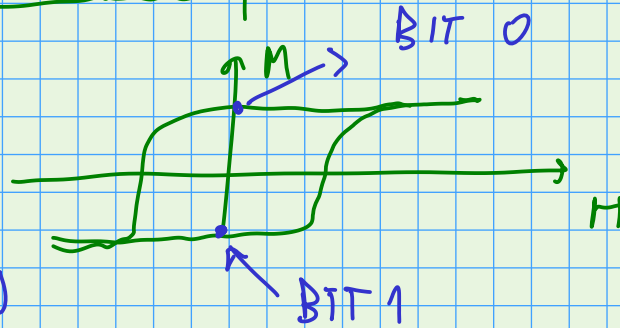


Larghezza ciclo isteresi: dipende dal materiale

paramagnetici



Hard disk
in ogni punto
del disco
la testina (solenoide)
magnetizza il disco



LEGGE di OHM LOCALE → cosa succede nei conduttori:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

cost → CONDUCIBILITÀ (non è la densità di corrente di superficie)

↑ campo interno al conduttore

in els il campo el interno al conduttore è nullo in regime stazionario
ora lavoriamo in regime non stazionario: meccanismo che evita che il movimento di cariche annulli il campo

es induzione elettrochimica

non è una legge fisica (non viene dagli assiomi)

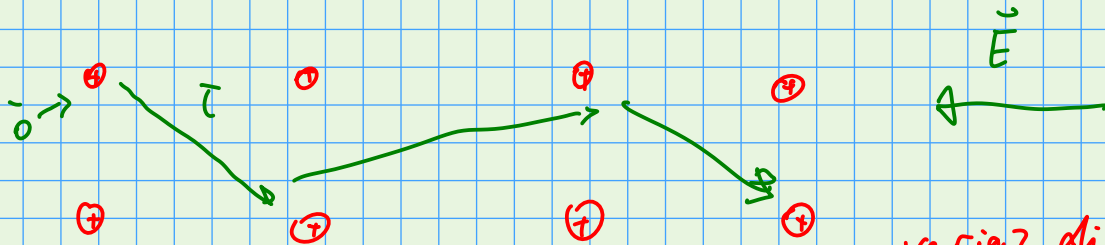
viene da un modello → modello di DRUDE (da una buona approx)

MODELLO: ~~gli~~ ^{alcuni} elettroni sono liberi di muoversi \rightarrow si propagano

nel reticolo cristallino e ogni tempo τ urtano il reticolo con urto anelastico

τ tempo di volo medio

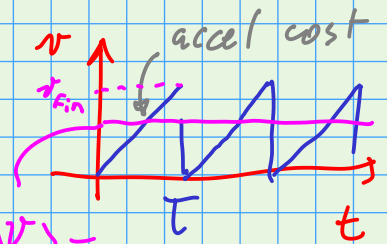
gli elettroni sono accelerati da un campo el



$$\vec{F} = -e \vec{E} = m \vec{a} = m \frac{\langle \Delta v \rangle}{\tau}$$

carica elettrone

variaz di velocità nel tempo τ



$$= \frac{m v_{fin}}{2 \tau} \Rightarrow \langle \Delta v \rangle = -\frac{e \tau \vec{E}}{m} \quad \langle \Delta v \rangle = \frac{v_{fin}}{2}$$

$\vec{j}^{(i)} = -e \vec{v} \delta(\vec{r} - \vec{r}_i)$ ← densità di corrente di un elettrone

$$\vec{j}_{tot} = \sum_i -e v_i \delta(\vec{r} - \vec{r}_i) = \frac{e^2 \tau \vec{E}}{m} \int_V d^3r \sum_i \delta(\vec{r} - \vec{r}_i)$$

↑ somma su elettroni → int su volume

$$= \frac{e^2 \tau \vec{E}}{m} \left(\frac{N}{V} \right)$$

densità

"N n di elett in V"

$$\vec{j}_{tot} = \sigma \vec{E} \quad \sigma = \frac{n e^2 \tau}{m} \quad \leftarrow \text{conduttività}$$

ISOLANTI O DIELETTRICI: le cariche sono vincolati

$\tau \rightarrow 0 \Rightarrow$ conduttività $\sigma = 0$

def BUONI CONDUTTORI \rightarrow fili elettrici (rame, stagno)
 conducibilità $\sigma \gg 0$ $\tau \gg$

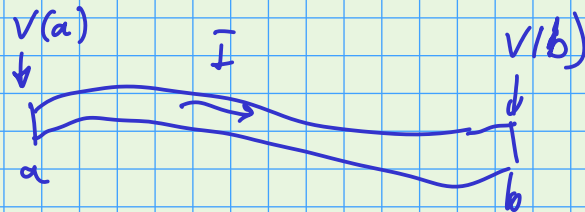
$$\vec{E} = \frac{\vec{j}}{\sigma} \sim 0$$

Cattivi conduttori (es grafite) σ intermedi
 \rightarrow costruire resistenze

def SUPER CONDUTTORI \rightarrow conducibilità $\sigma = +\infty$
 $\tau = \infty$

gli elettroni non interagiscono mai con il reticolo
 passa corrente elettrica senza dissipazioni

LEGGE di OHM:



$$V = IR$$

def RESISTENZA
 dipende dal materiale
 differenza di potenziale

$$V = V(b) - V(a) = IR$$

elemento circuitale \rightarrow simbolo

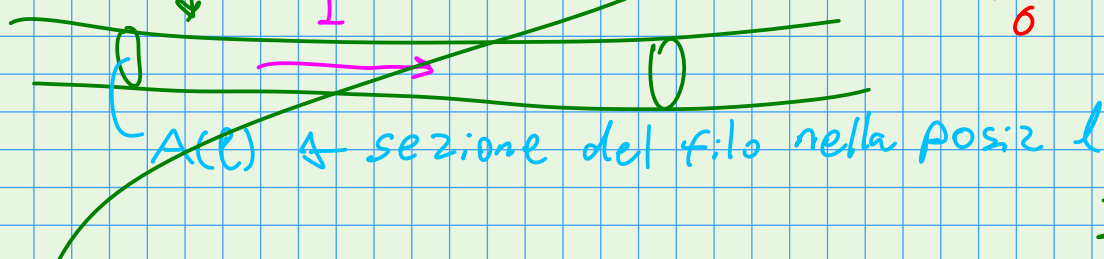
si misura in Ohm (Ω) $= \frac{\text{Volt}}{\text{Ampère}}$

da legge di Ohm locale:

$$V = V(b) - V(a) = - \int_a^b d\vec{r} \cdot \vec{E}$$

filo elettrico

L.O.L $\vec{E} = \frac{\vec{j}}{\sigma} \Rightarrow \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{\vec{j} \cdot d\vec{r}}{\sigma}$
 $= \frac{\int \vec{j} \cdot d\vec{r} A(\vec{r})}{A(\vec{r}) \sigma}$



$$= - \int_a^b \frac{d\vec{r} \cdot \vec{I}}{6A(\vec{r})} = I \left(- \int_a^b d\vec{r} \frac{1}{6A(\vec{r})} \right) = I R$$

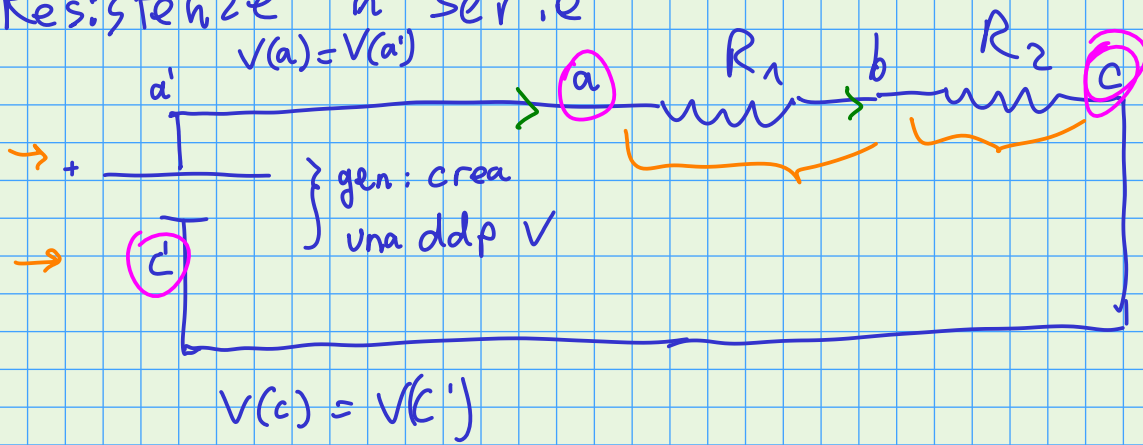
Legge di Ohm

RESISTENZA $\propto \frac{1}{\text{CONDUCIBILITA}}$

abbiamo usato $\nabla \times \vec{E} = 0 \Rightarrow \vec{E} = -\nabla V$

\Rightarrow la legge di Ohm è valida solo per correnti stazionarie o quasi stazionarie

Resistenze in serie



$$V(a) - V(c) = V \quad \text{ddp del generatore}$$

$$V(a) - V(b) = I R_1 \quad \leftarrow \text{Legge di Ohm}$$

$$V(b) - V(c) = I R_2 \quad \leftarrow \text{Legge di Ohm}$$

$I_1 = I_2$

Stessa $I \rightarrow$ gli elettroni che passano attraverso R_1 , passano anche in R_2

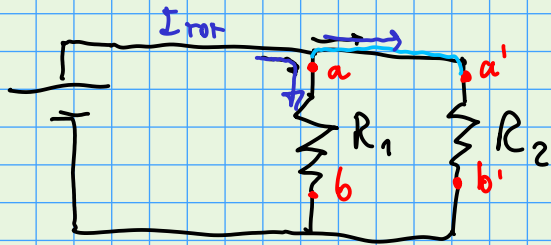
Somma

$$V(a) - V(b) + V(b) - V(c) = I (R_1 + R_2)$$

$$V = I R_{\text{TOT}} \quad \leftarrow \text{Legge di Ohm per tutto il circuito}$$

$$R_{TOT} = R_1 + R_2$$

Resistenze in parallelo



$$I_1 \neq I_2$$

$$V_1 = V_2$$

$$V(a) = V(a')$$

$$V(a) - V(b) = V(a') - V(b')$$

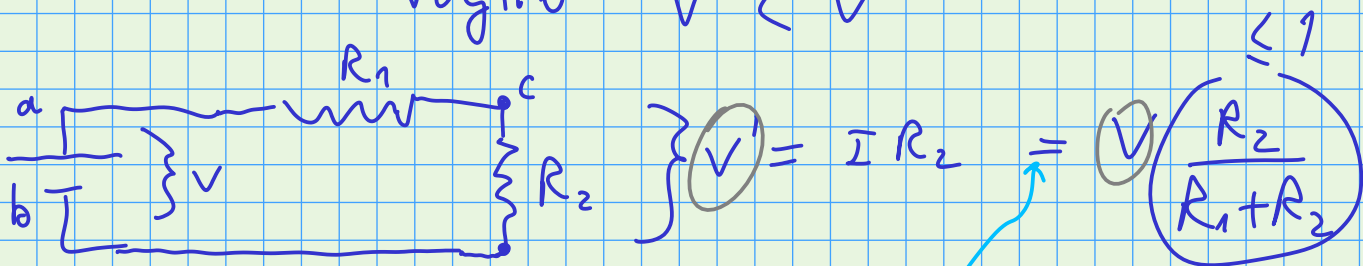
$$\left. \begin{aligned} V &= I_1 R_1 \\ V &= I_2 R_2 \end{aligned} \right\}$$

$$V = I_{TOT} R_{TOT} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) R_{TOT}$$

$$I_{TOT} = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{TOT}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

PARTITORE : generatore che dà V
voglio $V' < V$



$$V = V(a) - V(b)$$

$$V' = V(c) - V(b)$$

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

$$V' = I R_2 = V \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \leq V$$

POTENZA di CORRENTE I

↳ lavoro per unità di tempo : misura in WATT = $\frac{\text{Joule}}{\text{secondo}}$

potenza = $\frac{dW}{dt}$ work = energia

$$= \frac{dq}{dt} V = \boxed{IV}$$

$\hat{=} \frac{dq}{dt} = I$

WATT = AMPERE · VOLT

VA

$$dW = dq(V(a) - V(b)) = dq V$$

↑ quantità di energia necessaria per spostare carica dq da un pot $V(a)$ a $V(b)$

esempio → stufetta elettrica, asciuga capelli

corrente in una resistenza ⇒ calore: effetto (urti anelastici del modello di Drude) Joule

Legge joule Potenza = $\frac{dW}{dt} = VI = \boxed{\frac{V^2}{R} = I^2 R = \frac{dW}{dt}}$

$I = \frac{V}{R}$ $V = IR$

lampadina a incandescente 100 w a 220 V ⇒ R? corrente?

$$R = \frac{V^2}{\frac{dW}{dt}} = \frac{(220)^2 \text{ V}^2}{100 \text{ WATT}} \approx 484 \text{ Ohm}$$

$$I = \frac{\frac{dW}{dt}}{V} = \frac{100 \text{ watt}}{220 \text{ V}} \approx \frac{1}{2} \text{ A}$$

ELETTRODINAMICA → non in regime stazionario

FORZA ELETTROMOTRICE (FEM) → non è una forza integrale di circuitazione del campo elettrico → può essere non nullo in elettrodinamica anche su circuiti chiusi

e^- utile \rightarrow nei generatori (identificati da $f_{em} \neq 0$)

def generatore \rightarrow un apparato in grado di generare una

ddp \Rightarrow una fem \uparrow meccanismo (induzione di Faraday, meccanismo elettrochimico) t.c. si crea un campo el

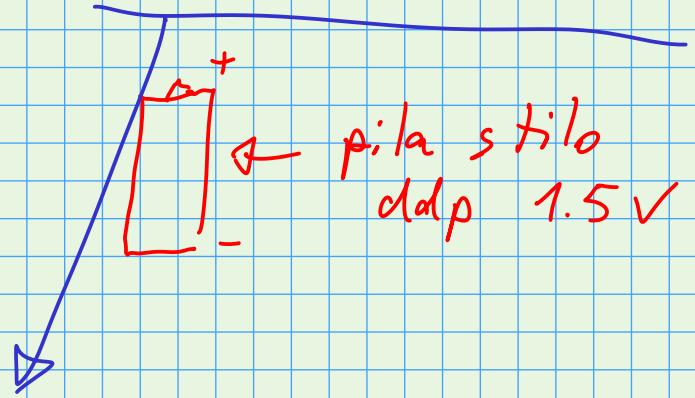
\vec{E}_e campo elettromotore all'interno del generat

gli elettroni sentono forza di Lorentz

$\vec{F}_e = -e \vec{E}_e \Rightarrow$ si crea un accumulo di cariche

ai poli del generatore

$$V = \int_{\text{Polo}_-}^{\text{Polo}_+} d\vec{l} \cdot \vec{E}_e \stackrel{\text{pila}}{=} 1.5 \text{ V}$$



Creano un campo elettrico

dovuto alle cariche \vec{E}_p

a generatore scollegato $\vec{E}_p = -\vec{E}_e$

\uparrow campo dovuto alle

cariche accelera le cariche nei fili elettrici attaccati al generatore \Rightarrow crea corrente

\rightarrow campo del modello di Drude