

Lezione 9 : corrente elettrica, campo magnetico, legge di Ampère. Resistenze e condensatori, leggi di Ohm ed effetto Joule. Legge dell'induzione elettrica.

Date appelli d'esame:

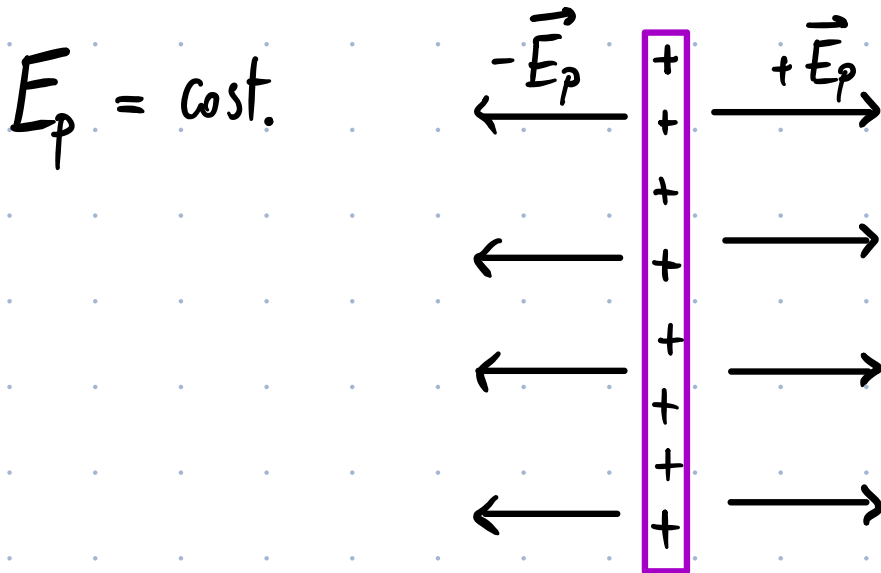
- 07/02 Lunedì h 10
- 21/02 Lunedì h 10

Modalità esame: orale

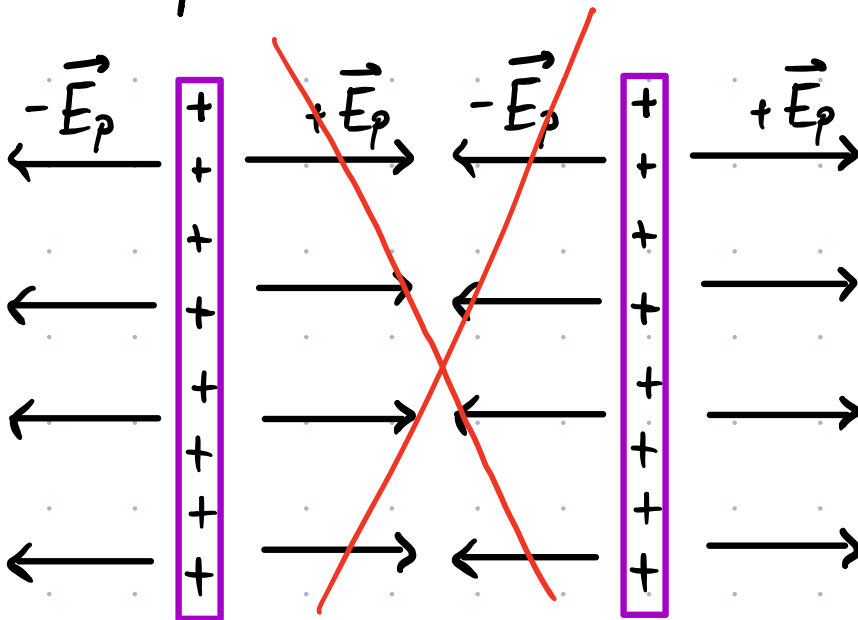
circa 15-20 minuti, 3 esercizi a scelta tra quelli che verranno caricati su Moodle e anche quelli fatti durante il corso (ma almeno 1 nuovo)
+ domande sul programma del corso.

Campo elettrico per un conduttore piano

- Un conduttore piano infinito genera un campo elettrico costante

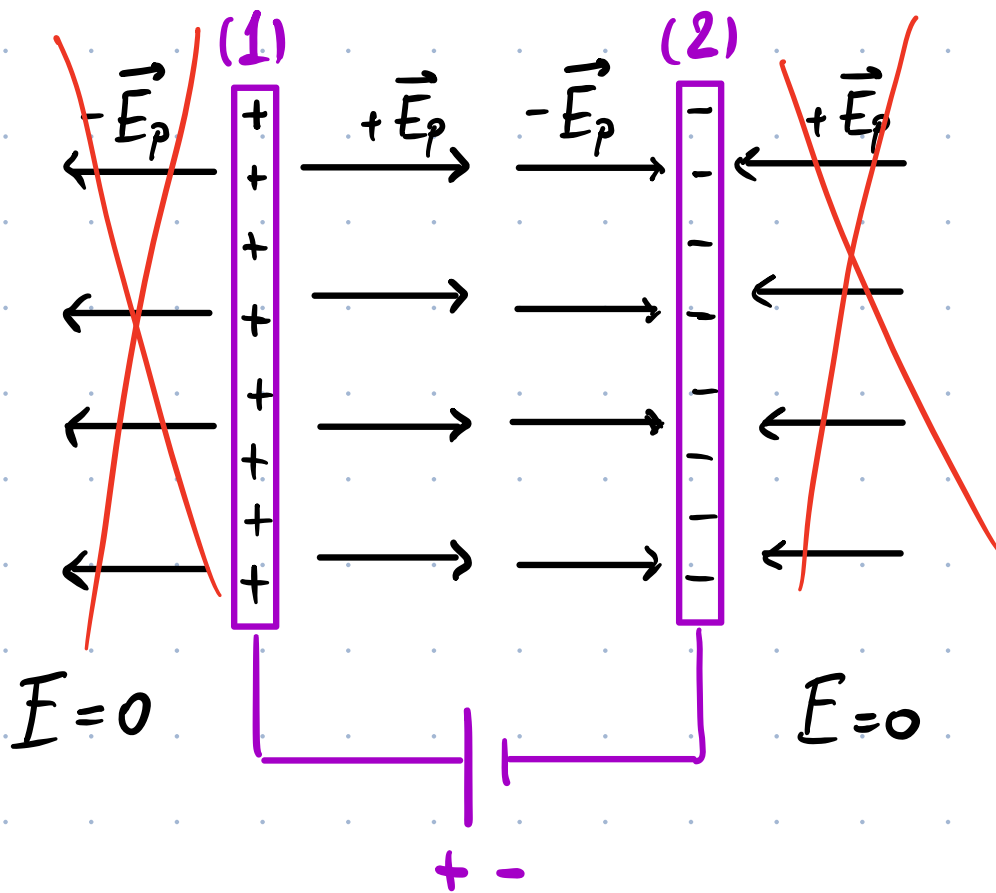


- Se ora prendiamo due piani paralleli ed infiniti:



→ il campo all'interno è nullo.

- Se consideriamo due conduttori piani caricati in maniera opposta:



→ Il campo al di fuori dei due piani è nullo.

Potenziale ?

- Supponiamo distanze d
- Campo elettrico vale E_p

→ Lavoro delle forze elettriche $F = q \cdot E_p$ per portare carica q da piano (1) e piano (2) vale:

$$d = qEd$$

$$\Delta V = \frac{\mathcal{L}}{q} \rightarrow \Delta V = E \cdot d$$

Capacità di un conduttore

- Non si possono depositare infinite cariche su un conduttore metallico isolato (nemmeno nel vuoto):

→ il campo elettrico raggiunge un valore limite, poi si producono scariche attraverso aria o sostegno isolante (o vuoto)

La capacità di un conduttore di immagazzinare cariche:

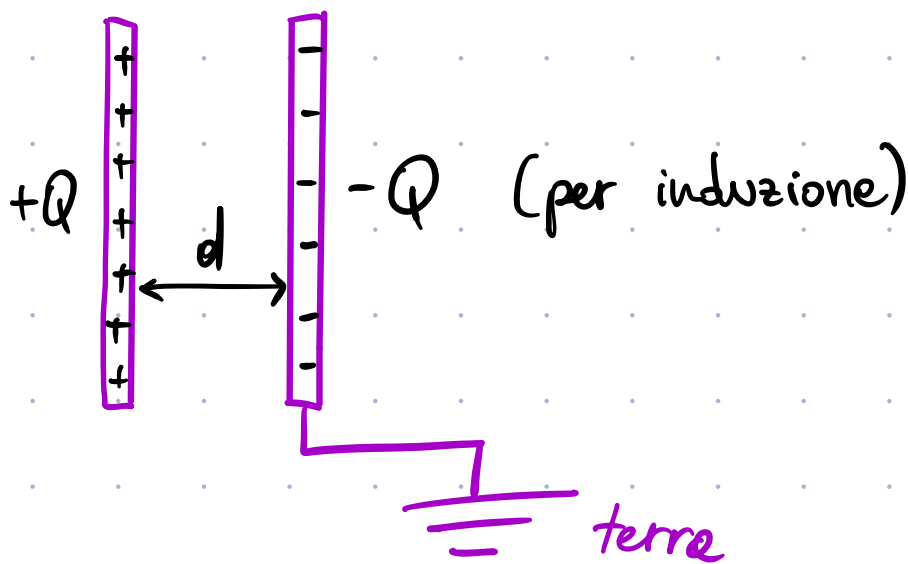
$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Unità di misura: Farad $[F = \frac{C}{V}]$

Condensatore

- Condensatore: due conduttori affacciati e caricati (es. da una batteria)

$$C = Q / \Delta V \text{ (tra piani)}$$



$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}, \text{ dove } A = \text{area del piatto}$$

- I due conduttori si chiamano "armature" del condensatore.
- Se si interpone un dielettrico con costante dielettrica ϵ_r tra le armature:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} \quad [\quad \epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 \quad]$$

In questo modo si possono creare diversi valori di capacità con le stesse armature.

Corrente elettrica

- Corrente di cariche: flusso ordinato di cariche in un conduttore
- Se q è la carica che attraversa la sezione di un conduttore in un intervallo di tempo Δt :

intensità di corrente $I = q / \Delta t$

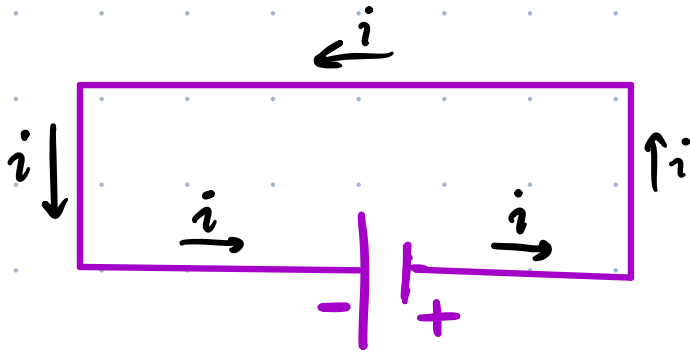
Unità di misura: Ampère $[A = \frac{C}{s}]$

→ N.B. Ampère è unità fondamentale del S.I., perciò in realtà Coulomb è definito da formule soprastante.

- Consideriamo un conduttore a cui viene applicato un campo elettrico, e quindi una differenza di potenziale:



- Si ha flusso di cariche attraverso il conduttore se c'è differenza di potenziale.
- Ad esempio, connettiamo una pila o un generatore:



Resistenze elettrice

- La corrente nel circuito sopra dipende dalle differenze di potenziale create dalle batterie. In particolare è proporzionale:

$$I \propto V$$

Definiamo le "resistenze" come il coefficiente di proporzionalità tra corrente e diff. di potenziale:

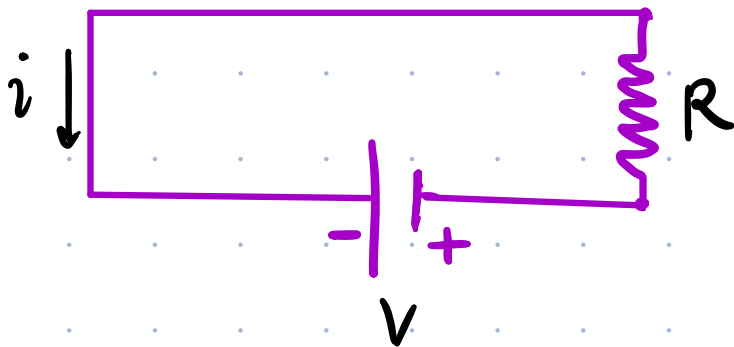
$$\frac{V}{I} = R \rightarrow \text{resistenze}$$

→ Legge di Ohm:

$$V = R \cdot I$$

• Simbolo di resistenza: 

(simbolo riassume tutti i contributi delle resistenze provenienti da un conduttore)

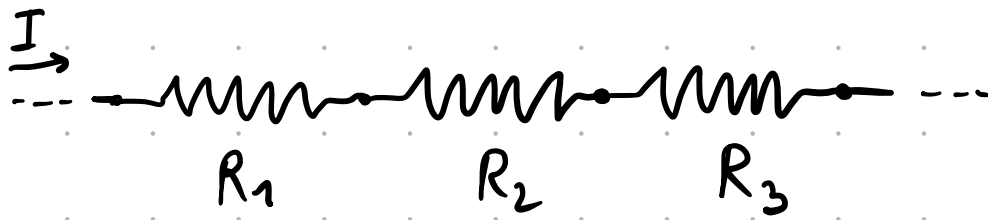


$$i = \frac{V}{R}$$

Unité di misura della resistenza: Ohm

$$[\Omega] \quad 1 \text{ Ohm} = 1 \text{ Volt} / 1 \text{ Ampère}$$

• Resistenze in serie :



→ Fluisce la stessa corrente I in tutte le resistenze

Deve valere $V = R_{TOT} \cdot I$

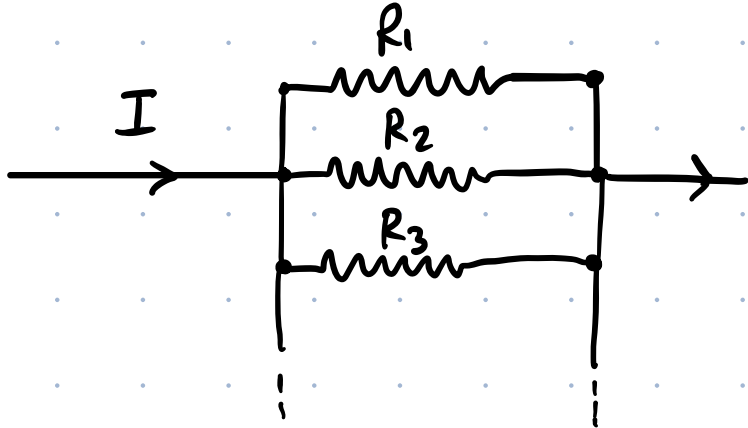
$$\begin{aligned} \rightarrow I R_{TOT} &= V_1 + V_2 + V_3 + \dots = I R_1 + I R_2 + I R_3 + \dots \\ &= I (R_1 + R_2 + R_3 + \dots) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow R_{TOT} = \sum_i R_i$$

A simplified circuit diagram showing a single resistor labeled R_{TOT} with current I flowing through it from left to right.

Resistenze in serie si sommano

• Resistenze in parallelo :



≡



V é uguale per tutti i resistori

$$\frac{V}{R_{TOT}} = I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots$$

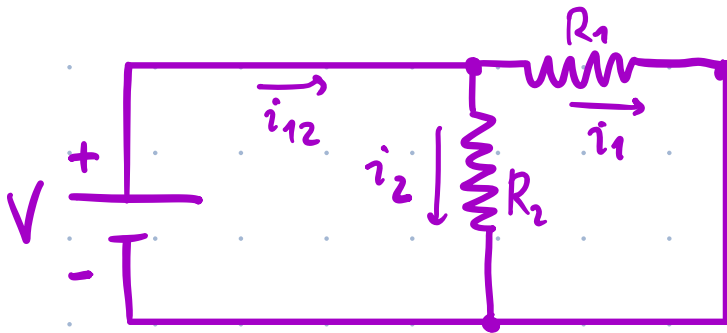
$$= V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{TOT}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

R_{TOT} é minore delle singole resistenze!

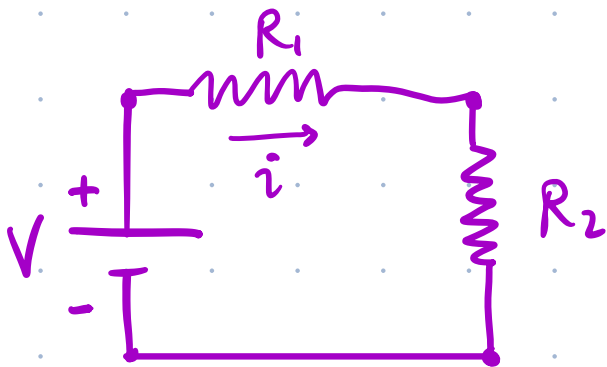
Circuiti elettrici e legge di Kirchoff

- Circuito: tratti di conduttore che interconnettono componenti elettriche



- Legge dei nodi $\sum_k i_k = 0$

$$\rightarrow i_{12} = i_1 + i_2$$



- Legge delle maglie $\sum_k R_k i_k = \sum_k V_k$

$$\rightarrow V = iR_1 + iR_2$$

Resistività



- Diff. di potenziale V ai capi di un filo conduttore

$$I \propto \frac{1}{L} \quad , \quad I = \frac{V}{R}$$

$$\Rightarrow R \propto L$$

$$I \propto A \quad , \quad I = \frac{V}{R}$$

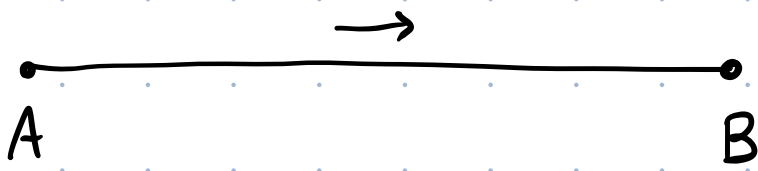
$$\Rightarrow R \propto \frac{1}{A}$$

$$R \equiv \rho \frac{L}{A}$$

resistività

- Resistività: proprietà del materiale di cui è costituito il conduttore

Effetto Joule (effetto termico delle correnti)



• Lavoro delle forze elettriche su carica q : $\mathcal{L} = V_{AB} q$

→ lavoro delle forze elettriche produce calore!

• Potenze dissipate da corrente è uguale al lavoro per unità di tempo:

$$P = \frac{qV}{t} = I \cdot V = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

Effetto Joule: per effetto della resistenza del conduttore, l'energia cinetica delle cariche è trasformata in energia termica

• Calore: $Q = P \cdot t = IVt$

→ potenze di 1W per 1s → energia = 1J

→ 1A · 1V · 1s = 1J

→ 1 kW per 1h = 1 kWh = $10^3 \cdot 3600$ J

Campo magnetico generato da una corrente:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

Conduzione ionica

Liquidi puri (acqua distillata, alcool, benzolo...) inseriti nel circuito di un generatore non lasciano passare corrente.

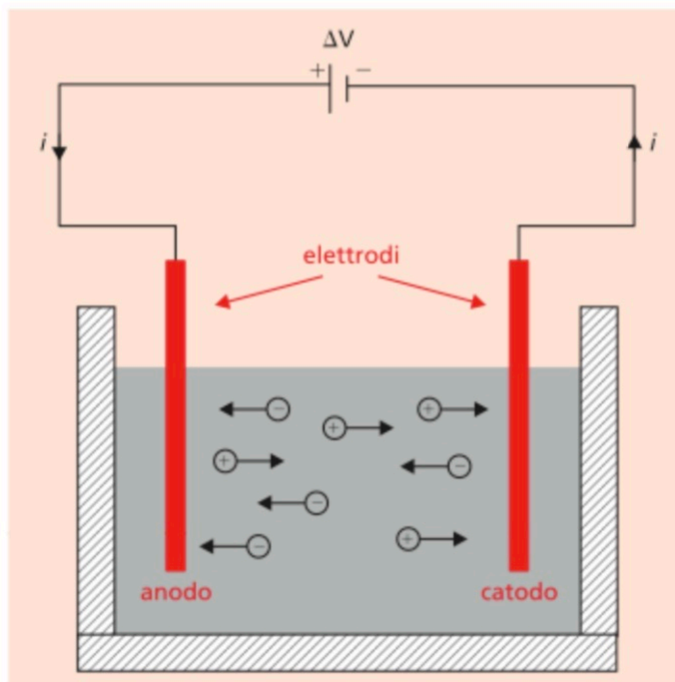
Soluzioni acquose di sali, acidi, basi sono buoni conduttori → elettroliti

Molecole disciolte si dividono in ioni dotati di carica elettrica positiva e negativa.

Se gli elettrodi (terminali metallici) hanno differenza di potenziale:

Ioni positivi migrano verso il catodo

Ioni negativi migrano verso l'anodo



Esempi di elettroliti:

Cloruro di sodio: $\text{Na Cl} \rightarrow \text{Na}^+ \text{Cl}^-$

Solfato di rame: $\text{Cu S O}_4 \rightarrow \text{Cu}^{++} \text{S O}_4^-$

Acido solforico: $\text{H}_2 \text{S O}_4 \rightarrow \text{H}_2^{++} \text{S O}_4^-$

Nitrato d'argento: $\text{Ag N O}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ \text{N O}_3^-$

Resistività corpo umano

Dare dei valori precisi alla resistenza elettrica del corpo umano risulta piuttosto difficoltoso essendo questa influenzata da molte variabili:

percorso della corrente,
stato della pelle,
superficie di contatto,
tensione di contatto.

Effetti dell'elettricità sul corpo umano

Quando una corrente elettrica attraversa un corpo umano

può produrre un'azione diretta su:

vasi sanguigni e cellule nervose;

determinare un'alterazione permanente

nel sistema cardiaco,

nell'attività cerebrale e

nel sistema nervoso centrale;

infine può arrecare danni all'apparato uditivo,

all'apparato visivo,

all'epidermide ecc.

Fenomeni principali:

- 1. Tetanizzazione***
- 2. Arresto della respirazione***
- 3. Fibrillazione ventricolare***
- 4. Ustioni***