

Laboratorio di Fisica II

Docenti: Marco Capitanio marco.capitanio@unifi.it
tel. 055-4572054
Andrea Stefanini andrea.stefanini@unifi.it
tel. 055-4572269
(per urgenze 3491290998)

Il semestre

Pomeriggio di familiarizzazione con la strumentazione (7-11 Maggio)

4 Esperienze

Lunedì e Giovedì ore 14:30 – 18:30 a partire dal 14 Maggio (da confermare)

- Misura di forza elettromotrice e resistenza con metodo potenziometrico
- Misura del campo magnetico con sonda di Hall
- Misure di impedenza con ponti in corrente alternata

Una a scelta tra

- Misure su circuiti risonanti
- Misure con filtri

Le esperienze di laboratorio saranno realizzate dagli studenti in gruppi di 3/4 componenti (conferma dei gruppi di Laboratorio di Ottica salvo esplicita richiesta)

Testi

Testi utilizzati per le lezioni

“Esperimenti di elettricità e magnetismo” – G.Poggi

La versione aggiornata è disponibile in formato .pdf sul sito Moodle

dove sono anche disponibili

- Programma del corso**
- Dispense**
- Schede tecniche degli strumenti di laboratorio**
- ecc.....**

Sul sito Moodle saranno inoltre rese disponibili, dopo lo svolgimento delle lezioni, le file .pdf delle presentazioni .ppt mostrate in aula, presentazioni che costituiscono una traccia degli argomenti trattati ma non sostituiscono i testi consigliati.

Obbligo di frequenza

Presenza (attiva) ai 4 turni di esperienza

Esami

- prova scritta intermedia individuale
- almeno 3 relazioni sulle esperienze, relazioni da consegnarsi entro 7 giorni dalla realizzazione delle corrispondenti esperienze

Procedura standard

- Prova pratica (di ammissione alla prova orale)
- Prova orale

Modalità alternativa

- Valutazione positiva in almeno 3 relazioni e nella prova scritta intermedia individuale (le valutazioni avranno un peso sulla votazione finale)
- Prova orale (bonus di esenzione dalla prova pratica valido per 2 appelli nelle sessioni estiva ed autunnale)

Conoscenze iniziali

- Concetto di carica e unità di misura ( $\approx 10 \text{ C} !!!$)
- Legge di Coulomb
- Concetto di campo elettrico e linee di forza
- Moto di una carica in un campo elettrico
- Teorema di Gauss e applicazioni (campo generato da una distribuzione di carica a simmetria sferica, campo generato da una lamina piana uniformemente carica e campo generato da due lastre piane uniformemente cariche).
- Potenziale elettrostatico, proprietà (principio di sovrapposizione) ed esempi (carica puntiforme).
- Superfici equipotenziali
- Elettrostatica di un conduttore
- Condensatori e concetto di capacità. Condensatori in serie e parallelo. Energia accumulata in un condensatore. Polarizzazione dei dielettrici ed effetto sulla capacità.

Conoscenze iniziali

In ogni punto di un conduttore percorso da corrente è possibile definire il vettore densità di corrente \vec{j}

dove ρ_p è la densità dei

portatori di carica moltiplicata per la loro carica e \vec{v} è il vettore velocità dei portatori.

L'intensità di corrente attraverso una superficie S del conduttore è data da

Dal principio di conservazione della carica segue che

$$\vec{j} = \rho_p \vec{v}$$

$$i = \int_S \vec{j} \cdot \vec{n} dS = \left(\frac{dq}{dt} \right)_S$$

$$\text{div } \vec{j} = \vec{\nabla} \cdot \vec{j} = \frac{\partial j_x}{\partial x} + \frac{\partial j_y}{\partial y} + \frac{\partial j_z}{\partial z} = - \frac{\partial \rho_e}{\partial t}$$

dove ρ_e è la densità di carica elettrica di volume (diversa da ρ_p)

Considereremo nel seguito solo casi stazionari per i quali

$$\frac{\partial \rho_e}{\partial t} = 0$$

ovvero

$$\text{div } \vec{j} = 0$$

\vec{j} solenoidale, tubi di flusso
→ flusso di $\vec{j} = i$ costante

Conoscenze iniziali

Conduzione nei metalli. All'interno di un conduttore (moto viscoso)

$\vec{E}_e + \vec{E}_d = 0$ con \vec{E}_e campo elettrico applicato dal generatore e \vec{E}_d campo resistente dato nei conduttori ohmici da

$$\vec{E}_d = -\frac{\vec{v}_d}{\mu}$$

Si ha quindi $\vec{v}_d = \mu \vec{E}_e$

da cui segue $\vec{j} = \rho_p \vec{v}_d \longrightarrow \vec{j} = \sigma \vec{E}_e$
Legge di

Ohm

$$\frac{\vec{j} \cdot d\vec{P}}{\sigma} = \vec{E}_e \cdot d\vec{P} \xrightarrow{\text{tangente}} \int_A^B \frac{\vec{j} \cdot d\vec{P}}{\sigma} = \int_A^B \vec{E}_e \cdot d\vec{P} = \varphi_A - \varphi_B$$

$$i \int_A^B \frac{dl}{\sigma S} = \varphi_A - \varphi_B$$

$$R = \int_A^B \frac{dl}{\sigma S}$$

$$iR = \varphi_A - \varphi_B = V_{AB}$$

in gergo "caduta ohmica" o
"caduta di potenziale"

Conoscenze iniziali

$$R = \frac{l}{\sigma S}$$

R resistenza (Ω)

σ conducibilità del materiale ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

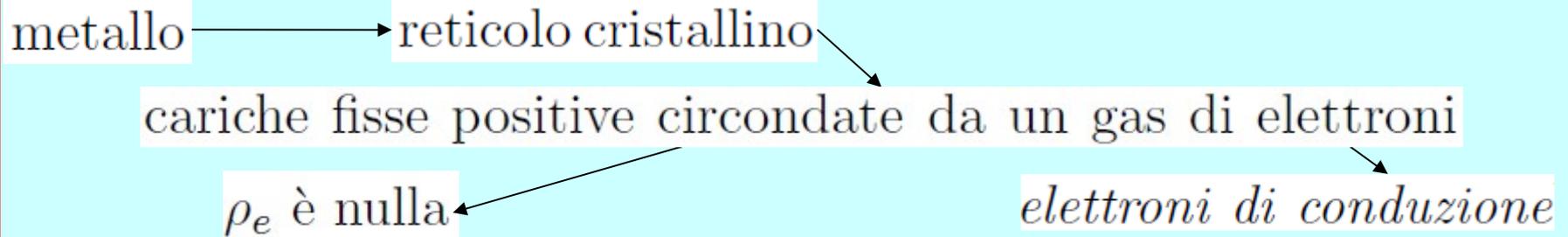
$\rho = 1/\sigma$ resistività del materiale ($\Omega \text{ cm}$)

	ρ [$\Omega \cdot \text{cm}$]	α [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	
Argento	$1.60 \cdot 10^{-6}$	$3.8 \cdot 10^{-3}$	Dipende da T
Rame	$1.70 \cdot 10^{-6}$	$4.0 \cdot 10^{-3}$	
Alluminio	$2.82 \cdot 10^{-6}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$	
Ferro	$9.60 \cdot 10^{-6}$	$6.0 \cdot 10^{-3}$	
Manganina (Cu 85%, Mn 11%, Ni 4%)	$45.0 \cdot 10^{-6}$	$0.1 \cdot 10^{-4}$	T = 20°C minima
Costantana (Cu 60%, Ni 40%)	$50.0 \cdot 10^{-6}$	$0.1 \cdot 10^{-3}$	

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

Conoscenze iniziali

Aspetti microscopici della conduzione in conduttori di tipo ohmico (metalli)



A temperatura diversa dallo zero assoluto gli atomi oscillano e gli elettroni si muovono a caso nel cristallo

distribuzione della velocità termica degli elettroni $\frac{1}{2}m_e\bar{v}^2 = \frac{3}{2}kT$

$k = 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ costante di Boltzman $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} Kg$

$(\bar{v}^2)^{\frac{1}{2}} (300 K) \simeq 1.2 \times 10^5 m/s$ x10 (teoria corretta)

Conoscenze iniziali

quando si applica un campo elettrico \vec{E}_e

velocità media di deriva data dalla legge di Ohm: $\vec{v}_d = \mu \vec{E}_e$

filo di Rame percorso da una corrente di 0.1 A

$$L = 1 \text{ m}, D = 0.01 \text{ cm}$$

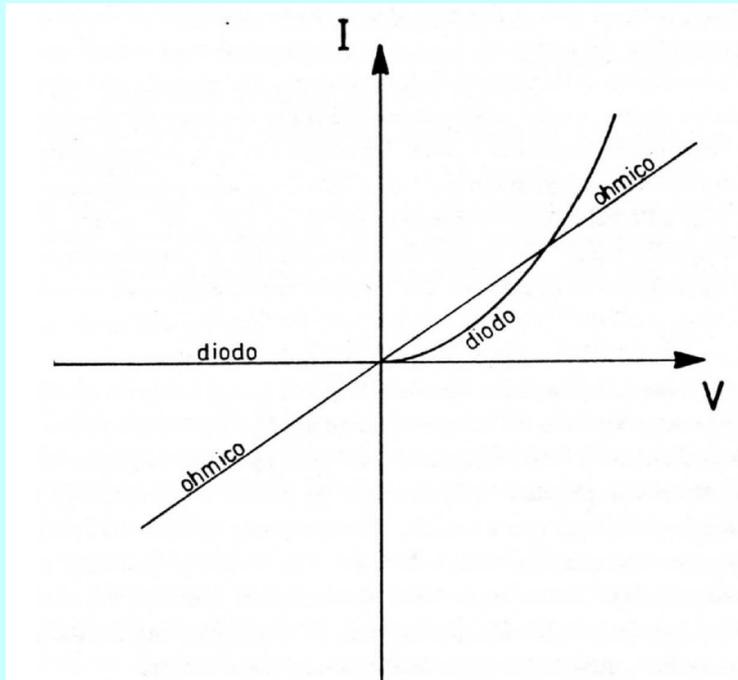
$$v_d = i / (\rho_p S) = i / (eN S) = i / (e N_A \delta S / A) \quad \text{con } \delta \text{ densità di massa}$$

$$v_d = \frac{0.1}{eN \cdot 10^{-4}} = 7.4 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$$

ovvero circa 10 ordini di grandezza più piccola di quella termica!!!

Conoscenze iniziali

Conduttore di resistenza R
zig-zag \rightarrow parte con resistenza finita,
(ex: filo di manganina $L=1\text{m}$, $S_m=10^{-4}\text{ m}^2$)
Tratti rettilinei “reofori” \rightarrow resistenza “nulla”
(ex: fili di rame $L \ll 1\text{m}$, $S \gg S_m$)

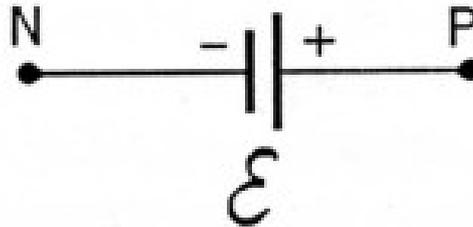


Conduttore “ohmico” è
lineare e bilaterale

$I = f(V)$ “curva caratteristica”

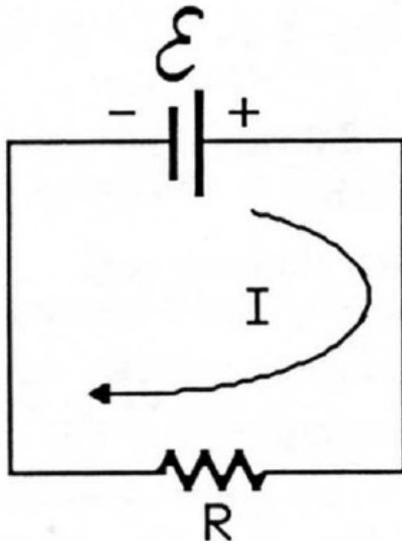
Generatore di forza elettromotrice

Dispositivo che mantiene una differenza di potenziale tra due suoi conduttori
“poli” o “terminali” → + “positivo”, - “negativo”



$$\varepsilon = \phi_P - \phi_N$$

costante



La corrente I scorre anche dentro il generatore ma in verso non “naturale”
→ Campo E_g interno al generatore, aggiuntivo a quello elettrico E_e , che fa lavoro sulle cariche e mantiene la differenza di potenziale ε tra i terminali