Fisica Generale B

2. Elettrostatica dei Conduttori Metallici

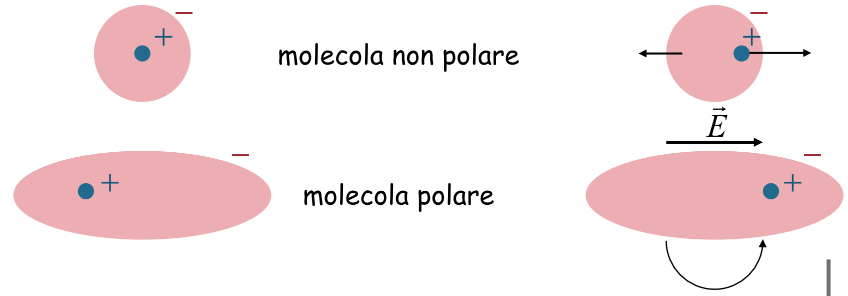
http://campus.cib.unibo.it/2470/

Domenico Galli

March 4, 2011

Isolanti o Dielettrici

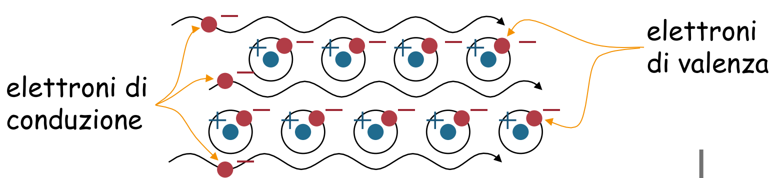
- In un **isolante** (detto anche **dielettrico**), le cariche elettriche in dotazione a una molecola sono vincolate a muoversi soltanto all'interno della molecola.
- Un **campo elettrico** esterno **non produce un movimento di cariche**, se non su piccola scala (**polarizzazione**) dovuto a una deformazione delle molecole o a un orientamento delle molecole.



Conduttori

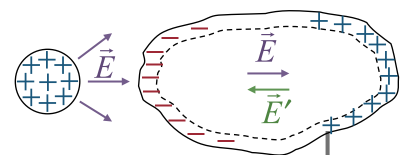
- In un **conduttore**, una parte delle particelle cariche (gli **elettroni di conduzione**, carichi negativamente, nel caso dei metalli) sono **liberi di muoversi** per tutto il corpo **come un gas**.
- In **condizioni statiche** (assenza di movimento) la **forza elettrica**, e con essa il **campo elettrico** debbono essere **nulli in tutto il conduttore**:
  - Altrimenti gli elettroni di conduzione, non vincolati e soggetti a una forza, **si metterebbero in movimento**.

$$\vec{E}=\vec{0}\quad(\text{all'interno del conduttore})$$



Induzione Elettrostatica

- Se un **corpo carico** viene **avvicinato a un conduttore** neutro, su quest'ultimo di formano delle cariche, dette **cariche indotte**.
- Il meccanismo è il seguente:
  - Il campo elettrico E generato dal corpo carico è presente **anche all'interno** del conduttore.
  - Tale campo **muove le cariche libere** del conduttore **addensandole** sulla superficie alle 2 estremità.
  - L'**addensamento** di tali cariche crea un **campo elettrico** E', con verso **opposto a** E.
  - Il **movimento cessa** quando $\vec{E}_{tot}=\vec{E}+\vec{E}'=\vec{0}\quad\Rightarrow\quad\vec{E}'=-\vec{E}.$
  - Il **campo elettrico**, all'**interno** del conduttore, rimane **nullo**.



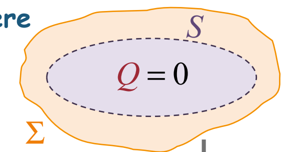
Carica Interna a un Conduttore

- Presa una **superficie chiusa arbitraria** S **interna al conduttore**, il campo elettrico deve essere perciò **nullo** su tutta la superficie S.
- Segue che il **flusso** del campo elettrico attraverso la superficie S è **nullo**, e, per la **legge di Gauss**, che la **carica** elettrica totale Q all'interno della superficie S arbitraria, **interna** al corpo, è **nulla**:

$$\vec{E}(P)=\vec{0} \quad \forall P\in S \quad \Rightarrow \quad \phi_S(\vec{E})=\oiint_S \vec{E}\bullet\hat{n}\,\mathrm{d}S=0 \quad \Rightarrow$$

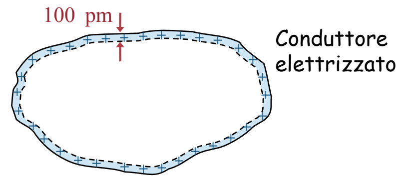
$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_{V(S)}\rho\,\mathrm{d}V=\frac{Q}{\varepsilon_0}=0 \quad \Rightarrow \quad Q=0$$

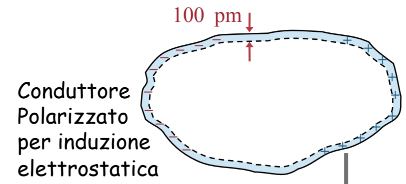
- **All'interno di un conduttore non vi possono essere cariche in eccesso** (la densità di cariche positive è uguale alla densità di cariche negative).



Carica Superficiale di un Conduttore

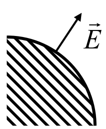
- **Sulla superficie del conduttore** (per uno spessore di circa 10^{-10} m, dell'ordine delle dimensioni atomiche) **possono invece esserci cariche in eccesso**.
- Questo accade:
  - Se il conduttore è **elettrizzato** (complessivamente carico);
  - Se il conduttore è **polarizzato** per induzione elettrostatica (complessivamente neutro).
- **Nei conduttori le cariche si dispongono in superficie**, in modo che **all'interno del conduttore il campo elettrico sia nullo** (e il **potenziale elettrico** sia **uniforme**).

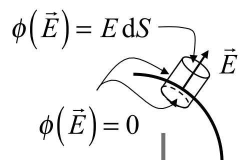




Campo Elettrico in Prossimità della Superficie dei Conduttori

- Nei conduttori, all'equilibrio, le cariche si distribuiscono sulla superficie.
- Il campo elettrico generato da tali cariche **non può avere componenti tangenti alla superficie**, altrimenti le cariche, essendo libere, si muoverebbero (e dunque non si tratterebbe di uno stato di equilibrio).
- Dunque **il campo elettrico è normale alla superficie dei conduttori**.
- Considerando il cilindretto in figura, i flussi del campo elettrico attraverso la base interna e la superficie laterale sono nulli.





Campo Elettrico in Prossimità della Superficie dei Conduttori (II)

- Il flusso attraverso la base esterna è invece:

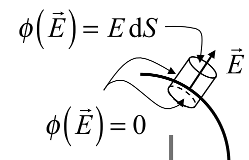
$$\mathrm{d}\phi(\vec{E})=\vec{E}\bullet\hat{n}\,\mathrm{d}S=E\,\mathrm{d}S$$

- La carica totale contenuta nel cilindretto, detta σ la densità di carica, è:

$$\mathrm{d}Q=\sigma\,\mathrm{d}S$$

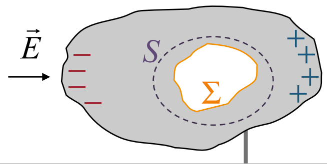
- Per la legge di Gauss:

$$E\,\mathrm{d}S=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\mathrm{d}S \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{E}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}}$$



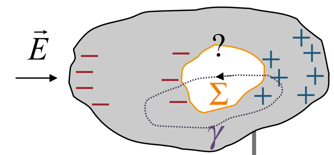
Schermo Elettrostatico

- Consideriamo un **conduttore cavo**, **immerso in un campo elettrico**. Ci domandiamo se, in conseguenza a un campo elettrico **esterno** E, possano accumularsi cariche elettriche sulla superficie Σ della **cavità**.
- Consideriamo una **superficie chiusa S tutta interna al conduttore**, che includa la cavità.
- Poiché il campo elettrico è **nullo** su **tutta la superficie S**, si ha che su S è nullo il flusso del campo elettrico, e dunque, per la **legge di Gauss**, la carica totale contenuta in S è nulla.
- Poiché la superficie S è arbitraria, segue che è **nulla** pure la **carica totale sulla superficie Σ**.



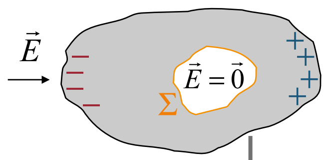
Schermo Elettrostatico (II)

- Quanto detto **non escluderebbe** l'addensamento di cariche di segno opposto sulla superficie Σ (stabilisce soltanto che la **carica totale** sulla superficie Σ è nulla).
- Tuttavia, se ciò fosse vero, sarebbe presente un campo elettrico nella cavità, con linee di forza che vanno dalle cariche positive a quelle negative.
- La **circuitazione** di E sulla linea γ sarebbe la **somma** del contributo della parte della linea che si trova **nella cavità** (**maggiore di zero**) e del contributo della parte della linea che si trova **nel conduttore** (**nullo**). Nel **complesso** la circuitazione sarebbe **positiva contraddicendo** il fatto che il campo E è **conservativo**.



Schermo Elettrostatico (III)

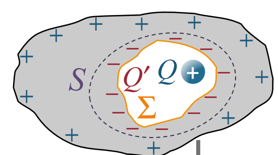
- Dunque sulla superficie Σ non vi sono cariche e il campo elettrico all'interno della cavità è nullo.
- Se un **conduttore** dotato di **cavità** viene esposto a un **campo elettrico esterno**, il **campo elettrico all'interno della cavità** è comunque **nullo** e **non** vi sono **cariche elettriche indotte** sulla **superficie della cavità stessa**.
- In altre parole il conduttore **scherma** l'interno della cavità dai campi elettrici all'esterno (**gabbia di Faraday**).



Induzione Completa

- Consideriamo una **carica elettrica Q all'interno della cavità di un conduttore**. Per **induzione elettrostatica** sulla superficie Σ della cavità si addensano cariche elettriche di segno opposto a Q.
- Consideriamo una superficie chiusa S tutta interna al conduttore, che includa la cavità.
- Poiché il campo elettrico è nullo su tutta la superficie S, si ha che su S è nullo il flusso del campo elettrico, e dunque, per la legge di Gauss, **la carica totale contenuta in S è nulla**.
- Dunque **sulla superficie Σ della cavità deve essere presente una carica indotta pari a $-Q$**.

$$Q + Q' = 0 \quad \Rightarrow \quad Q' = -Q$$

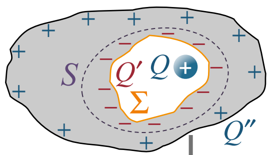


Induzione Completa (II)

- In questo caso tutte le linee di forza del campo prodotto dalla carica Q incontrano la superficie del corpo indotto (**induzione completa**).
- Sulla superficie esterna del conduttore dotato di cavità, **essendo il conduttore neutro**, sarà presente una carica $Q'' = -Q' = Q$.

$$Q' + Q'' = 0 \ \Rightarrow \ Q'' = -Q' = Q$$

- Un **conduttore cavo** trasferisce sulla propria **superficie esterna** una **carica uguale** al valore complessivo delle **cariche** contenute all'interno della **cavità**.

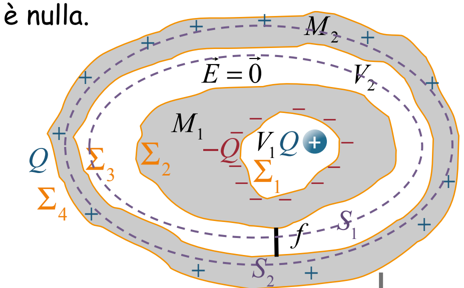


Significato della Messa a Terra

- Consideriamo ora **2 conduttori cavi** M_1 e M_2 posti **uno entro l'altro** e connessi tra loro mediante un **cavo conduttore** f (**cavo di terra**). Supponiamo che **nella cavità** V_1 venga posta una **carica elettrica** Q.
- Sulla superficie Σ_1 sarà presente, come abbiamo visto, la carica indotta $Q_1 = -Q$.
- Sulla superficie S_2, interamente contenuta in M_2, il flusso di E è nullo. Segue che la carica totale entro S_2 è nulla.

$$Q + \underbrace{Q_1}_{-Q} + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow \ Q_2 + Q_3 = 0$$



Significato della Messa a Terra (II)

- Se Q_2 e Q_3 non fossero entrambe nulle, essendo Σ_2 e Σ_3 collegate con il cavo f, ci sarebbe una corrente elettrica lungo f. In condizioni stazionarie si avrà perciò:

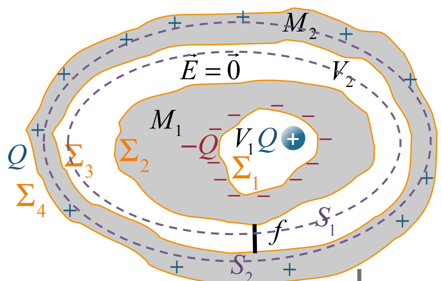
$$Q_2 = Q_3 = 0$$

- La carica totale contenuta entro la superficie S_1 (arbitraria, contenuta in V_2) è:

$$Q + \underbrace{Q_1}_{-Q} + \underbrace{Q_2}_{0} = 0$$

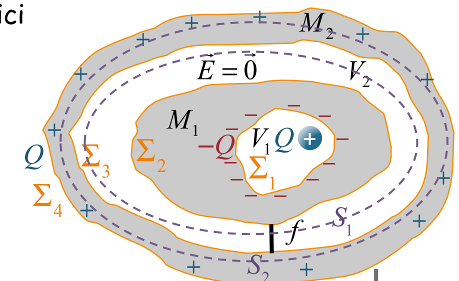
- Segue che **nel volume** V_2:

$$\vec{E} = \vec{0}$$



Significato della Messa a Terra (III)

- Si dice che l'involucro metallico M_1 è **posto a terra**.
- Se M_1 è un elettrodomestico e M_2 sono i muri di casa, mettendo a terra l'elettrodomestico si ha che il campo elettrico entro casa e fuori dall'elettrodomestico è sempre nullo, indipendentemente da quello che accade dentro l'elettrodomestico.
- Un **involucro metallico M_1**, **posto a terra**, **scherma l'esterno dell'involucro** dai campi elettrostatici esistenti nel suo interno.



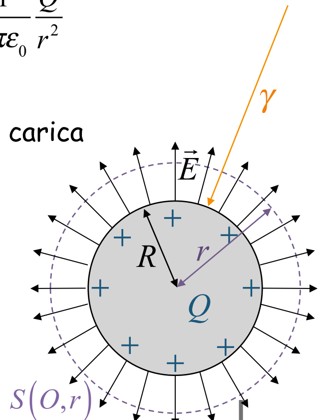
Potenziale di una Sfera Conduttrice Carica

- Considerando una superficie sferica concentrica con la sfera conduttrice, ma di raggio $r > R$, dalla legge di Gauss si ha:

$$\int_{S(O,r)} \vec{E} \bullet \hat{n}\, \mathrm{d}S = \frac{Q}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad 4\pi r^2 E = \frac{Q}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

- Calcoliamo il lavoro necessario per portare una carica unitaria $q = 1$ dall'infinito alla superficie della sfera di raggio R, utilizzando un percorso radiale γ e scegliendo $V(\infty) = 0$.

$$V = -\int_{\gamma(\infty,R)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n} \bullet \overrightarrow{\mathrm{d}P} = -\int_{\infty}^{R} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\mathrm{d}r$$



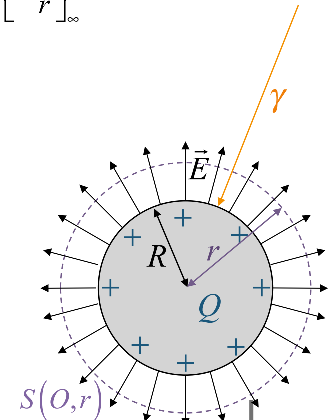
Potenziale di una Sfera Conduttrice Carica (II)

- Pertanto il potenziale sarà:

$$V = -\int_{\infty}^{R} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\mathrm{d}r = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\int_{\infty}^{R}\frac{\mathrm{d}r}{r^2} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left[-\frac{1}{r}\right]_{\infty}^{R} =$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left(\frac{1}{R} - 0\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R}$$



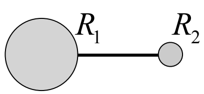
Il Potere delle Punte

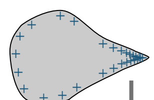
- La **carica in eccesso** sulla **superficie** di un **conduttore** tende ad **addensarsi** nei **punti di massima curvatura** della superficie, e in particolare sulle **punte**.
- Consideriamo infatti 2 sfere, di raggio diverso R_1 e R_2, collegate fra loro da un conduttore filiforme. Il potenziale delle 2 sfere è il medesimo. Avremo perciò:

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1}{R_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2}{R_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{4\pi R_1^2\sigma_1}{R_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{4\pi R_2^2\sigma_2}{R_2}$$

- La **densità di carica** in **eccesso** sulla superficie di un conduttore è **inversamente proporzionale** al **raggio di curvatura**.

$$R_1\sigma_1 = R_2\sigma_2$$

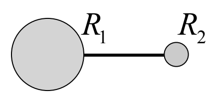


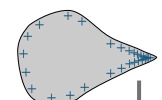


Il Potere delle Punte (II)

- Consideriamo ora un corpo di **forma irregolare**, con **raggio di curvatura** che **varia da punto a punto** della superficie.

- Poiché la densità di carica è inversamente proporzionale al raggio di curvatura, si ha che le **cariche si addensano** laddove il **raggio di curvatura è minore**, ovvero nelle **punte**.





Capacità di un Conduttore

- Dato un **conduttore** isolato nello spazio, il suo **potenziale elettrostatico** risulta **proporzionale** alla **carica** presente sul conduttore stesso.
- L'inverso della costante di proporzionalità viene chiamata **capacità** del conduttore nel vuoto ed è una costante caratteristica della sua forma geometrica e delle sue dimensioni.

$$Q = CV$$

- Nel **Sistema Internazionale** la capacità si misura in **Farad** (F), ovvero in $\mathrm{C/V}$ (Coulomb/Volt) e le sue dimensioni sono:

$$\left[C\right] = \frac{\left[Q\right]}{\left[V\right]} = \frac{\left[IT\right]}{\left[ML^2T^{-3}I^{-1}\right]} = \left[M^{-1}L^{-2}T^4I^2\right]$$

Capacità di un Conduttore (II)

- Si osservi per inciso che, definito il Farad, la costante dielettrica del vuoto si scrive:

$$\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\,\mathrm{N^{-1}m^{-2}C^2} = 8.85\times10^{-12}\,\mathrm{F/m}$$

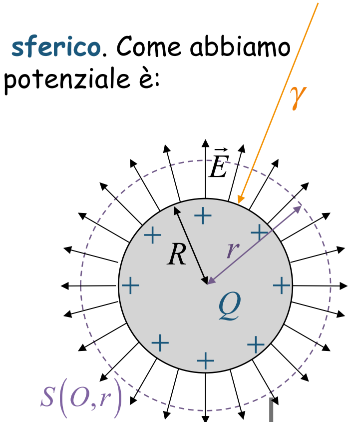
- Calcoliamo ora la **capacità di un conduttore sferico**. Come abbiamo visto, se Q è la carica del conduttore, il suo potenziale è:

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R}$$

- Segue che:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{R}} = 4\pi\varepsilon_0 R$$

$$C = 4\pi\varepsilon_0 R \qquad \text{(conduttore sferico)}$$



Capacità di un Conduttore (III)

- Se consideriamo una **sfera conduttrice di raggio $R = 1\,\mathrm{m}$**, la sua capacità sarà:

$$C = 4\pi\varepsilon_0 R = 4\pi\times8.85\times10^{-12}\times1\,\mathrm{F} = 1.11\times10^{-10}\,\mathrm{F} = 111\,\mathrm{pF}$$

- Il **Globo Terrestre** (raggio $R = 6.4\times10^6\,\mathrm{m}$) ha una capacità pari a:

$$C = 4\pi\varepsilon_0 R = 4\pi\times8.85\times10^{-12}\times6.4\times10^6\,\mathrm{F} = 712\,\mu\mathrm{F}$$

e dunque minore di un mF (milliFarad).

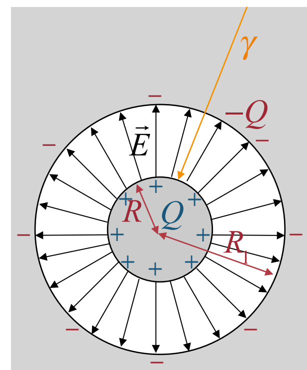
Capacità di un Conduttore all'Interno di una Cavità

- Se a un conduttore **si avvicina un altro conduttore** neutro e isolato, **aumenta la capacità del primo conduttore**.
- Calcoliamo la **capacità** di una **sfera racchiusa nella cavità sferica di un conduttore** (con le due superfici sferiche concentriche):

$$V = -\int_{\gamma(\infty,R)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\overrightarrow{dP} =$$

$$= -\int_{\gamma(\infty,R_1)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\overrightarrow{dP} - \int_{\gamma(R_1,R)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\overrightarrow{dP} =$$

$$= -0 - \int_{\gamma(R_1,R)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\overrightarrow{dP} = -\int_{\gamma(R_1,R)} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\overrightarrow{dP}$$



Capacità di un Conduttore all'Interno di una Cavità (II)

- La **capacità** di una **sfera racchiusa nella cavità sferica di un conduttore** (con le due superfici sferiche concentriche) vale dunque:

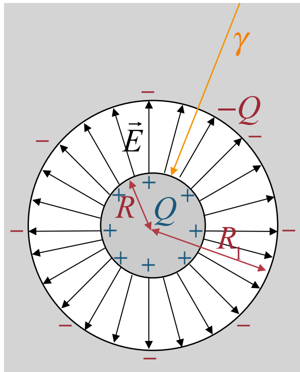
$$V=\int_{\gamma(R_1,R)}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\mathrm{d}\vec{P}=-\int_{R_1}^{R}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\mathrm{d}r=$$

$$=-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left[-\frac{1}{r}\right]_{R_1}^{R}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}\right)$$

$$V=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}\right)<\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}=V_{\text{sfera}}$$

- Si ha infine:

$$C=\frac{Q}{V}=\frac{4\pi\varepsilon_0}{\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}}>4\pi\varepsilon_0 R=C_{\text{sfera}}$$



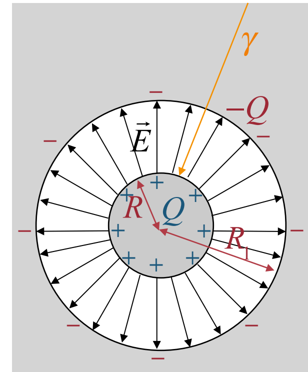
Capacità di un Conduttore all'Interno di una Cavità (III)

- Se, per esempio, $R=1\ \text{m}$ e $R_1=2\ \text{m}$, si ha:

$$C=\frac{4\pi\times 8.85\times 10^{-12}}{1-0.5}\ \text{F}=2.22\times 10^{-10}\ \text{F}=222\ \text{pF}$$

il doppio della capacità di una sfera isolata di raggio R.

- **Grandi capacità** elettrostatiche consentono di **accumulare** una **grande carica elettrica** (e, come vedremo, una **grande energia**) **senza** bisogno di **grandi differenze di potenziale** (che possono innescare scariche elettriche).
- Per ottenere **grandi capacità** si è pertanto pensato di utilizzare dispositivi costituiti di **2 conduttori**.

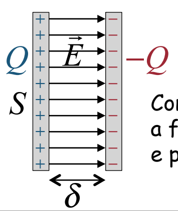


Condensatori

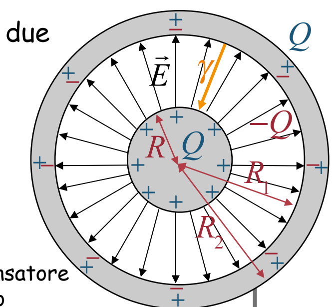
- Un sistema costituito di **due conduttori**, fra i quali vi sia **induzione completa** (tutte le linee di forza uscenti da un conduttore incontrano l'altro conduttore) si dice **condensatore**.
- Si definisce **capacità del condensatore** il rapporto:

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

tra la carica (presente con segno opposto sui due conduttori) e la differenza dei potenziali dei due conduttori.



Condensatore a facce piane e parallele



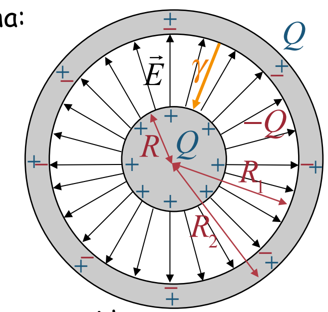
Condensatore sferico

Condensatore Sferico

- Un **condensatore sferico** è costituito di una **sfera racchiusa nella cavità sferica di un conduttore sferico**. Si ha:

$$\Delta V=-\int_{\gamma(R_1,R)}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{n}\bullet\mathrm{d}P=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Q\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}\right)$$

$$C=\frac{Q}{\Delta V}=4\pi\varepsilon_0\frac{1}{\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}}$$



- Se lo spessore $\delta=R_1-R$ è molto piccolo rispetto a R, si ha:

$$\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}=\frac{1}{R}-\frac{1}{R+\delta}=\frac{1}{R}-\frac{1}{R\left(1+\frac{\delta}{R}\right)}\underset{\delta\to 0}{\cong}\frac{\cancel{1}}{R}-\frac{\left(\cancel{1}-\frac{\delta}{R}\right)}{R}=\frac{\delta}{R^2}$$

Condensatore Sferico (II)

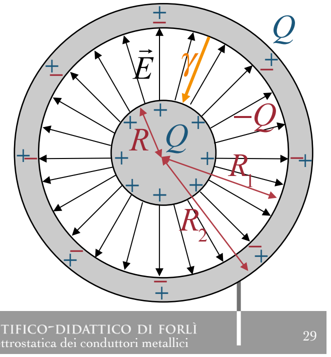
- Dunque:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = 4\pi\varepsilon_0 \frac{1}{\dfrac{1}{R} - \dfrac{1}{R_1}} \cong 4\pi\varepsilon_0 \frac{R^2}{\delta} = \varepsilon_0 \frac{S}{\delta}$$

$$\boxed{C = \varepsilon_0 \frac{S}{\delta}} \qquad \text{(condensatore sferico)}$$

- I due conduttori vengono detti **armature**.
- Se, per esempio, $R = 1\ \mathrm{m}$ e $\delta = 1\ \mathrm{cm}$, si ha:

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{\delta} = 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{4\pi \times 1^2}{10^{-2}}\ \mathrm{F} =$$
$$= 1.11 \times 10^{-8}\ \mathrm{F} = 11\,\mathrm{nF}$$



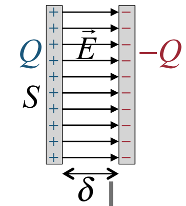
Condensatore Piano

- Un **condensatore piano** (più precisamente un condensatore a **facce piane e parallele**) costituito da due piani conduttori (**armature**) tra loro parallele e a piccola distanza δ.
- Per quanto abbiamo visto, il campo elettrico in un condensatore piano è uniforme e vale la somma dei campi elettrici generati dalle 2 armature:

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}$$

- Si ha perciò:

$$\Delta V = -\int_\gamma \vec{E} \bullet \mathrm{d}\vec{P} = -\int_\delta^0 \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\mathrm{d}x = \frac{\delta\sigma}{\varepsilon_0}$$

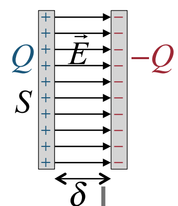


Condensatore Piano (II)

- La capacità del condensatore piano sarà pertanto data da:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q\varepsilon_0}{\delta\sigma} = \frac{Q\varepsilon_0}{\delta \dfrac{Q}{S}} = \varepsilon_0 \frac{S}{\delta}$$

$$\boxed{C = \varepsilon_0 \frac{S}{\delta}} \qquad \text{(condensatore piano)}$$



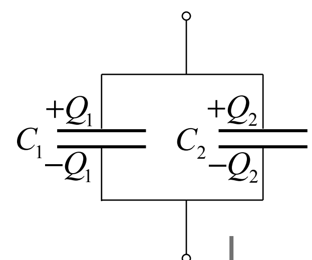
Collegamento in Parallelo di Due o Più Condensatori

- Collegando in parallelo 2 condensatori, avremo la medesima differenza di potenziale ΔV fra le armature dei due condensatori:

$$Q_1 = C_1\,\Delta V$$
$$Q_2 = C_2 \Delta V$$
$$\begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 = \left(C_1 + C_2\right)\Delta V \\ Q = C_{\text{tot}}\Delta V \end{cases}$$

$$\boxed{C_{\text{tot}} = C_1 + C_2}$$

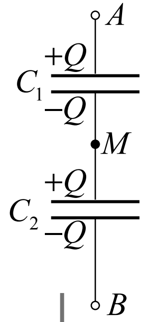
- La **capacità** del **sistema formato** da **due o più condensatori** collegati in **parallelo** è uguale alla **somma delle singole capacità**.



Collegamento in Serie di Due o Più Condensatori

- Poiché l'armatura inferiore di C_1 e l'armatura superiore di C_2 sono parte dello stesso conduttore isolato e neutro, essi avranno cariche opposte.
- Debbono essere opposte tra loro anche le cariche sulle due armature di C_1 e le cariche sulle due armature di C_2.
- Dunque deve essere:

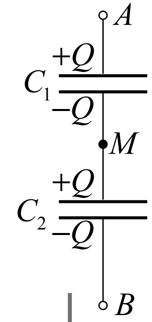
$$\begin{cases} V_A - V_B = \left(V_A - V_M\right) + \left(V_M - V_B\right) = \dfrac{Q}{C_1} + \dfrac{Q}{C_2} = Q\left(\dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}\right) \\ V_A - V_B = \dfrac{Q}{C_{\text{tot}}} \end{cases}$$



Collegamento in Serie di Due o Più Condensatori (II)

$$\frac{1}{C_{\text{tot}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad C_{\text{tot}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

- L'**inverso della capacità** del **sistema formato** da **due o più condensatori** collegati in **serie** è uguale alla **somma degli inversi delle singole capacità**.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
SEDE DI FORLÌ

http://campus.cib.unibo.it/2470/

Domenico Galli

Dipartimento di Fisica

domenico.galli@unibo.it

http://www.unibo.it/docenti/domenico.galli

https://lhcbweb.bo.infn.it/GalliDidattica