

Elettrostatica

I ANNO

La materia si trova normalmente allo stato neutro (elettroni e protoni uguali)

Se non rispetta questa condizione è detto elettrizzato.
Esistono due tipi di elettrizzazione: positiva (eccesso di protoni) e negativa (eccesso di elettroni)

Metodi di elettrizzazione

Per strofinio = strofinare un corpo con un altro corpo

Per contatto = contatto con un corpo elettrizzato

Per inoltrazione = trasmissione di elettroni attraverso l'aria

Conduttori, isolanti, semiconduttori

Conduttori = le cariche elettriche si muovono liberamente (e⁻ legami deboli)

Isolanti = le cariche elettriche non si muovono (e⁻ legami forti)

Semiconduttori = via di mezzo. Non esiste una linea di demarcazione netta

I conduttori si elettrizzano su tutta la superficie.



Legge di Coulomb

La legge di Coulomb quantifica le forze d'interazione tra due cariche

cariche puntiformi: dimensioni trascurabili rispetto alla distanza

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K_C = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

$F < 0$ attrattive

$F > 0$ repulsive

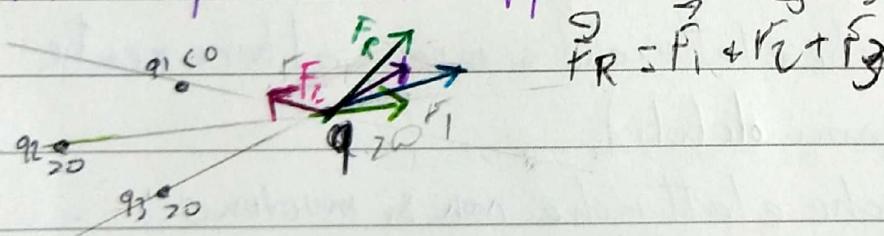
$$\epsilon_0 \text{ costante dielettrica assoluta nel vuoto} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

Densità superficiale di carica

La carica si

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad \text{unità di misura } \frac{C}{m^2} \quad \text{addense sulle punte}$$

Princípio di sovrapposizione



$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad \epsilon_r \gg 1 \quad \Rightarrow \text{Forze} \quad \frac{F_0}{F}$$

ADIMENSIONALE



$$\boxed{\frac{F_0}{F}} = \frac{k_0 \frac{q_1 q_2}{r^2}}{K \frac{q_1 q_2}{r^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

zi perché le forze nel vuoto (F_0) sono sperimentalmente maggiori

Campo elettrico

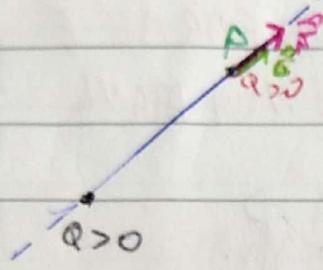
Una carica o un sistema di cariche modifica lo spazio in cui si trova.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \rightarrow \text{forza che agisce su } q$$

unità di misura $\frac{N}{C}$

La grandezza fisica è il campo elettrico E

coulomb



$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

LINEE DI CAMPO

%

Servono a rappresentare il campo elettrico

Il campo elettrico è più intenso dove le linee di campo sono più fitte

Campo elettrico uniforme: le caratteristiche del campo non cambiano da punto a punto (stessa direzione, verso e modulo)

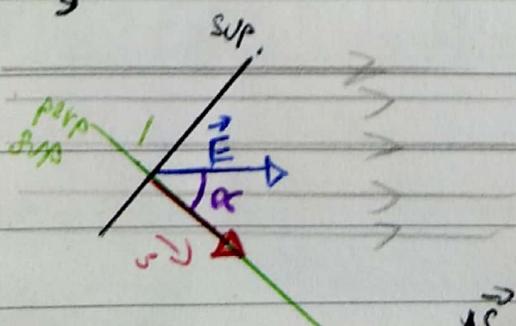
FLUSSO DEL CAMPO ELETTRICO

$$\Phi_s(\vec{E}) = \vec{E} \cdot \vec{S} = E \cdot S \cos \alpha$$

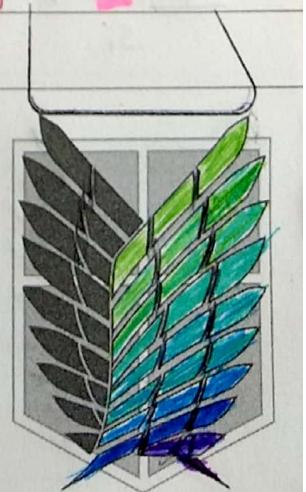
• Superficie piana

• Campo uniforme

linee equispaziate



vettore superficie



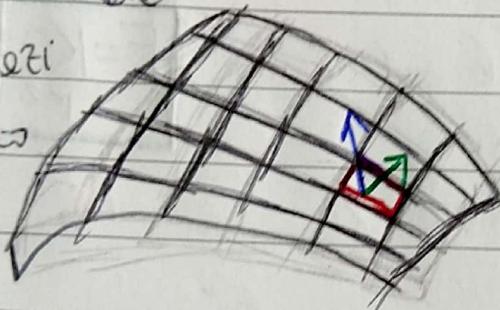
FLUSSO E ANGOLI

$\Sigma \Sigma$

$\cos \alpha > 0$	$\phi > 0$	decento
$\cos \alpha = 0$	$\phi = 0$	$\alpha = 90^\circ; 270^\circ$
$\cos \alpha < 0$	$\phi < 0$	α other
$\cos \alpha = \pm 1$	$\phi _{\max} $	$\alpha = 0^\circ; 180^\circ$

FLUSSO CAMPO ELETTRICO NON UNIFORME E SUPERFICIE NON PIANA

Per calcolare il totale
ridurre gli spazi
fino a \approx piano



$$\Delta \phi_i = \vec{E}_i \cdot \vec{A}_i$$

\downarrow

$$E_i \cdot A_i \cdot \cos \alpha_i$$

TEOREMA DI GAUSS

Il flusso di \vec{E} , attraverso a una superficie chiusa
è uguale alle Σ delle cariche racchuse nella
superficie fra le k elettri del mero

$$\Phi(\vec{E}) = \frac{\sum_i Q_i}{\epsilon_0}$$

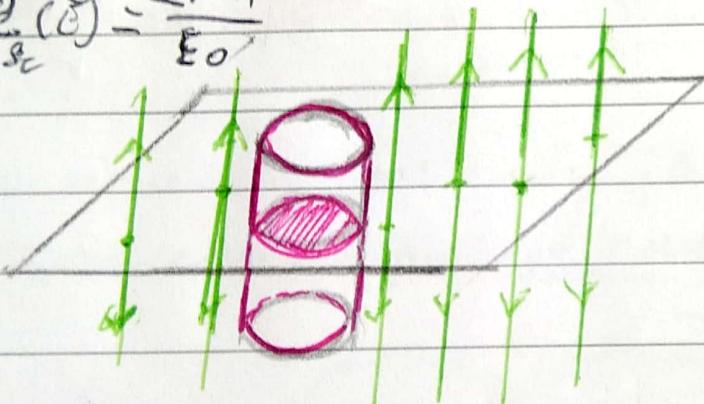


Pieno indefinito uniformemente carico

Direzione perpendicolare alla superficie, verso uscente (positivo)

Se la lamina è finita non è unif. carico
(si concentra agli spigoli)

$$\frac{E(\vec{r})}{E_0} = \frac{\sum_i Q_i}{E_0}$$



Il piano Tenore a infinito tanto più la distanza del punto diminuisce.

$$\sigma = \frac{Q}{A_{\text{area}}} \xrightarrow{\text{carico}}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\sum_i Q_i}{E_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

$$\phi = 2EA \text{ (cilindrica)}$$

Non dipende dalla distanza.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$



Circuazione

+ → -

È un operatore matematico (funzione che agisce su altre funzioni) che agisce sui campi vettoriali.

$$\Gamma_f(\vec{E}) = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \cdot \vec{A}_{Si}$$

linea chiusa

percorso orientato
arbitrario

$$\Gamma_f(\vec{E}) = 0 \text{ per ogni percorso chiuso}$$

Il lavoro compiuto è 0, quindi la forza è conservativa.

Energia potenziale

La carica ha possibilità in conseguenza della posizione che occupa nel campo elettrico.

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

$U > 0$ carico dello stesso segno

$U < 0$ cariche di segno opposto



$s = \text{spostamento}$

Potenziale elettrico

$$L_{AB} = -\Delta V = -(V_B - V_A) = V_A - V_B$$

$$\frac{L_{AB}}{q} = \frac{V_A}{q} - \frac{V_B}{q}$$

$$\frac{U}{q} = V \text{ } \frac{1}{c} \text{ (VOLT)}$$

POTENZIALE ELETTRICO

$$\frac{L_{AB}}{q} = V_A - V_B$$

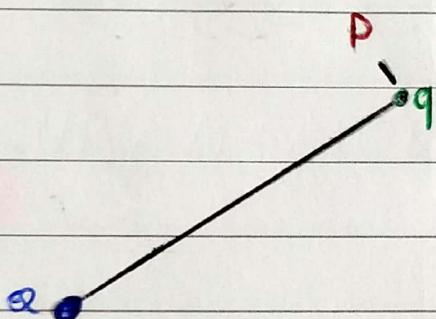
DIFERENZA
di POTENZIALE

$$L_{AB} = q(V_A - V_B) \Rightarrow -q\Delta V$$

La differenza di potenziale
è detto DDP o Tensione

$$L_{AB} = -q\Delta V$$

Potenziale elettrico di una carica puntiforme



$$U_r = K \frac{q}{r}$$

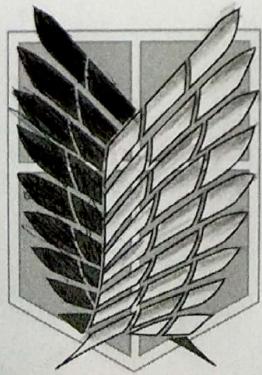
$$V = \frac{U_r}{q}$$

$$V = K \frac{Q}{r}$$

Somiglianza con campo elettrico

$$eV \text{ (elettronvolt)} = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

lavoro che compie il campo per portare un elettrone da un punto all'altro con ΔV di 1V



$$L_{AB} = q(V_A - V_B) \rightarrow L_{AB} = e^- \cdot 1V$$

IL LAVORO È SEMPRE POSITIVO

SUPERFICI EQUIPOTENZIALI

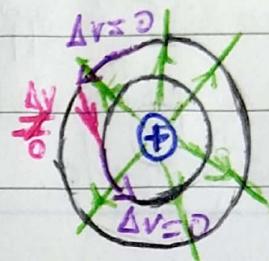
Una carica ^{negativa}, posta in un campo elettrico, si sposta da punti a potenziale più basso a punti con potenziale più alto.

- basso \rightarrow alto
- + alto \rightarrow basso

Le superfici equipotenziali hanno potenziale uniforme in tutti i punti

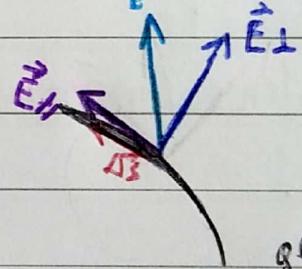
Per una carica puntiforme, la geometria è sferica

Cambiando superficie equipotenziale, il potenziale **cambia**



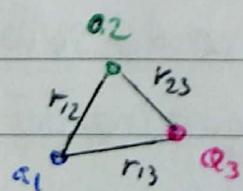
Le linee di campo sono perpendicolari in ogni punto.

Se le linee di campo non fossero perpendicolari, la componente tangente proviterebbe lavoro, quindi $\Delta V \neq 0$



genera un movimento di carica

Potenziale elettrico di più cariche puntiformi

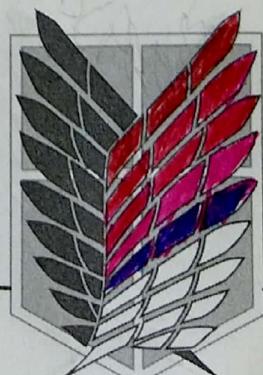


si prendono le coppie singole e si sommano le V .

$$U = \frac{\sum k_i Q_i q_{zi}}{r_i}$$

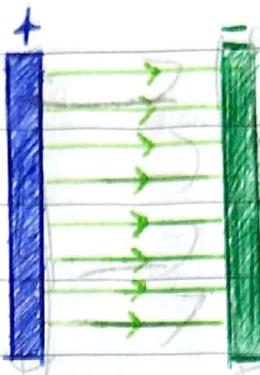
La carica si considera con il SEGNO

Uniforme è riferito allo spazio, costante al **tempo**



GRADIENTE DI POTENZIALE

Un campo elettrico è legato a un gradiente di potenziale



Se \vec{E} non è uniforme, ridurre \vec{s}

Il verso di \vec{E} è opposto rispetto a quello dell'aumento del potenziale.

$$E = - \frac{\Delta V}{\Delta s} \quad \begin{matrix} \text{gradiante} \\ \text{di potenziale elet.} \end{matrix}$$
$$N/C = V/m$$

CONDENSATORI

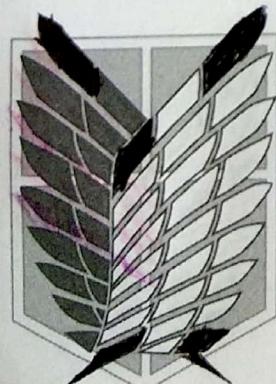
Un condensatore immagazzina cariche elettriche, quindi energia.

CAPACITÀ

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad Q/V = F$$

$$F = F_{\text{car}} \Omega$$

Più capacità maggiore il condensatore che, a parità di DPP, immagazzina più cariche



ARMATURA



*DIELETTRICO
cioè isolante

La capacità dipende dalle geometrie del condensatore e dal materiale interposto fra le armature.

Condensatore piano

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

$$\Rightarrow C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \sigma = \frac{Q}{S}$$

$$Q = \epsilon E S$$

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} \rightarrow \Delta V = Ed$$

$S = \text{superficie}$
 $d = \text{distanza}$

$$\epsilon = [F/m]$$

Un condensatore piano è costituito da due piastre metalliche parallele poste a una certa distanza.

CORRENTE ELETTRICA

La corrente elettrica in un conduttore metallico è un moto orolinetto di elettroni (gen. cariche elettriche)

Le cariche si muovono
nello stesso modo
insieme

I conduttori hanno gli
elettroni esterni liberi

Il verso delle correnti è convenzionalmente opposto
al moto delle cariche negative (dal potenziale alto a basso)

$$\downarrow I = \frac{Q}{\Delta t} \text{ carica}$$

$$I_s = A \text{ ampere}$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

intensità di corrente elettrica
(continua)

i indice le
correnti variabili

CIRCUITO ELÉTRICO

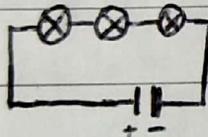
Quando le cariche non si muovono sono in equilibrio elettrostatico (macroscopicamente)

Un circuito è costituito da generatore,

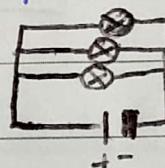
generatore: serve a mantenere le doppie incidenze nel circuito*

circuito elettrico: insieme di conduttori connessi tra loro e collegati a un generatore

in serie

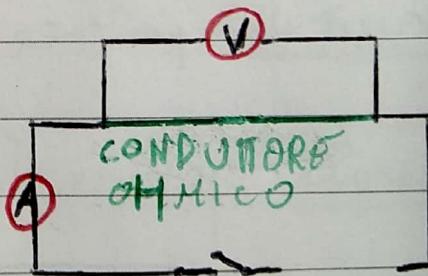


in parallelo



I LEGGE DI OHM

Il rapporto tra dopp e
intensità di corrente è costante



$$Ar = R \perp$$

$$\frac{V}{A} = \Omega [\text{OHM}]$$

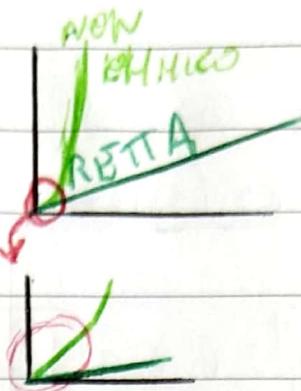
$$R = \frac{\Delta V}{I} = K$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{R}$$

* all'interno si genera un gradiente, quindi è presente un campo elettrico



I conduttori che seguono la legge di Ohm sono detti ohmici



I conduttori non ohmici si possono considerare tali per piccole distanze

EFFETTO SOULE

L'energia elettrica si dissipa sotto forme di calore al passaggio delle corrente nei conduttori

$$L_{AB} = \Delta V \cdot Q = [R \cdot I \cdot Q]$$

const ohmico

Aumento di
agitazione termica
degli ioni

Kilowattore

È l'energia dissipata in un'ora da un dispositivo che eroga una potenza di 1 Kw

Energia = potenza · tempo

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\underline{E = P \cdot t}$$

II LEGGE DI OHM

La resistenza è direttamente proporzionale alla lunghezza del conduttore e inversamente proporzionale alla sezione

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

$\rho(r_0)$ = resistività
dipende dal
MATERIALE $[\Omega \cdot m]$
e della TEMPERATURA

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta t) \xrightarrow{\text{temperatura}}$$

$$\Delta R \propto \alpha \Delta t \quad \text{dove } k = \rho_0 \cdot \alpha$$

Superconduttori

Quando la temperatura si avvicina allo zero assoluto, la resistività diventa pressoché nulla

CORRENTE ELETTRICA NEI FLUIDI

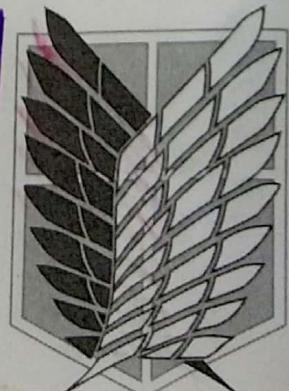
Temperatura critica

Per avere corrente elettrica c'è bisogno delle cariche, poi un campo elettrico

Mettendo del sale nell'acqua d., isolante
avrà luogo la dissociazione elettrolitica

ioni idrolisi

L'isolante riduce le forze di interazione



elettrooli pos enolo neg catodo

Corrente elettrica nei gas

I gas, allo stato neutro, sono isolanti

Per i gas non vale la prima legge di Ohm.

EFFETTO VOLTA

Ionizzazione del gas

Avviene per mezzo di agenti ionizzanti, radiazioni cosmiche, che fanno perdere agli atomi elettroni.

Il potenziale di estrazione è il lavoro che bisogna fare per estrarre un elettrone dal conduttore metallico

EFFETTO VOLTA: mettendo in contatto due metalli, si stabilisce tra essi una d.d.p. uguale alle differenze cambiate di segno tra i potenziali di estrazione

CIRCUITI ELETTRICI

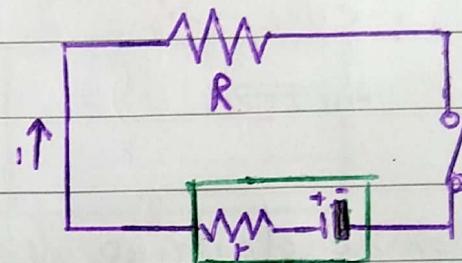
GENERATORE

La forza elettromotrice è il rapporto tra il lavoro per portare una corrente positiva dal polo ad un polo e la corrente stessa

$$fem = \frac{L}{q} \quad \frac{J}{C} = V$$

Quando il circuito è chiuso, $\Delta V < fem$, quando è aperto $\Delta V = fem$

La differenza è dovuta alla produzione di calore per mezzo delle resistenze

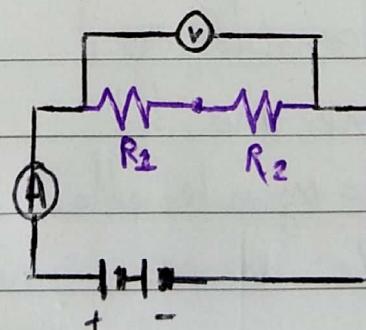


$$f.e.m. = r \cdot I + R \cdot I = [rI - \Delta V]$$

RESISTORI

IN SERIE

I resistori in serie si possono considerare come un unico resistore equivalente alla somma



$$R_1 + R_2 + \dots + R_n = R_e$$

$$R_L + R_2 + \dots + R_1 = R_e$$

LEGGEDI KIRKOFF • LEGGE AI NODI

Nodo: punto in cui confluiscono tre o più fermi

Tinti con almeno un utilizzatore



La somma delle correnti entranti nel nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti
 Ciò che entra esce **[IN SINTESI]**

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA CARICA ELETTRICA (NEL CIRCUITI)

La somma algebrica delle

correnti che affluiscono al nodo è zero

DEL CIRCUITO

2° LEGGE DI KIRKOFF (LEGGE DELLE MAGLIE)

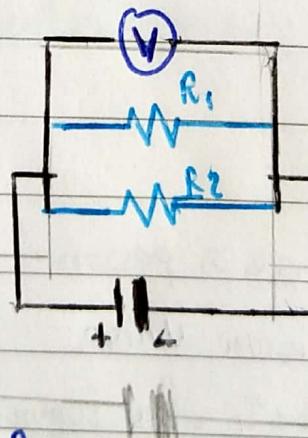
Maglia: successione di rami che forma un percorso chiuso

La somma algebrica delle dd.p. che si incontrano in una maglia è zero

Il verso della maglia è arbitrario

RESISTORI IN PARALLELO

È possibile considerare i resistori come uno. Il reciproco è uguale alle somme dei reciproci



$$\begin{array}{c} - \rightarrow + = + \\ + \rightarrow - = - \end{array}$$

$$R_{eq} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdots R_n}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n}$$



proporzionalità
INVERSA

$$\Delta V = R_1 \cdot I_1 \quad \Delta V = R_2 \cdot I_2$$

$$R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

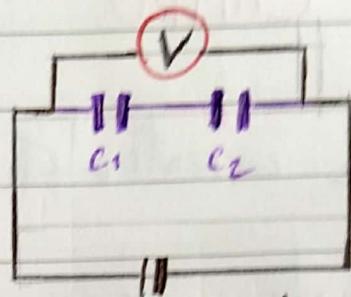
CIRCUITI ELETTRICI ELEMENTARI

È necessario che siano presenti: alimentazione, resistori e utilizzatori, corri, interruttore, strumenti di misura

Gli amperometri deve avere resistenza trascurabile
Il voltmetro deve avere resistenza infinita $\gg R$

CONDENSATORI

IN SERIE



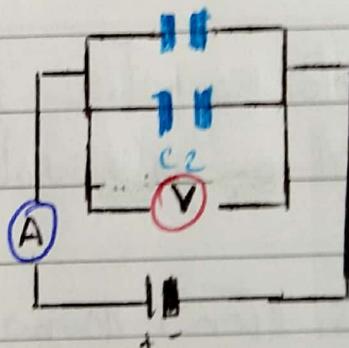
Le cariche sono sempre identiche

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$C_{\text{eff}} = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdots C_n}{C_1 + C_2 + \cdots + C_n}$$

$$\frac{1}{C_{\text{eff}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

IN PARALLELO



Le cariche possono essere diverse

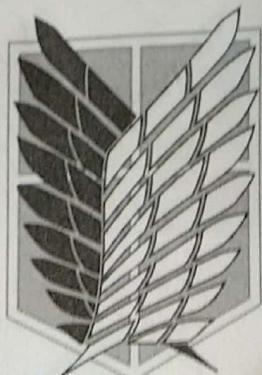
$$C_{\text{eff}} = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

CARICA E SCARICA DEI CONDENSATORI

[CARICA]

$$Q(t) = Q_0 (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$\tau = RC$ (τ_{av}) rappresenta l'intervallo di tempo quando la carica raggiunge il 63,2% delle cariche massime



SCARICA

$$Q_t = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$I_t = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

la corrente va nel
verso opposto



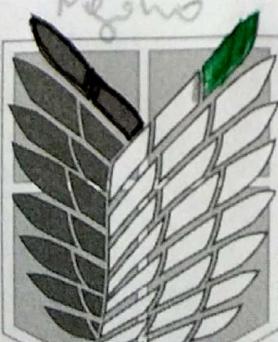
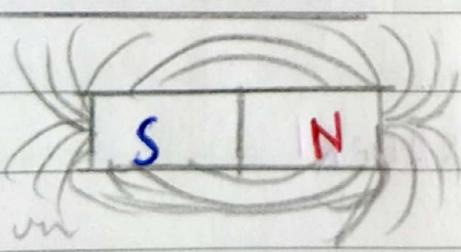
CAMPO MAGNETICO

Anche le correnti elettriche presentano magnetismo

Un magnete genera nello spazio circostante un campo magnetico

La carica magnetica si concentra sui poli, chiamati polo nord e polo sud.

Non esistono monopoli magnetici, solo dipoli



Il campo magnetico è l'insieme di vettori che descrive l'influenza che una calamita esercita nello spazio circostante

È la regione di spazio

FILO RETTILINEO

$$B = \mu \frac{I}{d}$$

$$K_s = \frac{\mu_0}{2\pi}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}$$

legge di

Biot-Savart

$$K = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}$$

direzione: linee di campo, tracciare tangente

al punto

verso: regole delle mani destre



SPIRA CIRCOLARE

Associata a un campo elettrico che cambia nel tempo, c'è un campo magnetico che cambia nel tempo

direzione perpendicolare al piano su cui giace la spira
verso regole delle mani destre

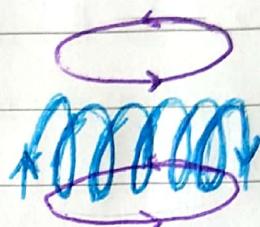
$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I}{r}$$

verso il centro della spira



SOLENOIDI

direzione parallele all'asse
verso regole delle mani destre



$$B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{l}$$

$$\frac{N}{l} = n$$

densità di spire Ω (respirabile)

B esterno è

FORZA DI LORENTZ

$$F = I \vec{I} \times \vec{B}$$

È la forza che agisce su una carica posta in un campo magnetico

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

velocità

$$F = q v \perp B$$

$$F = q v B \sin \alpha$$

$$v \neq 0$$

$$\alpha \neq 0^\circ; 180^\circ$$

massime

$$\alpha = 90^\circ; 270^\circ$$



direz. perpendicolare al piano
verso regole delle mani destre (opposte).
opposto se $q < 0$

MOTO DELLE CARICHE ELETTRICHE

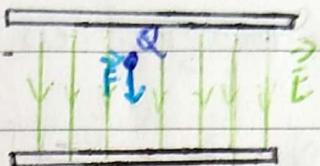
IN UN CAMPO ELETTRICO

①

Campo elettrico uniforme

Carica in quiete o con i parallelli

alle linee di campo



$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad m\vec{a} = q\vec{E}$$

moto rettilineo unif. accelerato $\vec{a} = g/m \vec{E}$ COSTANTE

$$L = \Delta E_C$$

$$L = Q \Delta V$$

$$E_C = QUV$$

FLUSSO DEL CAMPO MAGNETICO

È il prodotto scalare tra il vettore superficie e il campo magnetico

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha \quad \text{Si misura in Weber (Wb)}$$

È analogo al flusso del campo elettrico

TEOREMA DI GAUSS PER IL
CAMPO MAGNETICO

Il vettore \vec{S} è
perpendicolare alla
superficie

Il flusso del campo magnetico attraverso una superficie chiusa (geodissione) è nullo

Tante linee entrano quante ne escono

CIRCUITAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO (II)

$$\Gamma_g(\vec{B}) = \sum \vec{B}_i \cdot \Delta \vec{S}_i$$

Teorema di Ampere:



$$\Gamma_g(\vec{B}) = \mu_0 \cdot \sum I_i$$

INDUZIONE ELETROMAGNETICA

Un campo magnetico può generare una corrente elettrica sotto opportune condizioni.

S'genera una corrente indotta quando varia il flusso del campo magnetico.

$$\Phi_B = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

LEGGE DI FARADAY - NEUMANN -

La forza elettromotrice indotta
è il derivato

$$f_{em} = -\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

istantanea

$$f_{em} = -\frac{d \Phi_B}{dt} \quad i = \frac{f_{em}}{R} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

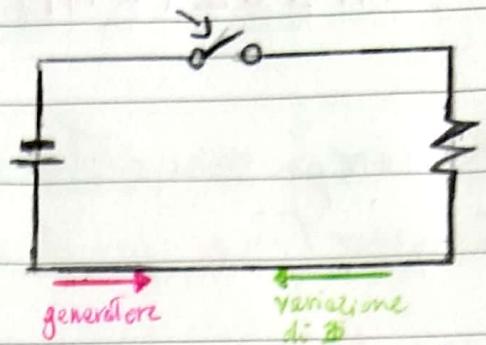
LEGGE DI LENZ

Il verso delle ci è tale da opporsi alla causa che l'ha generata attraverso il campo magnetico che essa produce

giustifica il meno

AUTO INDUZIONE

Questo fenomeno avviene nel Δt durante il quale la corrente prodotta dal generatore non è a regime, perciò si verifica una variazione di flusso.



$$L = \frac{\Phi_0}{I}$$

INDUTTANZA

$$[\mathbf{H}] = \frac{\text{wb}}{\text{A}} \rightarrow \frac{\mathbf{V}_S}{\text{A}}$$

Henry

$$\text{fem} = -L \frac{di}{dt}$$

INDUTTANZA IN UN SOLENOIDE

Il circuito inducente coincide con il circuito indotto

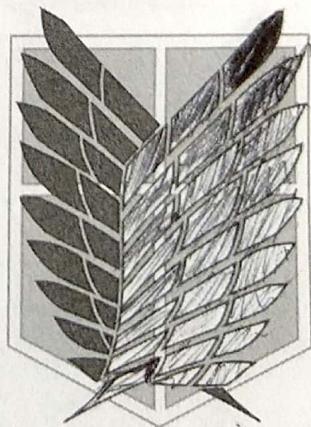
$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l}$$

CORRENTE ALTERNATA

Nel Tempo cambia sia intensità che verso (non costante),

Le correnti alternate sono particolari correnti non costanti

$$P = \frac{1}{2} V_o I_o$$



Circuiti in corrente alternata

La corrente non è costante MA NOOO !

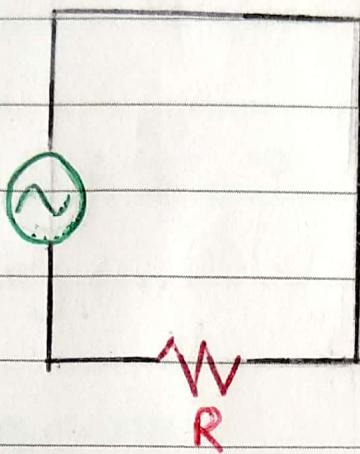
1 Puramente resistivo

$$V_0 \sin \omega t = R \cdot i(t) \Rightarrow i(t)$$

$$i(t) = \frac{V_0}{R} \sin \omega t$$

$$i(t) = I_0 \sin \omega t$$

Sono in fase



Ogni circuito ha una resistenza, una induttanza e una capacità

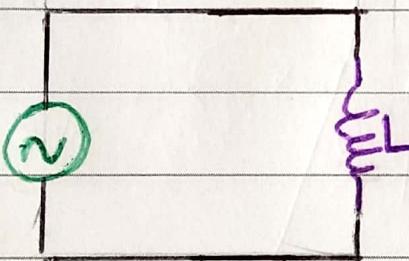
Si applica la
2^a legge di Kirchhoff
in tutti i tre casi

2 Puramente induttivo

$$V_0 \sin \omega t + \frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{V_0}{L} \sin \omega t dt$$

$$i(t) = \frac{V_0}{L} \cdot \cos \omega t \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



$$X_L = \omega L$$

resistenza induttiva

V_0 è in anticipo di $\frac{T}{4}$

3 Puramente capacitivo

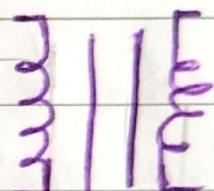
Trafo. statico

Serve ad aumentare o diminuire la Tensione in ingresso

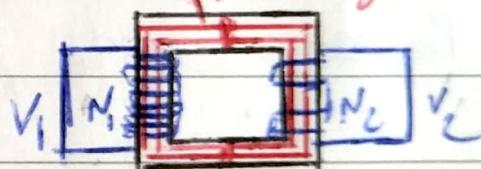
$$\text{fem}_1 = -N_1 \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

$$\text{fem}_2 = -N_2 \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Il circuito 2 è alimentato per induzione



nucleo ferromagnetico



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

L'efficienza è quasi totale



Mots in campi elettromagnetici

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{V} \times \vec{B}$$

Cidotrone

È un acceleratore di particelle

\vec{B} incurva la traiettoria, \vec{E} la accelera
aumenta velocità e raggio

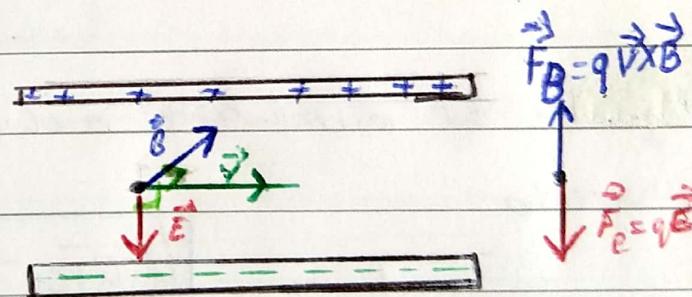
la corrente è alternata

il periodo è costante:
e l'aumentare delle velocità
aumenta il raggio.

$$E_c = \frac{1}{2} \frac{q^2 R^2 B^2}{m}$$

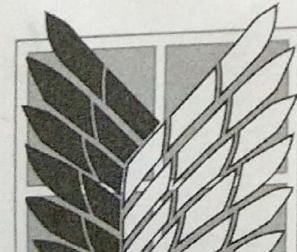
Selettore di velocità

Filtrà le particelle con una specifica velocità

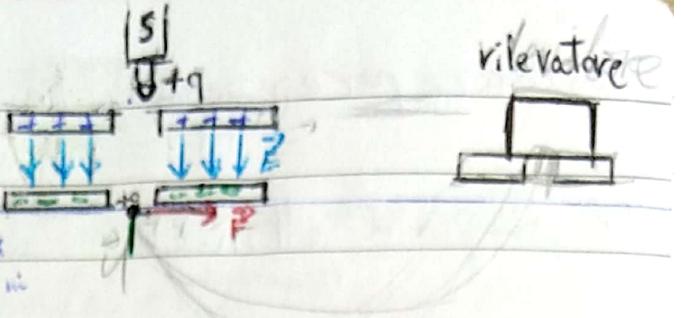


Passano solo le particelle con $\vec{F}_B = \vec{F}_E$ (uguali e opposte)

$$V = \frac{E}{B} \quad qE = qVB[\sin 90^\circ]$$



Spettrometro di massa



Separare le particelle avendo la stessa carica ma

massa diversa (isotopi)

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$\text{Se } R_2 > R_1 \\ m_2 > m_1$$

Origine del magnetismo in la materia

All'origine di un campo magnetico ci sono le correnti elettriche

Ampère: Intuisce la presenza delle correnti elettriche.

Un atomo genera un suo campo magnetico
cariche in movimento

La materia può essere concepita come microscopiche spire [insieme di]

Le sostanze magnetiche si classificano in ferromagnetiche, paramagnetiche e diamagnetiche

Sostanze ferromagnetiche $\mu_r \gg 1$

Atomi ordinati in domini ferromagnetici

$$B_{\text{tot}} \gg B_{\text{ext}}$$

possono creare magneti permanenti

Il campo è perfettamente allineato a quello esterno



Sostanze paramagnetiche

$$\mu_r > 1$$

il campo è allineato con quello esterno
(Tenorevoso)

$$B_{\text{tot}} > B_{\text{est}}$$

Sostanze diamagnetiche

$\mu_r \approx 1$

Il campo è opposto a quello esterno
(tendenza)

$$B_{tot} < \overset{\circ}{B}_{est}$$

Permeabilità magnetica relativa

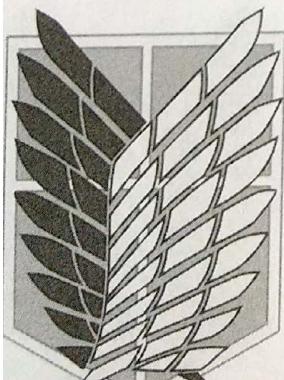
$$\mu r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

Motore elettrico

converte l'energia elettrica in energia meccanica

Sfrutta le forze generate da un conduttore su un circuito immerso in un campo magnetico $F = I\vec{L} \times \hat{\vec{B}}$

$$c = Fd$$



PE II B 1st year

$H \leq I_{L_1} L_2 B \sin \alpha$

$R = TAB \sin \alpha$

$$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} \text{ momento Torcente}$$

$\vec{m} = I \vec{s}$ momento magnetico delle spire

Besate sulle rotelle
di una spina