CARICA ELETTRICA

CARICA ELETTRICA = CARATTERISTICA INTRINSECA DELLE PARTICELLE FONDAMENTALI CHE COSTITUISCONO LA MATERIA
↘ CHE LA ACCOMPAGNA OVUNQUE ESSE SIANO

ELETTRICAMENTE NEUTRO = L'OGGETTO NON CONTIENE UNA CARICA NETTA CHE INTERAGISCE CON GLI ALTRI OGGETTI

CARICO = LA CARICA È SBILANCIATA, OVVERO LA CARICA NETTA NON È NULLA

- CARICHE ELETTRICHE DELLO STESSO SEGNO SI RESPINGONO, E CARICHE ELETTRICHE DI SEGNO OPPOSTO SI ATTRAGGONO.

CONDUTTORI = SOSTANZE ATTRAVERSO CUI LE CARICHE SI MUOVONO ABBASTANZA LIBERAMENTE (METALLI)

ISOLANTI = (NON CONDUTTORI) SOSTANZE IN CUI LE CARICHE NON POSSONO MUOVERSI LIBERAMENTE (GOMMA)

SEMICONDUTTORI = SOSTANZE DI COMPORTAMENTO INTERMEDIO TRA I CONDUTTORI E GLI ISOLANTI

SUPERCONDUTTORI = SOSTANZE PERFETTAMENTE CONDUTTRICI

- GLI ATOMI SONO COMPOSTI DA PROTONI (+), DA ELETTRONI (−), E DA NEUTRONI, I PROTONI E I NEUTRONI SONO UNITI IN UN NUCLEO CENTRALE.
- LA CARICA DI UN SINGOLO ELETTRONE E QUELLA DI UN SINGOLO PROTONE HANNO LA STESSA INTENSITÀ MA SONO DI SEGNO OPPOSTO.

ELETTRONI DI CONDUZIONE = ELETTRONI MOBILI

CARICA INDOTTA = ALCUNE CARICHE POSITIVE O NEGATIVE SONO STATE SEPARATE A CAUSA DELLA PRESENZA DI UNA CARICA VICINA

FORZA ELETTROSTATICA $F = k \dfrac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$ (LEGGE DI COULOMB) SE LE PARTICELLE SI RESPINGONO LA $\vec{F}$ È ORIENTATA VERSO L'ESTERNO, SE SI ATTRAGGONO VERSO L'INTERNO

COULOMB = UNITÀ DELLA CARICA (q) $1C = 1A \cdot 1s$

CORRENTE ELETTRICA $i = dq / dt$ UNITÀ DI MISURA [A]

COSTANTE ELETTROSTATICA K $K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \cdot 10^9 \ C^2/(N \cdot m^2)$

COSTANTE DIELETTRICA DEL VUOTO ε_0 $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10$ $C / (N \cdot m^2)$

- UN GUSCIO SFERICO DI CARICA UNIFORME ATTRAE O RESPINGE UNA PARTICELLA CARICA FUORI DAL GUSCIO STESSO COME SE TUTTE LE CARICHE DEL GUSCIO SFERICO FOSSERO CONCENTRATE NEL SUO CENTRO.
- UN GUSCIO SFERICO DI CARICA UNIFORME NON ESERCITA ALCUNA FORZA ELETTROSTATICA SU UNA PARTICELLA CARICA POSTA ENTRO IL GUSCIO STESSO.
- UNA QUALUNQUE CARICA q PUÒ ESSERE SCRITTA COME $q = n \cdot e$ $n = \pm 1, \pm 2 \dots$ QUANDO ASSUME QUESTI VALORI DISCRETI LA CARICA È QUANTIZZATA.

CARICA ELEMENTARE = $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\ C$

LEGGI DI CONSERVAZIONE ① ENERGIA ② QUANTITÀ DI MOTO ③ MOMENTO ANGOLARE
④ CONSERVAZIONE DELLA CARICA ELETTRICA

NUMERO DI MASSA = # TOTALE DI NEUTRONI E PROTONI
NUMERO ATOMICO = # TOTALE DI PROTONI

MASSA DI UN ELETTRONE = $9{,}1 \cdot 10^{-31}\ Kg$

CAMPI ELETTRICI

- IL CAMPO ELETTRICO È UN CAMPO VETTORIALE: ESSO CONSISTE NELLA DISTRIBUZIONE DI VETTORI, UNO PER OGNI PUNTO DELLA REGIONE CIRCOSTANTE A UN OGGETTO CARICO.

VETTORE CAMPO ELETTRICO E NEL PUNTO P $E = \frac{F}{q_0}$ $[N/C]$ q_0 = CARICA DI PROVA NEL PUNTO P   DIREZIONE E VERSO DI E SONO QUELLI DI F

RELAZIONI TRA LE LINEE DI FORZA E I VETTORI DEL CAMPO

1) IN OGNI PUNTO LA DIREZIONE DI UNA LINEA RETTA DI CAMPO O LA DIREZIONE DELLA TANGENTE A UNA LINEA CURVA DI CAMPO INDICA LA DIREZIONE DI E IN QUEL PUNTO
2) DOVE LE LINEE DI FORZA SI ADDENSANO E È GRANDE, DOVE SI DIRADANO E È PICCOLO

- L'INTENSITÀ DEL CAMPO ELETTRICO DIMINUISCE CON L'AUMENTARE DELLA DISTANZA DALLA SFERA.
- LE LINEE DI FORZA ELETTRICA ESCONO DALLE CARICHE POSITIVE ED ENTRANO IN QUELLE NEGATIVE.

CAMPO ELETTRICO UNIFORME: CAMPO ELETTRICO CON MODULO E DIREZIONE COSTANTE IN OGNI PUNTO

DIPOLO ELETTRICO: DUE CARICHE UGUALI IN INTENSITÀ MA OPPOSTE IN SEGNO

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA PUNTIFORME $E = \frac{F}{q_0} = K \cdot \frac{|q|}{r^2}$ IL VERSO DI F È USCENTE DALLA CARICA SE LA CARICA È POSITIVA ED ENTRANTE SE LA CARICA È NEGATIVA

MOMENTO DI DIPOLO ELETTRICO p $p = q \cdot d$ d = DISTANZA q = CARICA $[C \cdot m]$ PROPRIETÀ FONDAMENTALE DEL DIPOLO

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UN DIPOLO ELETTRICO $E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p}{z^3}$ z = DISTANZA DEL PUNTO DAL CENTRO DEL DIPOLO

DENSITÀ DI CARICA λ $[C/m]$ $\lambda = dq/ds$ È LA CARICA PER UNITÀ DI LUNGHEZZA

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA LINEARE $E = \frac{qz}{4\pi\varepsilon_0 (z^2+R^2)^{3/2}}$ (ANELLO CARICO) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{z^2}$ (ANELLO CARICO A GRANDE DISTANZA)

DENSITÀ DI CARICA SUPERFICIALE σ $\quad \sigma = dq/dA \; [C/m^2] \quad dq = \sigma \cdot dA \quad dq = \lambda\, ds$ (LINEARE)

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UN DISCO CARICO $\quad E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1 - \dfrac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\right) \qquad E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (PIANO INFINITO)

FORZA ELETTROSTATICA $\quad F = q \cdot E \quad$ GRANDEZZA VETTORIALE CHE AGISCE SU UNA PARTICELLA QUANDO QUESTA AVENTE CARICA FISSA O IN MOVIMENTO IN UN CAMPO ELETTRICO O IN UN CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DA ALTRE CARICHE STAZIONARIE

• LA FORZA ELETTROSTATICA F AGENTE SU UNA PARTICELLA CARICA POSTA IN UN CAMPO ELETTRICO ESTERNO E HA LO STESSO ORIENTAMENTO DI E SE LA CARICA q DELLA PARTICELLA È POSITIVA E ORIENTAMENTO OPPOSTO SE q È NEGATIVA.

MOMENTO DI DIPOLO p $\quad$ VETTORE DIRETTO LUNGO L'ASSE DI DIPOLO, NEL VERSO CHE VA DALLA CARICA NEGATIVA A QUELLA POSITIVA

MOMENTO TORCENTE NETTO τ $\quad \tau = r F \sin\theta \qquad \tau = p \times E$ (SU UN DIPOLO) $\qquad \tau = p \cdot E \cdot \sin\theta$

• L'ENERGIA POTENZIALE DI UN DIPOLO HA IL SUO VALORE MINIMO QUANDO È NEL SUO ORIENTAMENTO DI EQUILIBRIO QUANDO CIOÈ $\tau = p \times E = 0$, HA UN VALORE MAGGIORE IN TUTTE LE ALTRE ORIENTAZIONI

ENERGIA POTENZIALE DI UN DIPOLO

$$U = -L = -\int_{90^\circ}^{\theta} \tau\, d\theta = \int_{90^\circ}^{\theta} pE \sin\theta\, d\theta = -pE\cos\theta$$

$$= -p \cdot E \quad \text{(CASO GENERALIZZATO)}$$

• L'ENERGIA POTENZIALE È MINIMA QUANDO $\theta = 0^\circ$ CIOÈ QUANDO p ED E SONO // E CONCORDI MENTRE È MASSIMA $U = p \cdot E$ QUANDO $\theta = 180^\circ$ CIOÈ QUANDO p ED E HANNO VERSI OPPOSTI.

LAVORO SVOLTO DAL CAMPO ELETTRICO SUL DIPOLO QUANDO IL DIPOLO RUOTA DA θ_i A θ_f $\quad L = -\Delta U = -(U_f - U_i)$

LAVORO SVOLTO DAL MOMENTO TORCENTE SE LA ROTAZIONE È PROVOCATA DA UN MOMENTO TORCENTE ESTERNO $\quad L_a = -L = U_f - U_i$

LEGGE DI GAUSS

SUPERFICE GAUSSIANA = UNA SUPERFICE CHIUSA IMMAGINARIA CHE CONTIENE LA CARICA DISTRIBUITA IN QUESTIONE

- LA LEGGE DI GAUSS METTE IN RELAZIONE I CAMPI ELETTRICI IN TUTTI I PUNTI DI UNA SUPERFICE GAUSSIANA CHIUSA CON LE CARICHE RACCHIUSE DALLA SUPERFICE STESSA.
- IL FLUSSO DIPENDE DALL'ANGOLO FRA v E IL PIANO DELLA SPIRA. SE v È $\perp$ AL PIANO IL FLUSSO ϕ È $= A\, v$.
- SE v È PARALLELO AL PIANO DELLA SPIRA, ATTRAVERSO LA SPIRA NON PASSA NESSUNA CORRENTE PER CUI ϕ È NULLO, PER θ INTERMEDI IL FLUSSO ϕ DIPENDE DALLA COMPONENTE DI v NORMALE AL PIANO.

$$\phi = (v \cos\theta)\, A = v \cdot A \qquad A = \text{AREA} \qquad \theta = \text{ANGOLO TRA } v \text{ E } A$$

FLUSSO ELETTRICO ATTRAVERSO UNA SUPERFICE GAUSSIANA $\quad \phi = \oint E \cdot dA \quad [N \cdot m^2/C]$ SCALARE

- IL FLUSSO ELETTRICO ϕ ATTRAVERSO UNA SUPERFICE GAUSSIANA È PROPORZIONALE AL NUMERO DI LINEE DI CAMPO ELETTRICO PASSANTI ATTRAVERSO LA SUPERFICE.

LEGGE DI GAUSS $\quad q_{INT} = \varepsilon_0 \phi \quad$ q_{INT} = CARICA NETTA RACCHIUSA ALL'INTERNO DELLA SUPERFICE

$$q_{INT} = \varepsilon_0 \oint E \cdot dA$$

VALIDE SOLO SE LA CARICA SI TROVA NEL VUOTO OPPURE IN ARIA

SE q_{INT} È POSITIVA IL FLUSSO NETTO È USCENTE, SE q_{INT} È NEGATIVA IL FLUSSO NETTO È ENTRANTE

- IL CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DA UNA CARICA ESTERNA ALLA SUPERFICE NON ALTERA IL FLUSSO NETTO ATTRAVERSO LA SUPERFICE, PERCHÉ DELLE LINEE DI FORZA PRODOTTE DA QUELLA CARICA TANTE NE PENETRANO NELLA SUPERFICE QUANTE NE ESCONO.
- UNA CARICA FORNITA A UN CONDUTTORE ISOLATO SI DISPONE TOTALMENTE SULLA SUPERFICE ESTERNA DEL CONDUTTORE. NESSUNA CARICA PUÒ TROVARSI ENTRO IL CORPO DEL CONDUTTORE.
- IL CAMPO ELETTRICO ALL'INTERNO DEL CONDUTTORE DEVE ESSERE NULLO.
- IL FLUSSO ATTRAVERSO LA SUPERFICE GAUSSIANA DEVE ESSERE NULLO.
- LA CARICA NETTA RACCHIUSA NELLA SUPERFICE GAUSSIANA DEVE PURE ESSERE NULLA.

• LA DENSITÀ DI CARICA SUPERFICIALE σ VARIA DA PUNTO A PUNTO SULLA SUPERFICIE DEL CONDUTTORE.

CAMPO ELETTRICO SULLA SUPERFICIE DI UN CONDUTTORE $\quad E = \sigma/\varepsilon_0 \quad$ DERIVATA DA $\quad \varepsilon_0 E A = \sigma A$

• SE LA CARICA DEL CONDUTTORE È POSITIVA IL CAMPO ELETTRICO ESCE DAL CONDUTTORE. ENTRA INVECE NEL CONDUTTORE SE LA CARICA È NEGATIVA.

SIMMETRIA CILINDRICA, CAMPO ELETTRICO PER UNA CARICA LINEARE $\quad E = \dfrac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r} \quad$ SUPERFICIE GAUSSIANA = CILINDRO

SIMMETRIA PIANA, CAMPO ELETTRICO PER UNA CARICA SUPERFICIALE $\quad E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow$ PER UN PAIO DI PIATTI CONDUTTORI (CAMPO TRA I PIATTI)

EFFETTO DI BORDO = CURVATURA DELLE LINEE DI FORZA

• UN GUSCIO SFERICO CARICO UNIFORMEMENTE ATTRAE O RESPINGE UNA PARTICELLA CARICA POSTA AL DI FUORI DEL GUSCIO COME SE TUTTA LA CARICA DEL GUSCIO FOSSE CONCENTRATA NEL CENTRO DEL GUSCIO SFERICO.
• UN GUSCIO SFERICO CARICO UNIFORMEMENTE NON ESERCITA ALCUNA FORZA ELETTROSTATICA SU UNA PARTICELLA CARICA POSTA AL SUO INTERNO.

SIMMETRIA SFERICA
CAMPO ELETTRICO
STRATO SFERICO

r = RAGGIO

R = DISTANZA DOVE VOGLIAMO MISURARE IL CAMPO

CAMPO A $r \geq R \quad E = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{q}{r^2}$

CAMPO A $r < R \quad E = 0$

CAMPO A $r \leq R$ (CARICA UNIFORME) $\quad E = \left(\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\right) r$

POTENZIALE ELETTRICO

- QUANDO TRA DUE O PIÙ PARTICELLE CARICHE ENTRO UN SISTEMA DI PARTICELLE AGISCE UNA FORZA ELETTROSTATICA, POSSIAMO ASSEGNARE UNA ENERGIA POTENZIALE ELETTRICA U AL SISTEMA. INOLTRE SE IL SISTEMA CAMBIA LA SUA CONFIGURAZIONE DA UNO STATO INIZIALE i AD UNO FINALE f LA FORZA ELETTROSTATICA COMPIE IL LAVORO L SULLE PARTICELLE.

$\Delta U = U_f - U_i = -L$ IL LAVORO COMPIUTO DALLA FORZA ELETTROSTATICA È INDIPENDENTE DAL CAMMINO.

$U = -L_\infty$ L_∞ = LAVORO SVOLTO DALLE FORZE ELETTROSTATICHE ESISTENTI TRA PARTICELLE DURANTE IL MOVIMENTO

POTENZIALE ELETTRICO = ENERGIA POTENZIALE PER UNITÀ DI CARICA IN UN PUNTO DI UN CAMPO ELETTRICO $V = U/q = -L_\infty/q$

DIFFERENZA DI POTENZIALE = $\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q} = -L/q$ [V]

ELETTRONVOLT = eV = ENERGIA CORRISPONDENTE AL LAVORO RICHIESTO PER SPOSTARE UNA CARICA ELEMENTARE e, ATTRAVERSO UNA DDP DI 1 VOLT $1eV = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ J$

$L_{app} = q \cdot \Delta V$ IL LAVORO CHE DOBBIAMO COMPIERE PER SPOSTARE LA PARTICELLA DI CARICA q ATTRAVERSO UNA DDP V, SENZA VARIAZIONE DI ENERGIA CINETICA DELLA PARTICELLA $L_{app} = \Delta U = U_f - U_i$

SUPERFICIE EQUIPOTENZIALE = IL LUOGO DEI PUNTI NELLO SPAZIO AVENTI IL MEDESIMO POTENZIALE, SONO SEMPRE $\perp$ ALLE LINEE DI FORZA E QUINDI A E

CALCOLARE IL POTENZIALE DATO IL CAMPO ELETTRICO $ddp = \Delta V = V_f - V_i = -\int_i^f E \cdot ds$ SE PONIAMO $V_i = 0$ $V = -\int_i^f E \cdot ds$

POTENZIALE V IN QUALSIASI PUNTO A DISTANZA r DA UNA CARICA PUNTIFORME $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r}$

UNA CARICA PUNTIFORME POSITIVA STABILISCE UN POTENZIALE ELETTRICO POSITIVO, VICEVERSA PER UNA NEGATIVA

POTENZIALE DOVUTO A UN INSIEME DI CARICHE PUNTIFORMI

$$V = \sum_{i=1}^{n} V_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$$

CON n CARICHE PUNTIFORMI

POTENZIALE DOVUTO A UN DIPOLO ELETTRICO

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p\cos\theta}{r^2}$$

θ = ANGOLO COMPRESO TRA L'ASSE DEL DIPOLO E LA DIREZIONE DEL PUNTO

$p = qd$

POTENZIALE DOVUTO A UNA DISTRIBUZIONE DI CARICA CONTINUA

$$V = \int dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int\frac{dq}{r}$$

L'INTEGRALE VA ESTESO ALL'INTERA DISTRIBUZIONE DI CARICA. NON VI SONO COMPONENTI VETTORIALI PERCHÉ V È UNO SCALARE

- DOVUTO A UNA DISTRIBUZIONE CONTINUA DI UNA CARICA LINEARE

$$V = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left[\frac{L+(L^2+d^2)^{1/2}}{d}\right]$$

L = LUNGHEZZA CARICA LINEARE
d = DISTANZA PUNTO

- A UNA DISTRIBUZIONE CONTINUA DI UN DISCO CARICO

$$V = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{z^2+R^2}-z\right)$$

z = DISTANZA SULL'ASSE CENTRALE

CALCOLARE IL CAMPO ELETTRICO DATO IL POTENZIALE

$$E_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$$

DOVE s

NELLA SITUAZIONE IN CUI IL CAMPO E È UNIFORME

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}$$

DOVE s È $\perp$ ALLA SUPERFICIE EQUIPOTENZIALE

- IL CAMPO ELETTRICO È NULLO IN TUTTE LE DIREZIONI TANGENTI A UNA SUPERFICIE EQUIPOTENZIALE.
- LA COMPONENTE DI E IN QUALSIASI DIREZIONE È LA DERIVATA DEL POTENZIALE ELETTRICO, CAMBIATA DI SEGNO, RISPETTO ALLA DISTANZA IN QUELLA DIREZIONE.
- L'ENERGIA POTENZIALE ELETTRICA DI UN SISTEMA DI CARICHE PUNTIFORMI FISSE È UGUALE AL LAVORO SVOLTO DA UN AGENTE ESTERNO PER PORTARE IL SISTEMA NELLA CONFIGURAZIONE INDICATA, SPOSTANDO CIASCUNA CARICA DA UNA DISTANZA INFINITA ALLA PROPRIA POSIZIONE.

ENERGIA POTENZIALE ELETTRICA IN PRESENZA DI UN SISTEMA DI CARICHE PUNTIFORMI

$$U = L = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_1 q_2}{r}\ \left(= q_2 V\right)$$

- UNA CARICA IN ECCESSO CONTENUTA IN UN CONDUTTORE ISOLATO SI DISTRIBUISCE SULLA SUPERFICIE IN MODO CHE TUTTI I PUNTI DEL CONDUTTORE, SULLA SUPERFICIE E ALL'INTERNO, ASSUMANO LO STESSO POTENZIALE. QUESTA PROPRIETÀ VALE ANCHE SE IL CONDUTTORE HA UNA CAVITÀ INTERNA E ANCHE SE RACCHIUDE UNA CARICA NETTA.

CAPACITÀ ELETTRICA

CONDENSATORE CARICO = SE I SUOI PIATTI POSSIEDONO CARICHE UGUALI E DI SEGNO OPPOSTO $+q$ E $-q$

LA CARICA q E LA DDP DI UN CONDENSATORE SONO PROPORZIONALI TRA DI LORO $q = CV$

CAPACITÀ ELETTRICA O CAPACITÀ = COSTANTE CHE DIPENDE DALLA GEOMETRIA DEI PIATTI. È UNA MISURA DI QUANTA CARICA DEBBA POSSEDERE UN CERTO TIPO DI CONDENSATORE PER AVERE UNA DATA DDP TRA LE ARMATURE [F] 1 FARAD = 1C / 1V

CAPACITÀ CONDENSATORE PIANO $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ $F/m \Leftrightarrow C^2/N \cdot m^2$

CAPACITÀ CONDENSATORE CILINDRICO $C = 2\pi\varepsilon_0 \frac{L}{\ln(b/a)}$ L = LUNGHEZZA a = RAGGIO MINORE b = RAGGIO MAGG

CAPACITÀ CONDENSATORE SFERICO $C = 4\pi\varepsilon_0 \frac{ab}{b-a}$

CAPACITÀ SFERA ISOLATA $C = 4\pi\varepsilon_0 R$

- I CONDENSATORI SONO COLLEGATI IN PARALLELO QUANDO LA DDP, APPLICATA AL LORO INSIEME, È LA STESSA DDP APPLICATA AD OGNUNO DI ESSI. LA CARICA TOTALE q IMMAGAZZINATA NEI CONDENSATORI È LA SOMMA DELLE CARICHE ACQUISITE DA CIASCUNO DI ESSI.
- PIÙ CONDENSATORI IN PARALLELO EQUIVALGONO A UN UNICO CONDENSATORE CHE ABBIA CARICA PARI ALLA CARICA TOTALE DEI CONDENSATORI DATI E LA MEDESIMA LORO DDP.

n CONDENSATORI IN PARALLELO $C_{eq} = \sum_{j=1}^{n} C_j$

- I CONDENSATORI SONO COLLEGATI IN SERIE QUANDO LA DDP V APPLICATA ALLA COMBINAZIONE DI CONDENSATORI STABILISCE SU DI ESSI UNA CARICA q IDENTICA PER TUTTI. LA DDP V APPLICATA AL COMPLESSO È LA SOMMA DELLE DDP PRESENTI SU OGNI CONDENSATORE.

•PIÙ CONDENSATORI IN SERIE EQUIVALGONO A UN UNICO CONDENSATORE CHE ABBIA LA MEDESIMA CARICA DEI CONDENSATORI DATI E UNA DDP PARI ALLA SOMMA DELLE LORO DDP•

N CONDENSATORI IN SERIE $$1/C_{eq} = \sum_{j=1}^{n} 1/C_j$$

ENERGIA POTENZIALE IMMAGAZZINATA IN UN CAMPO ELETTRICO $$U = q^2/2C = \frac{1}{2} C V^2$$

•L'ENERGIA POTENZIALE DI UN CONDENSATORE CARICO PUÒ CONSIDERARSI COME IMMAGAZZINATA NEL CAMPO ELETTRICO TRA LE SUE ARMATURE•

DENSITÀ DI ENERGIA = ENERGIA POTENZIALE PER UNITÀ DI VOLUME TRA I PIANI $u = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$

DIELETTRICO = MATERIALE ISOLANTE

QUANDO UN DIELETTRICO RIEMPIE COMPLETAMENTE LO SPAZIO TRA I PIANI $C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \mathcal{L} = \varepsilon_r C_{vuoto}$

COSTANTE DIELETTRICA RELATIVA = ε_r $* \; A/d$

•IN UNA REGIONE COMPLETAMENTE RIEMPITA DA UN DIELETTRICO, TUTTE LE EQUAZIONI ELETTROSTATICHE CONTENENTI ε_0 DEVONO ESSERE MODIFICATE SOSTITUENDO QUELLA COSTANTE CON $\varepsilon_0 \varepsilon_r$•

CAMPO ELETTRICO GENERATO DA UNA CARICA PUNTIFORME IMMERSA IN UN DIELETTRICO $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r} \frac{q}{r^2}$

CAMPO ELETTRICO APPENA ALL'ESTERNO DI UN CONDUTTORE ISOLATO IMMERSO IN UN DIELETTRICO $E = \sigma / \varepsilon_r \varepsilon_0$

•QUESTE ESPRESSIONI MOSTRANO CHE PER UNA DISTRIBUZIONE FISSA DI CARICHE L'EFFETTO DEL DIELETTRICO È L'INDEBOLIMENTO DEL CAMPO ELETTRICO•

DIELETTRICI POLARI = MOMENTO DI DIPOLO ELETTRICO PERMANENTE ALLINEATO CON E

DIELETTRICI NON POLARI = DIVENTANO COME I POLARI QUANDO C'È UN CAMPO ELETTRICO

LEGGE DI GAUSS IN UN DIELETTRICO $q = \varepsilon_0 \oint \varepsilon_r E \cdot dA$

CORRENTE E RESISTENZA

CORRENTE $i = dq/dt$ [A] = C/s $q = \int dq = \int_0^t i\,dt$

CONDIZIONI STAZIONARIE = (QUANDO LA CORRENTE NON È FUNZIONE DEL TEMPO) LA CORRENTE È LA STESSA IN TUTTI I PUNTI DEL CIRCUITO INDIPENDENTEMENTE DA POSIZIONE ECC., QUESTO PERCHÉ LA CARICA SI CONSERVA

- LA CORRENTE È UNO SCALARE.
- IL VERSO DELLA CORRENTE È QUELLO NEL QUALE SI MUOVEREBBERO LE CARICHE POSITIVE, ANCHE SE GLI EFFETTIVI PORTATORI DI CARICA SONO NEGATIVI E SI MUOVONO IN SENSO OPPOSTO.

DENSITÀ DI CORRENTE J = UN VETTORE ORIENTATO COME IL VETTORE VELOCITÀ DELLE CARICHE IN MOTO CHE DESCRIVE IL FLUSSO DI CARICA CHE ATTRAVERSA UNA CERTA SEZIONE IN UN PARTICOLARE PUNTO ALL'INTERNO DEL CONDUTTORE

$J = i/A$ A = AREA { SE LA CORRENTE È UNIFORME SU TUTTA LA SUPERFICIE E // A dA → J COSTANTE E // A dA [A/m²] $i = \int J \cdot dA$

$J = (ne)v_d$ v_d = VELOCITÀ DI DERIVA $n \cdot e$ = DENSITÀ DI CARICA $[C/m^3]$ $= nAe$

RESISTENZA = $R = V/i$ [Ω] = V/A

RESISTIVITÀ DEL MATERIALE $\rho = E/J$ [Ω·m] $E = J\rho$ } VALGONO SOLO PER MATERIALI ISOTROPI CHE CIOÈ HANNO LE STESSE PROP. ELETTRICHE IN TUTTE LE DIREZIONI

CONDUCIBILITÀ (ELETTRICA) DI UN MATERIALE $\sigma = 1/\rho$ [S/m] S = SIEMENS ⟶ $J = \sigma \cdot E$

LA RESISTENZA È UNA PROPRIETÀ DI UN DETERMINATO CORPO. LA RESISTIVITÀ È UNA PROPRIETÀ DI UNA DETERMINATA SOSTANZA.

RESISTENZA NOTA LA RESISTIVITÀ $R = \rho L/A$ L = LUNGHEZZA PEZZO A = AREA

DIPENDENZA DELLA RESISTIVITÀ DALLA TEMPERATURA $\rho - \rho_0 = \rho_0 \alpha (T - T_0)$ T_0 = TEMPERATURA DI RIFERIMENTO ρ_0 = RESISTIVITÀ A T_0 α = COEFFICIENTE TERMICO DI RESISTIVITÀ

LEGGE DI OHM = LA CORRENTE CHE SCORRE ATTRAVERSO UN DISPOSITIVO È SEMPRE DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA DDP APPLICATA AL DISPOSITIVO STESSO

• UN DISPOSITIVO CONDUTTORE OBBEDISCE ALLA LEGGE DI OHM QUANDO LA SUA RESISTIVITÀ È INDIPENDENTE DAL MODULO E DALLA DIREZIONE DEL CAMPO ELETTRICO APPLICATO.

• UN MATERIALE CONDUTTORE OBBEDISCE ALLA LEGGE DI OHM QUANDO LA SUA RESISTIVITÀ È INDIPENDENTE DAL MODULO E DALLA DIREZIONE DEL CAMPO ELETTRICO APPLICATO.

POTENZA ELETTRICA TRASFERITA $P = i \cdot V$ $[W] = 1 V \cdot A$ SOLO PER ENERGIA ELETTRICA

DISSIPAZIONE RESISTIVA $P = i^2 R$ $P = V^2/R$ TRASFORMAZIONI ELETTRICA → TERMICA SOLTANTO

CARICA TOTALE $q = nAl$ $n = \#$ ELETTRONI

ESSA ATTRAVERSA IL CONDUTTORE IN UN TEMPO $t = l/v_d$

(5)

CORRENTE ELETTRICA

I CIRCUITI

DEFINIZIONE DI fem => fem DI UN GENERATORE $\mathcal{E} = dL/dq$ [V] = VOLT = JOULE/COULOMB

CALCOLO DELLA i MEDIANTE IL METODO DI CONS. DELL'ENERGIA $i = \mathcal{E}/R$

LEGGE DELLE MAGLIE = LA SOMMA ALGEBRICA DELLE DDP RILEVATE SU UN CIRCUITO CHIUSO IN UN GIRO COMPLETO È NULLA

REGOLA DELLA RESISTENZA = SE SI PASSA ATTRAVERSO UNA RESISTENZA NEL VERSO DELLA CORRENTE, LA VARIAZIONE DI POTENZIALE È $-iR$; NEL VERSO OPPOSTO È $+iR$

REGOLA DELLA fem = SE SI PASSA ATTRAVERSO UN GENERATORE DI fem IDEALE NELLA DIREZIONE DELLA FRECCIA DELLA fem, LA VARIAZIONE DI POTENZIALE È $+\mathcal{E}$, NELLA DIREZIONE OPPOSTA È $-\mathcal{E}$

APPLICANDO UNA DDP V ALLE ESTREMITÀ DI PIÙ RESISTENZE IN SERIE, ATTRAVERSO DI ESSE SCORRE UNA STESSA CORRENTE i. LA SOMMA DELLE DDP PRESENTI AI CAPI DI OGNI RESISTENZA È UGUALE ALLA DDP APPLICATA V.

- LE RESISTENZE IN SERIE POSSONO ESSERE SOSTITUITE DA UNA R_{eq} ATTRAVERSO CUI SCORRE LA MEDESIMA CORRENTE i E AVENTE AI SUOI CAPI LA MEDESIMA DDP COMPLESSIVA V.

n RESISTENZE IN SERIE => $R_{eq} = \sum_{j=1}^{n} R_j$

- PER TROVARE LA DDP TRA DUE PUNTI DI UN CIRCUITO SI PARTE DA UN PUNTO E SI PERCORRE IL CIRCUITO FINO ALL'ALTRO PUNTO, SEGUENDO UN QUALSIASI CAMMINO, SOMMANDO ALGEBRICAMENTE LE VARIAZIONI DI POTENZIALE CHE SI INCONTRANO.

POTENZA COMPLESSIVA EROGATA DAI PORTATORI DI CARICA $P = iV$

POTENZA TERMICA DISSIPATA $P_r = i^2 r$

POTENZA EROGATA DAL GENERATORE DI fem $P_{fem} = i\mathcal{E}$ [W]

LEGGE DEI NODI = LA SOMMA DELLE CORRENTI CHE ENTRANO IN UN NODO DEVE ESSERE UGUALE ALLA SOMMA DELLE CORRENTI CHE ESCONO DAL NODO STESSO

- APPLICANDO UNA DDP V A UN INSIEME DI RESISTENZE IN PARALLELO, CIASCUNA DI ESSE È SOTTOPOSTA ALLA

RIDOTTA DDP V.

- SI PUÒ SOSTITUIRE UN INSIEME DI RESISTENZE IN PARALLELO CON R_{eq} SOTTOPOSTA ALLA MEDESIMA DDP V E PERCORSA DA UNA CORRENTE PARI ALLA SOMMA DELLE CORRENTI CHE SCORRONO NELLE SINGOLE RESISTENZE DELL'INSIEME.

N RESISTENZE IN PARALLELO $1/R_{eq} = \sum_{j=1}^{n} 1/R_j$ CASO 2 RESISTENZE $R_{eq} = R_1 R_2 / R_1 + R_2$

- QUANDO DUE O PIÙ RESISTENZE SONO COLLEGATE IN PARALLELO, R_{eq} È SEMPRE MINORE DI CIASCUNA DELLE RESISTENZE COLLEGATE.

CIRCUITI DC = LA CORRENTE NON VARIA NEL TEMPO CIRCUITI RC = LA CORRENTE VARIA NEL TEMPO

CARICA DI UN CONDENSATORE

$$V_C = q/C = \mathcal{E}(1 - e^{-t/RC}) \qquad i = dq/dt = (\mathcal{E}/R)e^{-t/RC} \qquad q = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$$

$V_C = 0$ PER $t = 0$ E $V_C = \mathcal{E}$ PER $t \to \infty$ $RC = \tau$ = COSTANTE DI TEMPO CAPACITIVA

- PER QUANTO CONCERNE LA CORRENTE DI CARICA, UN CONDENSATORE ALL'INIZIO DELLA CARICA SI COMPORTA COME UN CONDUTTORE DI RESISTENZA NULLA (CONDIZIONE DI CORTO CIRCUITO) E AL TERMINE DELLA CARICA SI COMPORTA COME SE FOSSE UN CONDUTTORE INTERROTTO (CONDIZIONE DI CIRCUITO APERTO).

SCARICA DI UN CONDENSATORE

$$q = q_0 e^{-t/RC} \quad \text{DOVE} \quad q_0 = CV_0 \ \left[\begin{smallmatrix}\text{CARICA}\\ \text{INIZIALE}\end{smallmatrix}\right] \qquad i = \frac{dq}{dt} = -\frac{q_0}{RC} e^{-t/RC} \quad \text{DOVE} \quad -\frac{q_0}{RC} = i_0$$

q E i DECRESCONO ESPONENZIALMENTE COL TEMPO IN FUNZIONE DI τ

[F] FORZA

CAMPI MAGNETICI

CAMPO MAGNETICO B = GRANDEZZA VETTORIALE DIRETTA PARALLELAMENTE ALLA DIREZIONE PARTICOLARE DI FORZA NULLA

$B = F_B / |q| v$ $\quad F_B = q\vec{v} \times \vec{B} = |q| v B \sin\theta$ $\quad$ LA DIREZIONE DI F_B È SEMPRE $\perp$ ALLA DIREZIONE DI v

- LA FORZA F_B AGENTE SU UNA PARTICELLA IN MOTO CON VELOCITÀ v E ATTRAVERSO UN CAMPO MAGNETICO B È SEMPRE $\perp$ A v E A B.
- LA DIREZIONE DELLA TANGENTE A UNA LINEA DI FORZA DEL CAMPO MAGNETICO IN UN PUNTO QUALSIASI COINCIDE CON LA DIREZIONE DI B IN QUEL PUNTO E LA SPAZIATURA TRA LE LINEE È UNA MISURA DELL'INTENSITÀ DI B.
- POLI MAGNETICI OPPOSTI SI ATTRAGGONO L'UN L'ALTRO E POLI MAGNETICI UGUALI SI RESPINGONO L'UN L'ALTRO.

CAMPI INCROCIATI = QUANDO B ED E HANNO DIREZIONE $\perp$ TRA LORO

DENSITÀ DEI PORTATORI DI CARICA $\quad n = Bi / Vle \quad l = A/d$

$|q| v B = mv^2/r$ ⊕ RAGGIO DEL PERCORSO CIRCOLARE $\quad r = mv/|q|B$

PERIODO $\quad T = 2\pi m/|q|B \quad$ FREQUENZA $\quad \nu = |q|B/2\pi m \quad$ PULSAZIONE $\quad \omega = |q|B/m$

TRAIETTORIE ELICOIDALI

$v_\parallel = v\cos\theta \qquad v_\perp = v\sin\theta$

$v_\perp$ DETERMINA IL RAGGIO DELL'ELICA ED È IL VALORE DA INTRODURRE ⊕

$v_\parallel$ DETERMINA IL PASSO DELL'ELICA CIOÈ LA DISTANZA TRA SPIRE

CONDIZIONE DI RISONANZA $\quad$ AFFERMA CHE PER POTER AUMENTARE L'ENERGIA DEL PROTONE IN CIRCOLAZIONE L'ENERGIA DEVE ESSERE FORNITA A UNA FREQUENZA ν_{osc} UGUALE ALLA FREQUENZA NATURALE ν ALLA QUALE IL PROTONE CIRCOLA IN B

$\nu = \nu_{osc}$

$|q|B = 2\pi m \nu_{osc}$

FILO PERCORSO DA CORRENTE — SE $B \perp$ FILO $F_B = iLB$ — SE B NON $\perp$ FILO $F_B = iL \times B$

L = LUNGHEZZA $\quad \theta$ = ANGOLO TRA DIREZIONE DI L E B — CON INTENSITÀ $F_B = iLB \sin\theta$

F_B SEMPRE $\perp$ AL PIANO IN CUI GIACCIONO L E B

MOMENTO TORCENTE SU UNA SPIRA PERCORSA DA CORRENTE $\quad \tau' = iabB \sin\theta \quad$ PER N SPIRE $\tau = N\tau'$

a, b = LATI SPIRA

EQUAZIONE VALIDA PER OGNI BOBINA PIANA PURCHÉ B SIA UNIFORME SU TUTTA L'AREA

MOMENTO DI DIPOLO MAGNETICO $\quad \mu = NiA \quad N$ = # SPIRE $\quad A$ = AREA $\quad [J/T]$

QUINDI τ SI PUÒ ORA SCRIVERE COME $\tau = \mu B \sin\theta \quad \theta$ = ANGOLO TRA μ E B

$= \mu \times B \iff p \times E$ CORRISPONDENTE PER E

ENERGIA POTENZIALE MAGNETICA $\quad U(\theta) = -\mu \cdot B$

MINIMA QUANDO IL SUO μ È ALLINEATO CON IL CAMPO MAGNETICO, MASSIMA QUANDO μ È ORIENTATO IN VERSO OPPOSTO AL CAMPO

LAVORO COMPIUTO SUL DIPOLO DAL CAMPO MAGNETICO $\quad L = -\Delta U = -(U_f - U_i)$

LAVORO SVOLTO DA UN MOMENTO TORCENTE SUL DIPOLO $\quad L_a = -L = U_f - U_i$

SE IL DIPOLO È A RIPOSO SIA PRIMA SIA DOPO LA MODIFICA DI ORIENTAMENTO

CAMPI MAGNETICI GENERATI DA CORRENTE

PERMEABILITÀ MAGNETICA DEL VUOTO $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A \simeq 1{,}26 \cdot 10^{-6}\ T \cdot m/A$

LEGGE DI BIOT E SAVART = INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO IN UN FILO PERCORSO DA CORRENTE $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i\, ds \sin\theta}{r^2}$ $\quad d\vec{B} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{i\, d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$

CAMPO MAGNETICO PER UN FILO INFINITAMENTE LUNGO $B = \mu_0 i / 2\pi R$ LE LINEE DI CAMPO DI B SONO CIRCONFERENZE CONCENTRICHE ATTORNO AL FILO

CAMPO MAGNETICO PER UN FILO RETTILINEO SEMINFINITO $B = \mu_0 i / 4\pi R$

CAMPO MAGNETICO GENERATO DA UNA CORRENTE IN UN FILO PIEGATO AD ARCO
- NEL CENTRO DI CURVATURA $B = \mu_0 i \phi / 4\pi R$ (sen θ)
- NEL CENTRO DI UN CERCHIO $B = \frac{\mu_0 i}{2R}$

FORZA TRA DUE CONDUTTORI PARALLELI $B_a = \mu_0 i_a / 2\pi d \quad B_b = \mu_0 i_b / 2\pi d \quad F_{ba} = i_b L \times B_a = \mu_0 L i_b i_a / 2\pi d$

FORZA ESERCITATA DAL FILO a SULLA LUNGHEZZA DI B

- PER TROVARE LA FORZA ESERCITATA SU UN FILO PERCORSO DA CORRENTE PER EFFETTO DI UN SECONDO FILO PERCORSO DA CORRENTE, SI TROVA DAPPRIMA IL CAMPO GENERATO DAL SECONDO FILO NELLA POSIZIONE DEL PRIMO FILO. POI SI TROVA LA FORZA SUL PRIMO FILO ESERCITATA DA QUESTO CAMPO.
- CORRENTI PARALLELI E CONCORDI SI ATTRAGGONO E CORRENTI PARALLELE MA DISCORDI SI RESPINGONO.

LEGGE DI AMPERE $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{cn}$ DOVE ESEGUO INTEGRALE LUNGO UNA LINEA CHIUSA

i_{cn} = CORRENTE NETTA CHE FLUISCE ATTRAVERSO LA SUPERFICIE CHIUSA

CAMPO MAGNETICO DI UN SOLENOIDE IDEALE $B = \mu_0 i n \quad n = \#$ DI SPIRE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA

- UN SOLENOIDE È UN MODO PRATICO PER AVERE NEGLI ESPERIMENTI UN B UNIFORME DI VALORE NOTO, PROPRIO

COME UN CONDUTTORE O UN MAGNETE PER CREARE UN B UNIFORME DI VALORE NOTO.

TOROIDE = SOLENOIDE PIEGATO A FORMA DI CIAMBELLA

CAMPO MAGNETICO DI UN TOROIDE

$$B = \frac{\mu_0 i N}{2\pi} \cdot \frac{1}{r}$$

N = # TOTALE DI SPIRE

r = RAGGIO

i = CORRENTE NEGLI AVVOLGIMENTI (POSITIVA)

B NON È COSTANTE SULLA SEZIONE DEL TOROIDE. $B = 0$ PER I PUNTI ALL'ESTERNO DI UN TOROIDE IDEALE

DIPOLO MAGNETICO COSTITUITO DA UNA BOBINA PERCORSA DA CORRENTE

$$B(z) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{\mu}{z^3}$$

z = (ASSE) DISTANZA

$\mu = N i A$

N = # SPIRE

A = AREA SPIRA SINGOLA $= \pi R^2$

i = CORRENTE

ESSA SUBISCE UN MOMENTO TORCENTE QUANDO LE APPLICHIAMO UN CAMPO MAGNETICO ESTERNO

ESSA GENERA UN CAMPO MAGNETICO INTRINSECO DATO PER I PUNTI LUNGO IL SUO ASSE DALL'EQUAZIONE SOVRASTANTE

INDUZIONE E INDUTTANZA

• LA CORRENTE E LA fem VENGONO INDOTTE NEL CIRCUITO QUANDO VARIA LA QUANTITÀ DI CAMPO MAGNETICO, QUESTA QUANTITÀ DI CAMPO MAGNETICO PUÒ ESSERE ASSOCIATA ALLA DENSITÀ DELLE LINEE DI FORZA.

FLUSSO MAGNETICO $\quad \phi_B = \int B \cdot dA$ o $\phi_B = BA$ CASO QUANDO B UNIFORME E $\perp$ AD A

$$[W] = \text{WEBER} = T \cdot m^2$$

LEGGE DI FARADAY $\quad \mathcal{E} = -\, d\phi_B / dt \quad \mathcal{E}$ = fem INDOTTA $\quad \mathcal{E} = -N\, d\phi_B / dt \quad N = \#$ SPIRE

LEGGE DI LENZ = LA CORRENTE INDOTTA IN UNA SPIRA HA UN VERSO TALE CHE IL CAMPO MAGNETICO GENERATO DALLA CORRENTE SI OPPONE ALLA VARIAZIONE DI CAMPO MAGNETICO CHE L'HA INDOTTA

POTENZA MECCANICA $\quad P = Fv = B^2 L^2 v^2 / R \quad$ POTENZA CON LA QUALE VIENE ESEGUITO IL LAVORO NELLA SPIRA ALLONTANANDOLA DAL CAMPO MAGNETICO.

POTENZA TERMICA $\quad P = B^2 L^2 v^2 / R \quad$ POTENZA TERMICA SVILUPPATA NELLA SPIRA QUANDO SI ALLONTANA A VELOCITÀ COSTANTE

• POTENZA TERMICA = POTENZA MECCANICA $\iff$ IL LAVORO ESEGUITO PER ALLONTANARE LA SPIRA ATTRAVERSO B NELLA SPIRA SI CONVERTE IN ENERGIA TERMICA.

• UN CAMPO MAGNETICO SOGGETTO A VARIAZIONI GENERA UN CAMPO ELETTRICO.

RIFORMULAZIONE LEGGE DI FARADAY $\quad \oint E \cdot ds = -\, d\phi_B / dt$

• IL POTENZIALE ELETTRICO HA SIGNIFICATO SOLTANTO PER I CAMPI ELETTRICI CHE SONO PRODOTTI DA CARICHE STATICHE, ESSO NON HA ALCUN SIGNIFICATO PER CAMPI ELETTRICI CHE SONO PRODOTTI DA INDUZIONE.

• LE LINEE DI FORZA DEI CAMPI ELETTRICI INDOTTI FORMANO DELLE LINEE CHIUSE. LE LINEE DI FORZA PRODOTTE DALLE CARICHE STATICHE NON SONO MAI LINEE CHIUSE MA DEVONO PARTIRE DA CARICHE POSITIVE E TERMINARE SU CARICHE NEGATIVE.

INDUTTORE = DISPOSITIVO CHE PUÒ ESSERE UTILIZZATO PER PRODURRE UN CAMPO MAGNETICO NOTO IN UNA REGIONE DETERMINATA

INDUTTANZA $L = N\phi_B / i$ N = # SPIRE $N\phi_B$ = FLUSSO CONCATENATO $[H]$ = henry = $T\cdot m^2/A$

INDUTTANZA PER UNITÀ DI LUNGHEZZA DI UN LUNGO SOLENOIDE $L/l = \mu_0 n^2 A$ n = # SPIRE

COSTANTE DI PERMEABILITÀ MAGNETICA $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}\ T\cdot m/A = 4\pi\cdot10^{-7}\ H/m$

- SE IN UNA BOBINA VARIA L'INTENSITÀ DI CORRENTE, SI GENERA IN ESSA UNA fem INDOTTA $\mathcal{E}_L$.

fem AUTOINDOTTA = $\mathcal{E}_L = -L\, di/dt$

- INIZIALMENTE L'INDUTTANZA SI COMPORTA IN MODO DA CONTRASTARE LA VARIAZIONE DI CORRENTE CHE LA ATTRAVERSA. DOPO UN CERTO TEMPO SI COMPORTA COME UN ORDINARIO FILO CONDUTTORE.

CORRENTE IN AUMENTO $i = (\mathcal{E}/R)\cdot(1 - e^{-t/\tau_L})$. $\tau_L = L/R$ = COSTANTE DI TEMPO

$t = 0 \quad i = 0 \qquad t \to \infty \quad i = \mathcal{E}/R$

CORRENTE IN DIMINUZIONE $i = (\mathcal{E}/R)\, e^{-t/\tau_L} = i_0 \cdot e^{-t/\tau_L}$ i_0 = VALORE CORRENTE ALL'ISTANTE $t=0$

ENERGIA POTENZIALE $U_L = \frac{1}{2} L i^2$ ENERGIA IMMAGAZZINATA IN UN'INDUTTANZA

DENSITÀ DI ENERGIA MAGNETICA $u_L = B^2 / 2\mu_0$

MUTUA INDUZIONE = QUANDO TRA DUE BOBINE C'È UNA VARIAZIONE DI CORRENTE SI CREA UN FLUSSO MAGNETICO CONCATENATO SULL'ALTRA BOBINA

MUTUA INDUTTANZA $M_{21} = \dfrac{N_2 \phi_{21}}{i_1}$ $M_{21} = M_{12} = M$ $\mathcal{E}_2 = -M\, di_1/dt$

ϕ_{21} = FLUSSO NELLA BOBINA 2 ASSOCIATO ALLA CORRENTE IN 1 $\mathcal{E}_1 = -M\, di_2/dt$

CAMPI MAGNETICI GENERATI DA CORRENTE

PERMEABILITÀ MAGNETICA DEL VUOTO $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A \cong 1{,}26 \cdot 10^{-6}\ T \cdot m/A$

LEGGE DI BIOT E SAVART = INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO IN UN FILO PERCORSO DA CORRENTE $\quad dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i\, ds \sin\theta}{r^2} \quad dB = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{i\, ds \times r}{r^3}$

CAMPO MAGNETICO PER UN FILO INFINITAMENTE LUNGO $\quad B = \mu_0 i / 2\pi R$ $\quad$ LE LINEE DI CAMPO DI B SONO CIRCONFERENZE CONCENTRICHE ATTORNO AL FILO

CAMPO MAGNETICO PER UN FILO RETTILINEO SEMINFINITO $\quad B = \mu_0 i / 4\pi R$

CAMPO MAGNETICO GENERATO DA UNA CORRENTE IN UN FILO PIEGATO AD ARCO
- NEL CENTRO DI CURVATURA $\quad B = \mu_0 i \overset{\text{rad}}{\phi} / 4\pi R$
- NEL CENTRO DI UN CERCHIO $\quad B = \frac{\mu_0 i}{2R}$

FORZA TRA DUE CONDUTTORI PARALLELI $\quad B_a = \mu_0 i_a / 2\pi d \quad B_b = \mu_0 i_b / 2\pi d \quad F_{ba} = i_b L \times B_a = \mu_0 L i_b i_a / 2\pi d$

FORZA ESERCITATA DAL FILO a SULLA LUNGHEZZA DI B

- PER TROVARE LA FORZA ESERCITATA SU UN FILO PERCORSO DA CORRENTE PER EFFETTO DI UN SECONDO FILO PERCORSO DA CORRENTE, SI TROVA DAPPRIMA IL CAMPO GENERATO DAL SECONDO FILO NELLA POSIZIONE DEL PRIMO FILO. POI SI TROVA LA FORZA SUL PRIMO FILO ESERCITATA DA QUESTO CAMPO.
- CORRENTI PARALLELE E CONCORDI SI ATTRAGGONO E CORRENTI PARALLELE MA DISCORDI SI RESPINGONO.

LEGGE DI AMPERE $\quad \oint B \cdot ds = \mu_0 i_{en}$ $\quad$ DOVE VIENE INTEGRATO LUNGO UNA LINEA CHIUSA

i_{en} = CORRENTE NETTA CHE FLUISCE ATTRAVERSO LA SUPERFICIE CHIUSA

CAMPO MAGNETICO DI UN SOLENOIDE IDEALE $\quad B = \mu_0 i n \quad n = \#$ DI SPIRE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA

- UN SOLENOIDE È UN MODO PRATICO PER AVERE NEGLI ESPERIMENTI UN B UNIFORME DI VALORE NOTO, PRATICO

COME UN CONDENSATORE È UN MODO PRATICO PER CREARE UN E UNIFORME DI VALORE NOTO.

TOROIDE = SOLENOIDE PIEGATO A FORMA DI CIAMBELLA

CAMPO MAGNETICO DI UN TOROIDE

$$B = \frac{\mu_0 i N}{2\pi} \cdot \frac{1}{r}$$

N = # TOTALE DI SPIRE

r = RAGGIO

i = CORRENTE NEGLI AVVOLGIMENTI (POSITIVA)

B NON È COSTANTE SULLA SEZIONE DEL TOROIDE. $B=0$ PER I PUNTI ALL'ESTERNO DI UN TOROIDE IDEALE

DIPOLO MAGNETICO COSTITUITO DA UNA BOBINA PERCORSA DA CORRENTE

$$B(z) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{\mu}{z^3}$$

z = (ASSE) DISTANZA

$\mu = N i A$

N = # SPIRE

A = AREA SPIRA SINGOLA $= \pi R^2$

i = CORRENTE

ESSA SUBISCE UN MOMENTO TORCENTE QUANDO LE AVVICINIAMO UN CAMPO MAGNETICO ESTERNO

ESSA GENERA UN CAMPO MAGNETICO INTRINSECO DATO PER I PUNTI LUNGO IL SUO ASSE DALL'EQUAZIONE SOPRASTANTE

CORRENTI CONTINUE: CORRENTI NON OSCILLANTI FORNITE DALLE BATTERIE (DC)

CORRENTI ALTERNATE: CORRENTI OSCILLANTI (AC). CON L'ALTERNARSI DELLA CORRENTE SI ALTERNA ANCHE IL CAMPO MAGNETICO CHE CIRCONDA IL CONDUTTORE

EQUAZIONI DI MAXWELL

- LA STRUTTURA MAGNETICA PIÙ SEMPLICE ESISTENTE IN NATURA È IL DIPOLO MAGNETICO, NON ESISTONO MONOPOLI MAGNETICI.

LEGGE DI GAUSS PER I CAMPI MAGNETICI $\Phi_B = \oint B \cdot dA = 0$

LEGGE DELL'INDUZIONE DI MAXWELL $\oint B \cdot ds = +\mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$

LEGGE DI AMPERE-MAXWELL $\oint B \cdot ds = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{ch}$

$= \mu_0 i_{ch}$ QUANDO È PRESENTE UNA VARIAZIONE DI CORRENTE MA NON UNA VARIAZIONE DI FLUSSO ELETTRICO

$= \mu_0 \varepsilon_0 \, d\Phi_E/dt$ SE HA L'OPPOSTO

CORRENTE DI SPOSTAMENTO $i_s = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$ $\Rightarrow$ $\oint B \cdot ds = +\mu_0 (i_{s,cn} + i_{cn})$

CORRENTE DI SPOSTAMENTO RACCHIUSA DENTRO LA LINEA DI INTEGRAZIONE

CAMPO MAGNETICO INDOTTO

$B = \left(\frac{\mu_0 i_s}{2\pi R^2}\right) r$ ALL'INTERNO DI UN CONDENSATORE CIRCOLARE

$B = \frac{\mu_0 i_s}{2\pi r}$ ALL'ESTERNO DI UN CONDENSATORE CIRCOLARE

LEGGE DI GAUSS PER IL CAMPO ELETTRICO

$$\oint E \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} \qquad \nabla \cdot \vec{E} = q/\varepsilon_0$$

LEGA IL FLUSSO ELETTRICO NETTO ALLA CARICA ELETTRICA NETTA RACCHIUSA

LEGGE DI GAUSS PER IL CAMPO MAGNETICO

$$\oint B \cdot dA = 0 \qquad \nabla \cdot \vec{B} = 0$$

LEGA IL FLUSSO MAGNETICO NETTO ALLA CARICA MAGNETICA NETTA RACCHIUSA

LEGGE DELL'INDUZIONE DI FARADAY

$$\oint E \cdot ds = -\frac{d\phi_B}{dt} \qquad \nabla \wedge \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad \left[\underline{\nabla \wedge \vec{E} = 0} \text{ CASO ELETTROSTATICO}\right]$$

LEGA IL CAMPO ELETTRICO INDOTTO ALLA VARIAZIONE DI FLUSSO MAGNETICO

LEGGE DI AMPERE-MAXWELL

$$\oint B \cdot ds = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} + \mu_0 i_{ch}$$

$$\nabla \wedge \vec{B} = \mu_0 j + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

LEGA IL CAMPO MAGNETICO INDOTTO ALLA VARIAZIONE DI FLUSSO ELETTRICO E ALLA CORRENTE

TEOREMA DI STOKES: UN CAMPO CONSERVATIVO HA ROTORE IDENTICAMENTE NULLO OVVERO È IRROTAZIONALE

AREA SFERA $= 4\pi r^2$

$\vec{E} = -\text{grad}\, V$