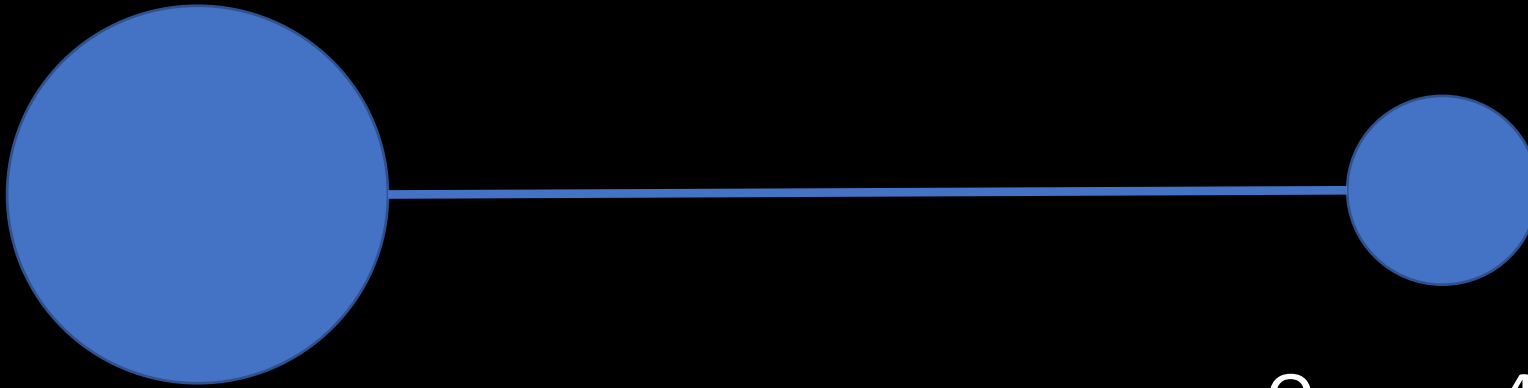


2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA

conduttori



$$Q_1 = \sigma_1 4\pi R_1^2$$

$$V_1 = Q_1/4\pi\epsilon_0 R_1 = \\ = \sigma_1 4\pi R_1^2/4\pi\epsilon_0 R_1 = \sigma_1 R_1/\epsilon_0$$

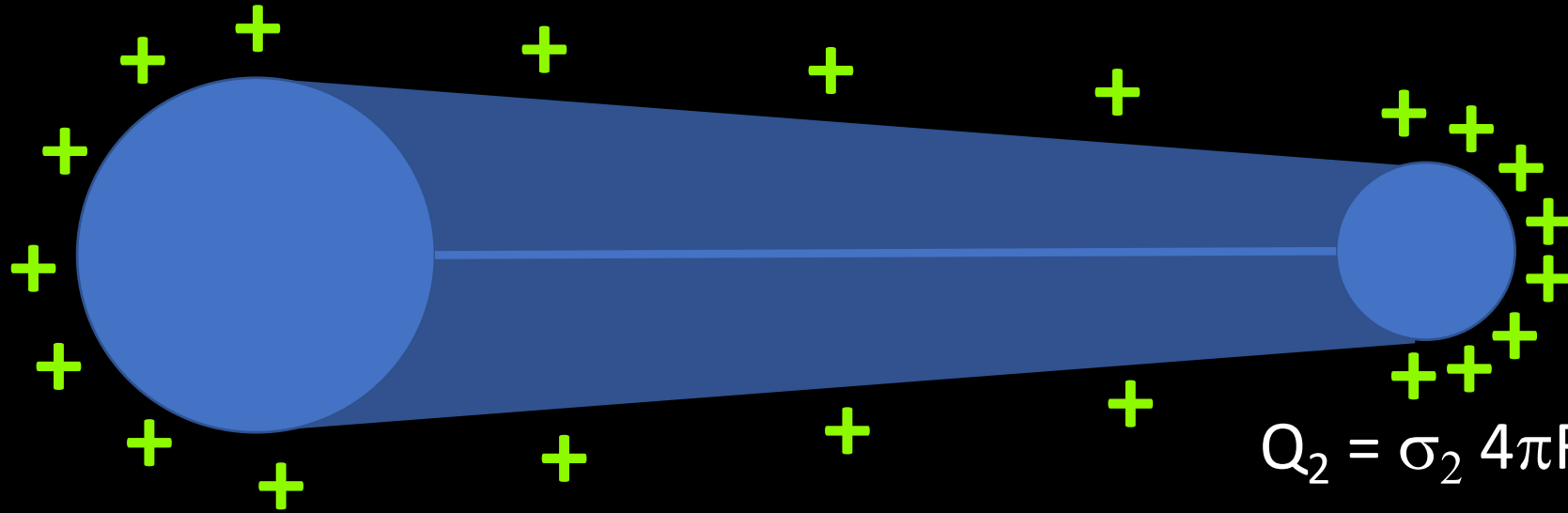
$$Q_2 = \sigma_2 4\pi R_2^2$$

$$V_2 = Q_2/4\pi\epsilon_0 R_2 = \\ = \sigma_2 4\pi R_2^2/4\pi\epsilon_0 R_2 = \sigma_2 R_2/\epsilon_0$$

$$V_1 = \sigma_1 R_1/\epsilon_0 \quad V_2 = \sigma_2 R_2/\epsilon_0$$

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA

effetto punta



$$Q_1 = \sigma_1 4\pi R_1^2$$

$$V_1 = Q_1 / 4\pi\epsilon_0 R_1 =$$

$$= \sigma_1 4\pi R_1^2 / 4\pi\epsilon_0 R_1 = \sigma_1 R_1 / \epsilon_0$$

$$Q_2 = \sigma_2 4\pi R_2^2$$

$$V_2 = Q_2 / 4\pi\epsilon_0 R_2 =$$

$$= \sigma_2 4\pi R_2^2 / 4\pi\epsilon_0 R_2 = \sigma_2 R_2 / \epsilon_0$$

$$V_1 = \sigma_1 R_1 / \epsilon_0 = V_2 = \sigma_2 R_2 / \epsilon_0$$

R "piccolo" $\leftrightarrow \sigma$ "grande" $\leftrightarrow E = \sigma / \epsilon_0$ "grande"

e se $E = \sigma / \epsilon_0 >$ rigidità dielettrica aria?

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA

effetto punta



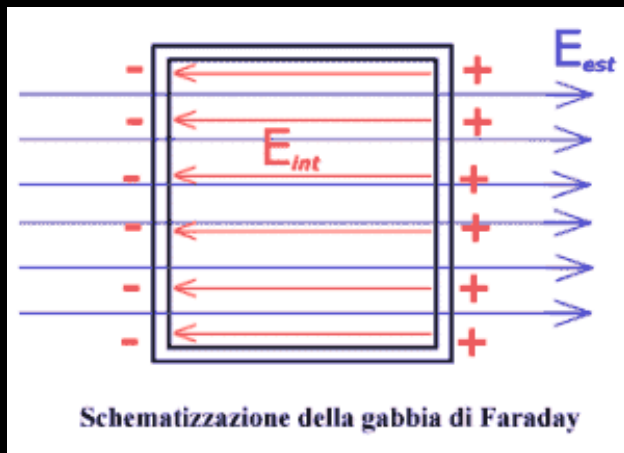
parafulmine



griglia



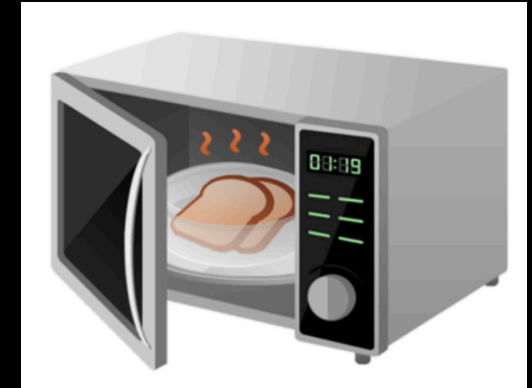
gabbia di Faraday



schermo elettrostatico

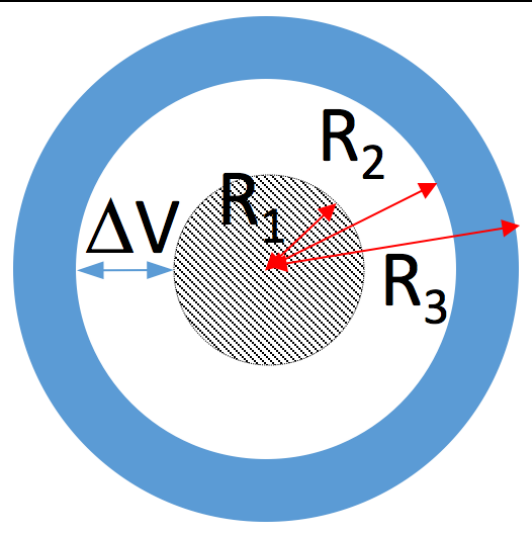


interno isolato dall'esterno



esterno isolato dall'interno

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA esempio conduttori

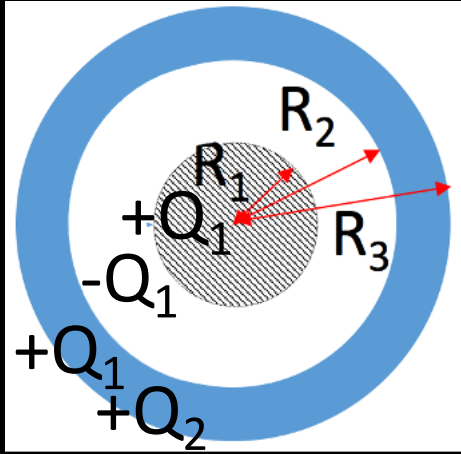


Nel vuoto, una sfera conduttrice di raggio R_1 è posta al centro di guscio sferico conduttore di raggio interno $R_2 > R_1$ e raggio esterno R_3 . Alla sfera viene trasferita una carica $Q_1 > 0$ e, contemporaneamente, viene trasferita al guscio sferico una carica $Q_2 > 0$.

Determinare, una volta che si è ristabilito l'equilibrio:

- cariche
- campo elettrico
- potenziale della sfera considerando nullo quello all'infinito
- la differenza di potenziale fra i due conduttori

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA esempio conduttori



Alla sfera viene trasferita una carica $Q_1 > 0$ e, contemporaneamente, viene trasferita al guscio sferico una carica $Q_2 > 0$.

Determinare, una volta che si è ristabilito l'equilibrio:

- cariche

$$r < R_1 \quad Q = 0$$

$$r = R_1 \quad \sigma_1 = Q_1 / 4\pi R_1^2$$

$$R_1 < r < R_2 \quad Q = 0$$

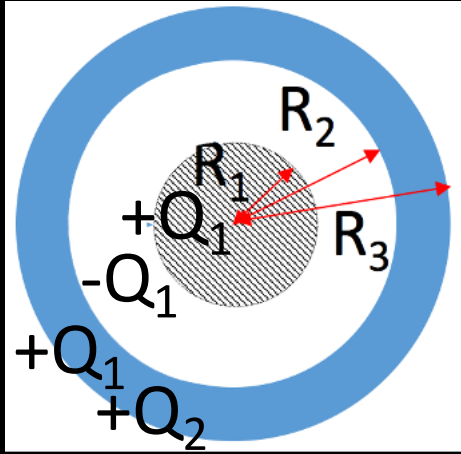
$$r = R_2 \quad \sigma_2 = -Q_1 / 4\pi R_2^2$$

$$R_2 < r < R_3 \quad Q = 0$$

$$r = R_3 \quad \sigma_3 = (Q_1 + Q_2) / 4\pi R_3^2$$

$$r > R_3 \quad Q = 0$$

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA esempio conduttori



Alla sfera viene trasferita una carica $Q_1 > 0$ e, contemporaneamente, viene trasferita al guscio sferico una carica $Q_2 > 0$.

Determinare, una volta che si è ristabilito l'equilibrio:

$$4\pi r^2 E(r) = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

- campo elettrico

$$r < R_1 \quad Q = 0$$

$$r = R_1 \quad \sigma_1 = Q_1/4\pi R_1^2$$

$$R_1 < r < R_2 \quad Q = 0$$

$$r = R_2 \quad \sigma_2 = -Q_1/4\pi R_2^2$$

$$R_2 < r < R_3 \quad Q = 0$$

$$r = R_3 \quad \sigma_3 = (Q_1 + Q_2)/4\pi R_3^2$$

$$r > R_3 \quad Q = 0$$

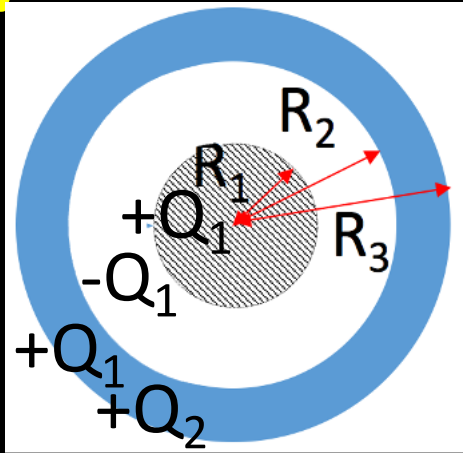
$$r < R_1 \quad E = 0$$

$$R_1 < r < R_2 \quad E = Q_1/4\pi\epsilon_0 r^2$$

$$R_2 < r < R_3 \quad E = 0$$

$$r > R_3 \quad E = (Q_1 + Q_2)/4\pi\epsilon_0 r^2$$

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA esempio conduttori



Alla sfera viene trasferita una carica $Q_1 > 0$ e, contemporaneamente, viene trasferita al guscio sferico una carica $Q_2 > 0$.

Determinare, una volta che si è ristabilito l'equilibrio:

$$V(B) = V(A) + \int_A^B -\vec{E} \cdot d\vec{l}$$

- potenziale della sfera con $V(\infty) = 0$

$$r < R_1 \quad E = 0$$

$$r < R_1 \quad V(r) = V(R_1)$$

$$r = R_1 \quad V(R_1) = V(R_3) + \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R_1 < r < R_2 \quad E = Q_1 / 4\pi\epsilon_0 r^2$$

$$R_1 < r < R_2 \quad V(r) = V(R_3) + \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$r = R_2 \quad V(R_2) = V(R_3)$$

$$R_2 < r < R_3 \quad E = 0$$

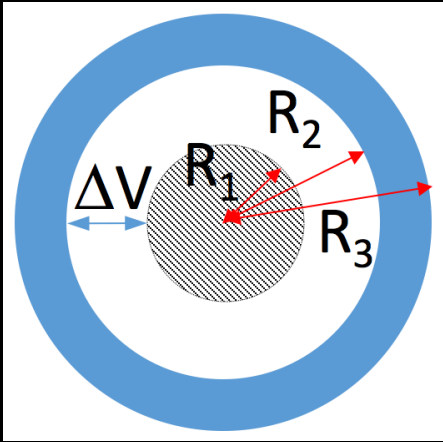
$$R_2 < r < R_3 \quad V(r) = V(R_3)$$

$$r = R_3 \quad V(R_3) = (Q_1 + Q_2) / 4\pi\epsilon_0 R_3$$

$$r > R_3 \quad E = (Q_1 + Q_2) / 4\pi\epsilon_0 r^2$$

$$r > R_3 \quad V(r) = (Q_1 + Q_2) / 4\pi\epsilon_0 r$$

2) ELETTROSTATICA NELLA MATERIA esempio conduttori



Alla sfera viene trasferita una carica $Q_1 > 0$ e, contemporaneamente, viene trasferita al guscio sferico una carica $Q_2 > 0$.

Determinare, una volta che si è ristabilito l'equilibrio:

- la differenza di potenziale fra i due conduttori

$$r < R_1 \quad V(r) = V(R_1)$$

$$r = R_1 \quad V(R_1) = V(R_3) + \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R_1 < r < R_2 \quad V(r) = V(R_3) + \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$r = R_2 \quad V(R_2) = V(R_3)$$

$$R_2 < r < R_3 \quad V(r) = V(R_3)$$

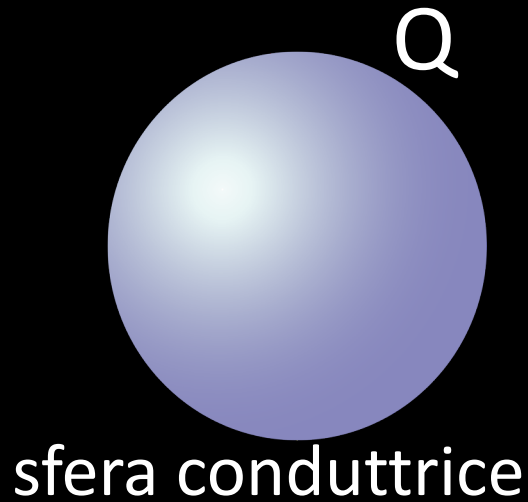
$$r = R_3 \quad V(R_3) = (Q_1 + Q_2) / 4\pi\epsilon_0 R_3$$

$$r > R_3 \quad V(r) = (Q_1 + Q_2) / 4\pi\epsilon_0 r$$

$$\Delta V = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

2) ELETTROSTATICA

capacità elettrica



sfera conduttrice

$$V(R) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$V(\infty) = 0$$

$$2V(R) = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ volt}} = 1 \text{ farad}$$

$$\frac{Q}{V} = 4\pi\epsilon_0 R = C$$

$$\frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}} = 1 \text{ F}$$

material
geometria

capacità di contenere molta carica
senza variare molto il potenziale

se $R = 6,4 \times 10^3 \text{ km}$

$$C_{\text{Terra}} = 6,4 \times 10^6 / 9 \times 10^9 = 0,7 \text{ mF}$$

il farad è un'unità di misura enorme!!!

2) ELETTROSTATICA

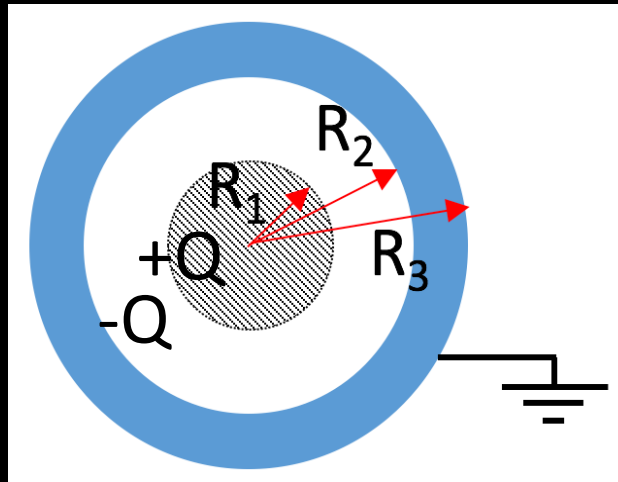
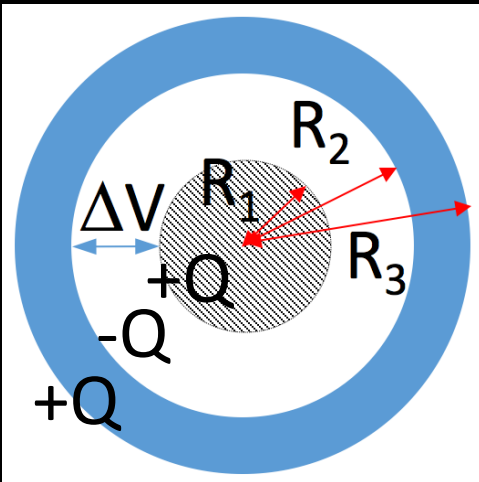
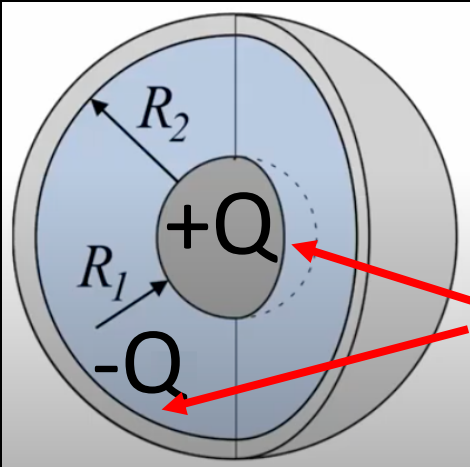
condensatore sferico

sfera in guscio sferico conduttori

$$\Delta V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

armature

condensatore: sistema neutro di due conduttori

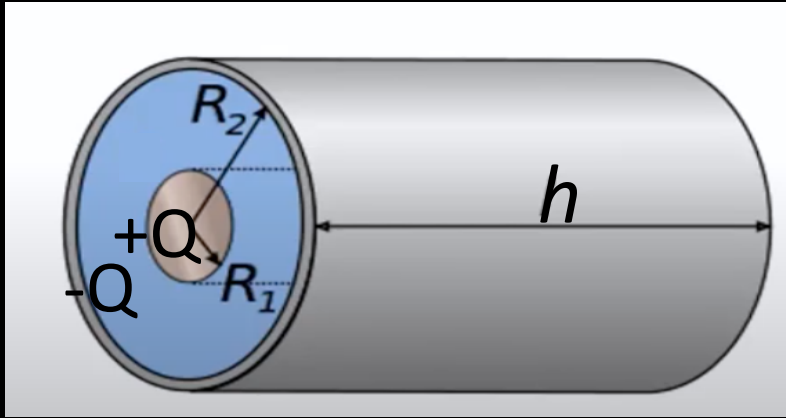


$$C = \frac{Q_+}{V_+ - V_-} = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

se $R_2 \simeq R_1 \rightarrow$ capacità "grande"

2) ELETTROSTATICA

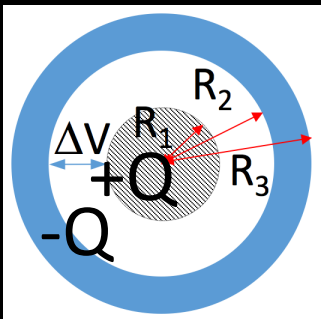
condensatore cilindrico



lungo conduttore cilindrico in
guscio conduttore cilindrico
preso un tratto lungo h
contenente la carica Q ...

$$2\pi r h E(r) = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E(r) = \frac{Q}{2\pi r h \epsilon_0}$$



$$V_+ = V_- + \int_{R_2}^{R_1} -\frac{Q}{2\pi r h \epsilon_0} dr$$

$$\Delta V = \frac{Q}{2\pi h \epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{2\pi h \epsilon_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \rightarrow \frac{C}{h} = \frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

se $R_2 \simeq R_1 \rightarrow$ capacità **per unità di lunghezza** "grande"

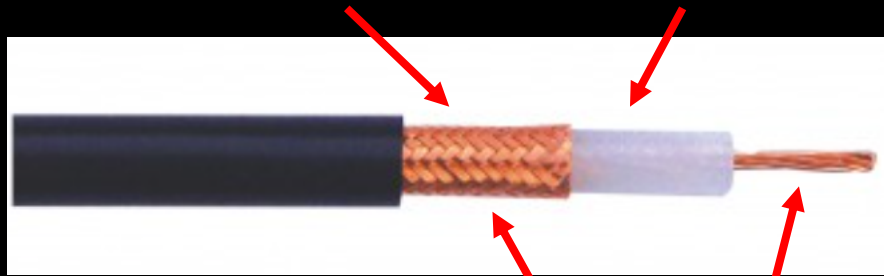
2) ELETTROSTATICA

cavo antenna

cavo coassiale

schermo

isolante



armature

lungo conduttore cilindrico in
guscio conduttore cilindrico

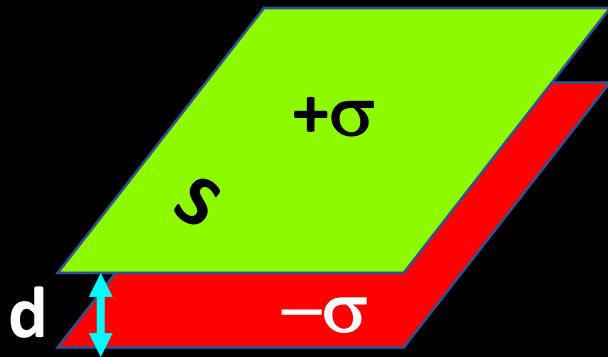
preso un tratto lungo h
contenente la carica $Q...$

$$\rightarrow \frac{C}{h} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

$$R_1 = 0,5 \text{ mm} \quad R_2 = 3 \text{ mm} \rightarrow 30 \text{ pF/m}$$

2) ELETTROSTATICA

condensatore piano



$$C = Q/\Delta V = \sigma S/(\sigma d/\epsilon_0) = \epsilon_0 S/d$$

se $d \simeq 0 \rightarrow$ capacità "grande"