0.1 Legge di Coulomb

- Legge di Coulomb
  - Forma scalare $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$
  - Forma vettoriale $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$
- Costante dielettrica del vuoto $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$ (F = Farad)
- Legge di Coulomb in un mezzo dielettrico $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$
  ϵ_r costante dielettrica relativa (es. $\epsilon_{H_2O} = 81$)

0.2 Campo elettrico

- Forma scalare $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ quindi $F = qE$
- Forma vettoriale $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}\hat{r}$ quindi $\vec{F} = q\vec{E}$

0.3 Flusso di un campo

Il flusso ϕ é il prodotto scalare tra vettore campo $\vec{E}$ e vettore superficie $\vec{S} = S\hat{n}$. Il vettore superficie é definito come quel vettore la cui lunghezza é pari all'area S della superficie e la cui direzione $\hat{n}$ é perpendicolare alla superficie stessa. Il flusso si applica sia al campo elettrico $\vec{E}$ che al campo magnetico $\vec{B}$

- $\phi(\vec{E}) = \vec{E} \cdot \vec{S}$.
- $\phi(\vec{B}) = \vec{B} \cdot \vec{S}$.

0.4 Flusso del campo elettrico (Prima Legge di Maxwell)

Noto come *Teorema di Gauss*.
Il flusso del campo elettrico attraverso una superficie chiusa é pari

alla somma delle cariche interne alla superficie diviso per la costante dielettrica ϵ_0[1]

- $\phi(\vec{E}) = \frac{Q_i n}{\epsilon_0}$

Questa definizione di flusso é valido per campi elettrici costanti e superfici piane. Quando una di queste condizioni cade, allora é necessario definire il fluosso per mezzo dell'integrale

$$\phi(\vec{E}) = \int_{\tau} \cdot \vec{E} dS$$

0.5 Distribuzione di carica

- $\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta l}$ distribuzione di carica lineare
- $\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$ distribuzione di carica di superficie
- $\tau = \frac{\Delta Q}{\Delta V}$ distribuzione di carica di volume

0.6 Campo elettrico indotto da una distribuzione piana di superficie

Dal Teorema di Gauss applicato ad una superficie cilindrica con asse di simmetria perpendicolare alla superficie stessa il campo elettrico é

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

La direzione di $\vec{E}$ é *perpendicolare* alla superficie stessa e il verso é *uscente* per distribuzione di carica positiva e *entrante* per distribuzione di carica negativa

[1] Ovviamente, se il sistema é immerso in un mezzo dielettrico, allora ϵ_0 va sostituito con il prodotto $\epsilon_0 \epsilon_r$

0.7 Energia potenziale e potenziale elettrostatico

- Energia potenziale elettrostatica $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}$ (si misura in Joule)
- Potenziale elettrostatico $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ (si misura in Volt)
- Differenza di potenziale dovuto a una carica puntiforme $\Delta V = V_A - V_B = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right)$

0.8 Condensatore

Due lastre metalliche (armature) disposte molto vicine tra di loro. Funge da accumulatore di cariche: se si accumulano cariche positive in una delle due, sull'altra si accumulano cariche negative. In un condensatore a faccie piane e parallele si ha

- $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ tra le due lastre
- $E = 0$ fuori dalle lastre

La grandezza che caratterizza un condensatore é la sua *capacitá*

- $C = \frac{Q}{\Delta V}$ Si esprime in *Farad* (F)

Due condensatori possono esser collegati in *serie* o in *parallelo*

- Serie $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$
- Parallelo $C_{eq} = C_1 + C_2$

Densitá di energia di volume accumulata da un condensatore (si considera un esperimento ideale in cui le cariche elettriche si fanno viaggiare da "infinitamente lontano" fino alle armature del condensatore stesso e, per ciascuna di esse, si calcola il lavoro necessario).

- $u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

Questa espressione viene utilizzata, piú in generale, come densitá di energia del campo elettrico ed ha applicazioni interessanti nelle onde elettromagnetiche.

0.9 Resistenze elettriche

- Prima Legge di Ohm $V = Ri$
  - V = Tensione, si esprime in Volt (V)
  - R = Resistenza elettrica, si esprime in Ohm (Ω)
  - i = Intensitá di corrente elettrica, si esprime in Ampere (A)
- Seconda Legge di Ohm $R = \rho \frac{l}{A}$
  - R = Resistenza elettrica
  - ρ = Resistivitá, diversa per ogni materiale
  - l = lunghezza
  - A = Sezione
- Serie $R_{eq} = R_1 + R_2$
- Parallelo $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
- Prima Legge di Kirchhoff: in un *nodo* la somma delle correnti entranti é uguale alla somma delle correnti uscenti
- Seconda Legge di Kirchhoff: in una *maglia* la somma delle cadute di potenziale é nulla

0.10 Circuitazione

Come il flusso, cosí anche la circuitazione si applica sia al campo elettrico $\vec{E}$ che al campo magnetico $\vec{B}$.
Si considera un circuito chiuso C, lo si divide in tanti intervalli "infinitesimi" Δs_i, in modo tale che ciascuno di essi possa esser considerato lineare. Per il generico intervallo i-esimo si calcola il numero

$$C(\vec{E}_i) = \vec{E}_i \cdot \Delta \vec{s}_i$$

La circuitazione é la somma di questi C_i e si esprime

- $C(\vec{E}) = \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{s}_i$

Nel limite che questi elementi Δs_i diventino infinitamente piccoli, la suddetta sommatoria diventa un integrale e viene scritta cosí

$$C(\vec{E}) = \oint_C \vec{E} \cdot \vec{s}$$

0.11 Forza magnetica

- $F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_1 i_2 l}{d}$
  - F = forza
  - $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} H/m$ costande diamagnetica del vuoto
  - i_1 corrente del primo filo
  - i_2 corrente del secondo filo
  - l = lunghezza dei due fili
  - d = distanza tra i due fili
- $C = \frac{Q}{\Delta V}$ Si esprime in *Farad* (F)

0.12 Campo magnetico

- $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_0}{d}$ campo magnetico generato da un filo percorso da corrente i_0
- $F = iBl$ Forza su un filo percorso da corrente i, dovuto alla presenza di un campo magnetico B *perpendicolare*

Il campo magnetico é un *campo vettoriale*

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

0.13 Forza magnetica e campo magnetico in un mezzo materiale

Le equazioni sono le stesse, soltanto che μ_0 viene sostituita con $\mu_0\mu_r$, ove μ_r é la *costante diamagnetica relativa*

- $F = \frac{\mu_0\mu_r}{2\pi}\frac{i_1 i_2 l}{d}$
- $B = \frac{\mu_0\mu_r}{2\pi}\frac{i_0}{d}$

I materiali si distinguono in

- diamagnetici $\mu_r < 0$
- paramagnetici $\mu_r > 0$
- ferromagnetici (calamite)

0.14 Campo magnetico generato da un solenoide di n spire

- $B = \mu_0 n i$

0.15 Flusso del campo magnetico (Seconda Legge di Maxwell)

Data una superficie chiusa, il flusso del campo magnetico é *sempre* nullo

- $\phi(\vec{B}) = 0$

0.16 Circuitazione del campo magnetico (Terza Legge di Maxwell)

- $C(\vec{B}) = \mu_0 i$ dato un circuito γ, la circuitazione del campo magnetico é proporzionale alla somma delle correnti *concatenate*[2]

[2] L'equazione in questione solo parziamente costituisce la *Terza Equazione di Maxwell*