RIASSUNTI FISICA

- Legge di Coulomb $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$

se $q<0$, $\frac{\partial F}{\partial r} > 0$ allora $\Rightarrow$ EQUILIBRIO INSTABILE

- Campo elettrico $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{\rho \cdot d\tau}{(r-r_0)^3} (\vec{r}-\vec{r_0})$

  - filo infinito $E = \lambda / 2\pi r \varepsilon_0$
  - spira $E = \lambda r x / 2\varepsilon_0 (x^2+r^2)^{3/2}$
  - piano infinito $E = \sigma / 2\varepsilon_0$ (CON GAUSS: se prendo un cilindro che lo attraversa, il mio contributo è dato dalle superfici esterne)
  - sfera $E_{ext} = Q / 4\pi\varepsilon_0 r^2$ $E_{int} = Qr / 4\pi\varepsilon_0 R^3$

- Teorema di GAUSS flusso di E_0 nel vuoto su una S chiusa è pari alla somma delle cariche interne diviso ε_0

$$\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\Phi_S(\vec{E_0}) = \int_S \vec{E_0} \cdot d\vec{S} = \int_S \vec{E_0} \cdot \vec{n} \, dS$$

Teorema della divergenza

$$\Phi_S(\vec{E}) = \int_S \vec{E} \, d\vec{S} = \int_\tau \mathrm{div}(E) \, d\tau$$

- POTENZIALE lavoro per unità di carica per spostare una carica da ∞ a P

$$V_0 = -\int_A^P \vec{E_0} \, d\vec{\ell} + V_0(A) = -\int_{\infty}^P \vec{E_0} \cdot d\vec{\ell} = \frac{U_P}{q} \qquad \vec{E_0} = -\vec{\nabla}(V_0)$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

$$\Delta V_{AB} = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{s} = \frac{\Delta U}{q} \qquad V_0(r) = \int \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\rho dv}{|r-r_0|}$$

Campo Conservativo

$$\oint \vec{E}\, d\vec{e} = 0$$

- carica puntiforme: $V_0 = Q/4\pi\varepsilon_0 r$
- anello carico: $V_0 = Q/4\pi\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}$
- disco carico: $V_0 = \sigma\left(\sqrt{\rho^2+x^2}-x\right)/2\varepsilon_0$
- bacchetta finita: $V_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\lambda \ln\left(\frac{l+\sqrt{a^2+l^2}}{a}\right)$

- FREQUENZA DI RISONANZA

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{\ddot{x}}{x}} = \sqrt{\frac{1}{m}\frac{\partial F(r)}{\partial r}}$$

- DIPOLO ELETTRICO

$$\vec{p} = \vec{dq} \qquad V_p = \frac{\vec{p}\cdot\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad \vec{E} = (E_r, E_\theta) = \left(\frac{2p\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^3}, \frac{p\sin\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\right)$$

Momento di dipolo sottoposto a $\vec{E_0}$ esterno

→ $\vec{M} = \vec{p}\times\vec{E_0}$ (orienta i dipoli parallelamente a E_0)

Energia potenziale $U = -\vec{p}\cdot\vec{E_0}$

- equilibrio stabile se → p, → E_0
- instabile se → p, ← E_0

- ENERGIA DI CONFIGURAZIONE

$$\text{Tot} = U^{cont} = \frac{1}{2}\sum q_i V_i = \frac{1}{2}\int \rho V\, d\tau$$

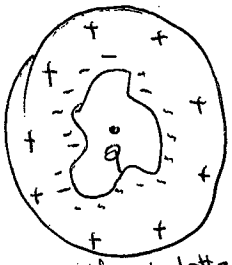
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

CONDUTTORI

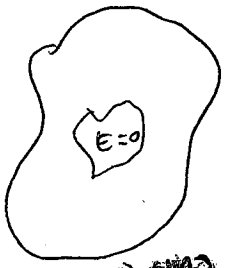
- elettroni liberi di muoversi → altrimenti è accelerati $\Rightarrow \Delta V_{AB} \neq 0$
- campo elettrico interno nullo
- campo elettrico sulla superficie $\perp S$
- potenziale costante (interno = esterno) in superficie → sup equipotenziale $\Delta V_{AB} = 0$
- cariche in eccesso solo in superficie
- per spostare una q dall'interno alla superficie il lavoro è nullo

$\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ modulo del campo all'esterno di un conduttore → si utilizza Gauss con un cilindretto: il unico contributo è dato nella base esterna

Conduttore con cavità



Cariche indotte distribuite



non c'è carica nella cavità

Due conduttori collegati sono allo stesso potenziale

$C = \frac{Q}{V} = 4\pi\varepsilon_0 R$ (sfera)

- TECNICA DELLA CARICA IMMAGINE

abbiamo un conduttore connesso a terra ($V=0$) e un insieme di cariche da un lato. Si rimuove il conduttore e si dispongono in modo simmetrico le stesse cariche con segno opposto così che la somma dei potenziali sia nullo sulla superficie del conduttore

- CONDENSATORI

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

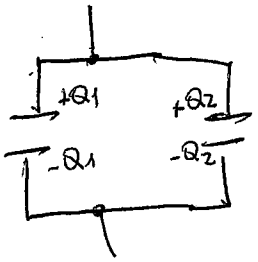
- sferico $C = 4\pi\varepsilon_0 R_1R_2/R_1-R_2$
- cilindrico $C = 2\pi\varepsilon_0 l / \log(R_1/R_2)$
- piano $C = \frac{S}{d}\varepsilon_0$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

In parallelo $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2$

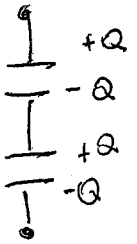
$C_{eq} = C_1 + C_2$



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

$Q_{TOT} = Q_1 = Q_2$

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



Energia immagazzinata

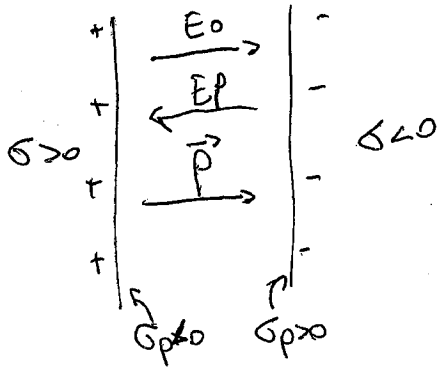
$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV$$ (Lavoro per caricarlo)

Densità di Energia nel volume $\mu = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ $\left(d\mu = \frac{1}{2}\varepsilon_0 dE^2\right)$

- DIELETTRICI

Materiale isolante (atomi non liberi) che diminuisce in ogni punto il potenziale e aumenta la capacità di un fattore ε_r

$$\frac{C}{C_0} = \varepsilon_r$$



$\vec{E} = \vec{E_0} + \vec{E_p} \rightarrow E = E_0 - E_p$ = campo agente sul dielettrico

$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0} - \frac{\sigma_p}{\varepsilon}$

Se il materiale dielettrico è omogeneo, isotropo e lineare, la densità di carica volumetrica al suo interno è nulla

($\Rightarrow$ polarizzazione lineare $\Rightarrow \nabla\vec{P} = \phi \rightarrow \rho_{BOUND} = 0$)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

• VETTORE POLARIZZAZIONE ELETTRICA

$$\vec{P} = \frac{\sum p_i}{\tau} = \varepsilon_0 \chi E = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E \qquad \Delta = \vec{P}\cdot\vec{n}$$

• DENSITÀ SUPERFICIALE DI CARICA DI POLARIZZAZIONE

$\sigma_p = \vec{P}\cdot\vec{n}$ $\vec{n}$ uscente dal dielettrico

$$\Delta = \varepsilon E = \frac{q_{lib}}{S} = \Delta_{lib}$$

• DENSITÀ VOLUMICA DI CARICA DI POLARIZZAZIONE $\dot{\Delta} = \dot{D} = \frac{dq_{lib}(t)}{dt}\cdot\frac{1}{S} = \frac{I(t)}{S}$

$$\left[\rho_p = -\operatorname{div}\vec{P}\right] \quad \rho_p = 0 \text{ se } \vec{P} \text{ uniforme} \qquad \sigma = \frac{I}{S} = \dot{D} = \dot{\Delta}$$

$$\Phi_S(\vec{E}) = \frac{q_{lib} + q_{pol}}{\varepsilon_0}$$

Vettore spostamento elettrico

$$D = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E}$$

$$\boxed{\Phi(\vec{J}) = \frac{dq}{dt} = i = -\dot{q}}$$

Carica libera

$\vec{D}\cdot\vec{n} = \sigma_{lib}$ $\quad q_{lib} = \Phi_S(\vec{D})$ = carica sulla sup del conduttore

Il flusso di $\vec{D}$ attraverso una superficie chiusa che contiene sia q_{lib} sia q_{pol} dipende solo dalle cariche libere

Relazione σ_{pol} e σ_{lib}

$$\rho = \sigma_{pol} = \varepsilon_0 \chi E = \varepsilon_0 \chi \frac{D}{\varepsilon} = \varepsilon_0 \chi \frac{\sigma_{lib}}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r}\sigma_{lib}$$

Se il dielettrico riempie completamente le armature del condensatore $\Rightarrow \vec{D} = \vec{D}_0$ $\quad V = \frac{V_0}{\varepsilon_r}$ $\quad C = C_0\varepsilon_r$ $\quad \vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\varepsilon_r}$

$\Phi(\vec{P}) = -q_{int,pol}$ il flusso della polarizzazione P per unità di volume è uguale alla carica interna (cambiata di segno) di polarizzazione