

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

la lezione precedente

- forza elettrostatica fra cariche puntiformi ferme nel vuoto:

legge di Coulomb

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

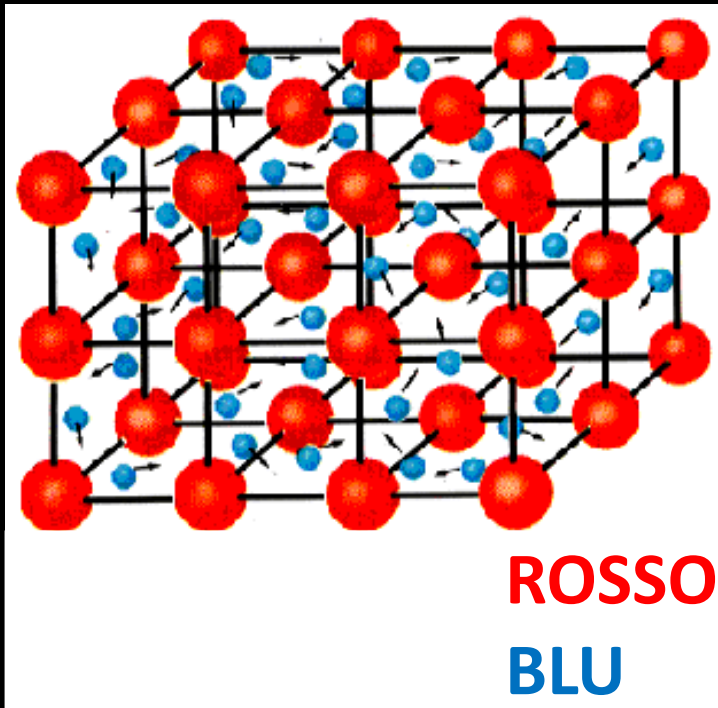
- la forza gravitazionale è trascurabile rispetto alla forza elettrostatica
- la carica è quantizzata e la materia è macroscopicamente neutra

1) ELETTROSTATICA

come perdere la neutralità
(localmente)

MATERIALI

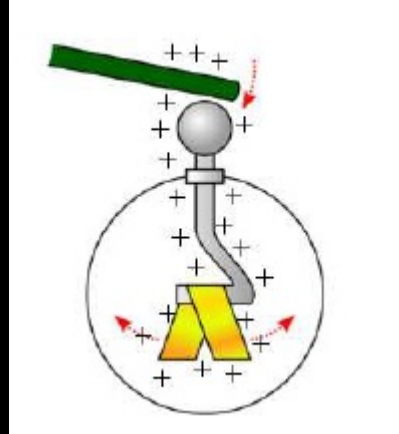
- isolanti - dielettrici (cariche fisse)
- conduttori (cariche libere di muoversi)



1) ELETTROSTATICA

come perdere la neutralità
(localmente)

ELETTROSCOPIO



ELETTRIZZAZIONE

- strofinio (isolanti)
- contatto (conduttori)
- induzione

per ottenere una carica di 1 nC è sufficiente spostare un elettrone (in una mole) ogni 10^{14}

$$\frac{1 \text{ nC}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6 \cdot 10^9 e$$

$$\frac{6 \cdot 10^9}{6 \cdot 10^{23}} = 10^{-14}$$

1) ELETTROSTATICA

elettrizzazione

STROFINIO FRA MATERIALI ISOLANTI

la forza di attrito strappa alcuni elettroni che passano da un materiale all'altro

l'ambra prende e^- (elettricità resinosa – PVC)
il vetro cede e^- (elettricità vetrosa – plexiglas⁺)

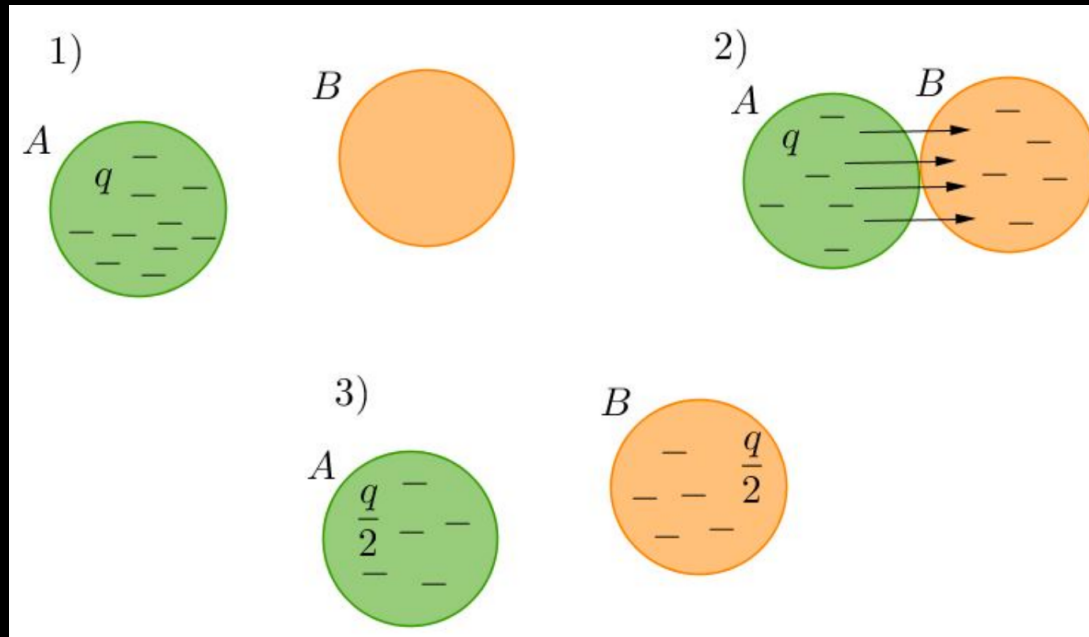


si possono ottenere microcoulomb

ambra $\leftrightarrow$ electron

CONTATTO FRA MATERIALI CONDUTTORI

nel contatto gli elettroni si ridistribuiscono fra i due corpi

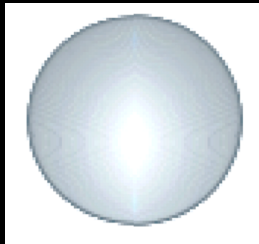


1) ELETTROSTATICA

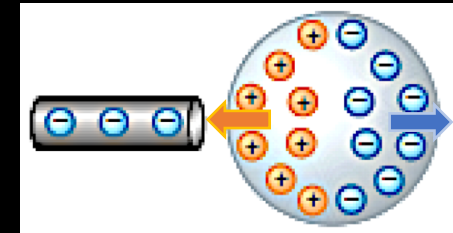
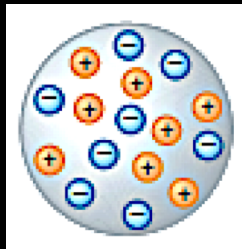
elettrizzazione

INDUZIONE SU MATERIALI CONDUTTORI

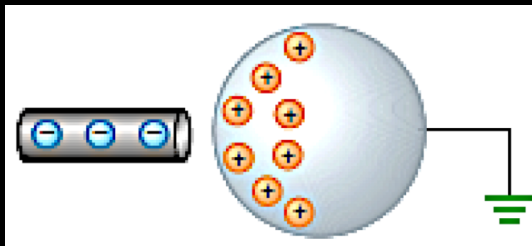
gli elettroni si ridistribuiscono per allontanarsi quanto più possibile tra di loro ma risentendo dell'eventuale attrazione da parte di cariche positive



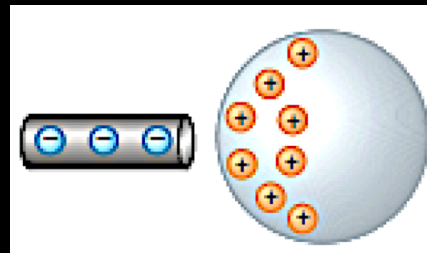
neutralità



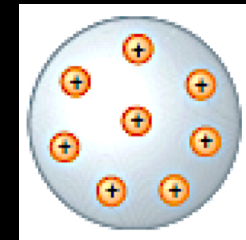
induzione



messa a terra



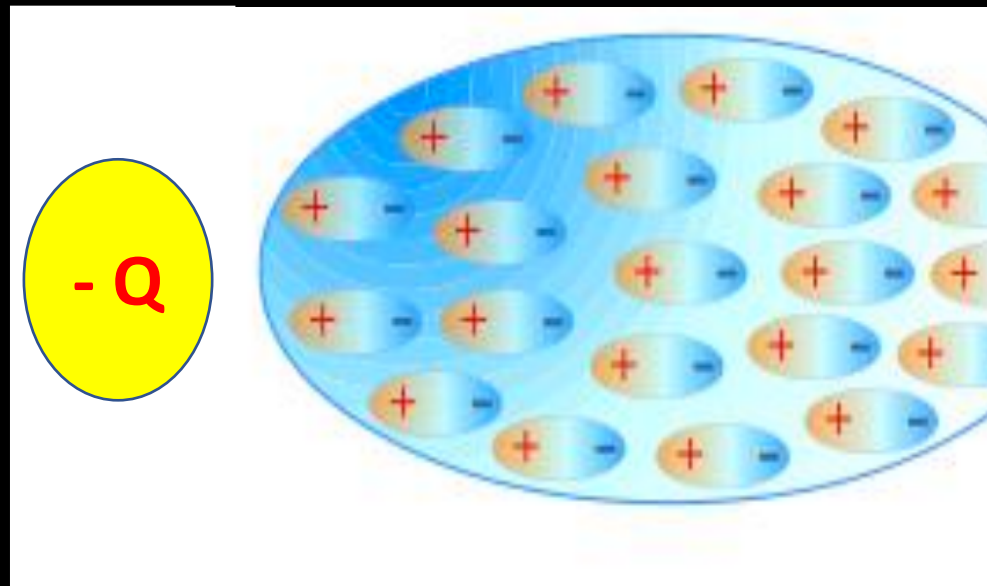
attrazione



allontanamento

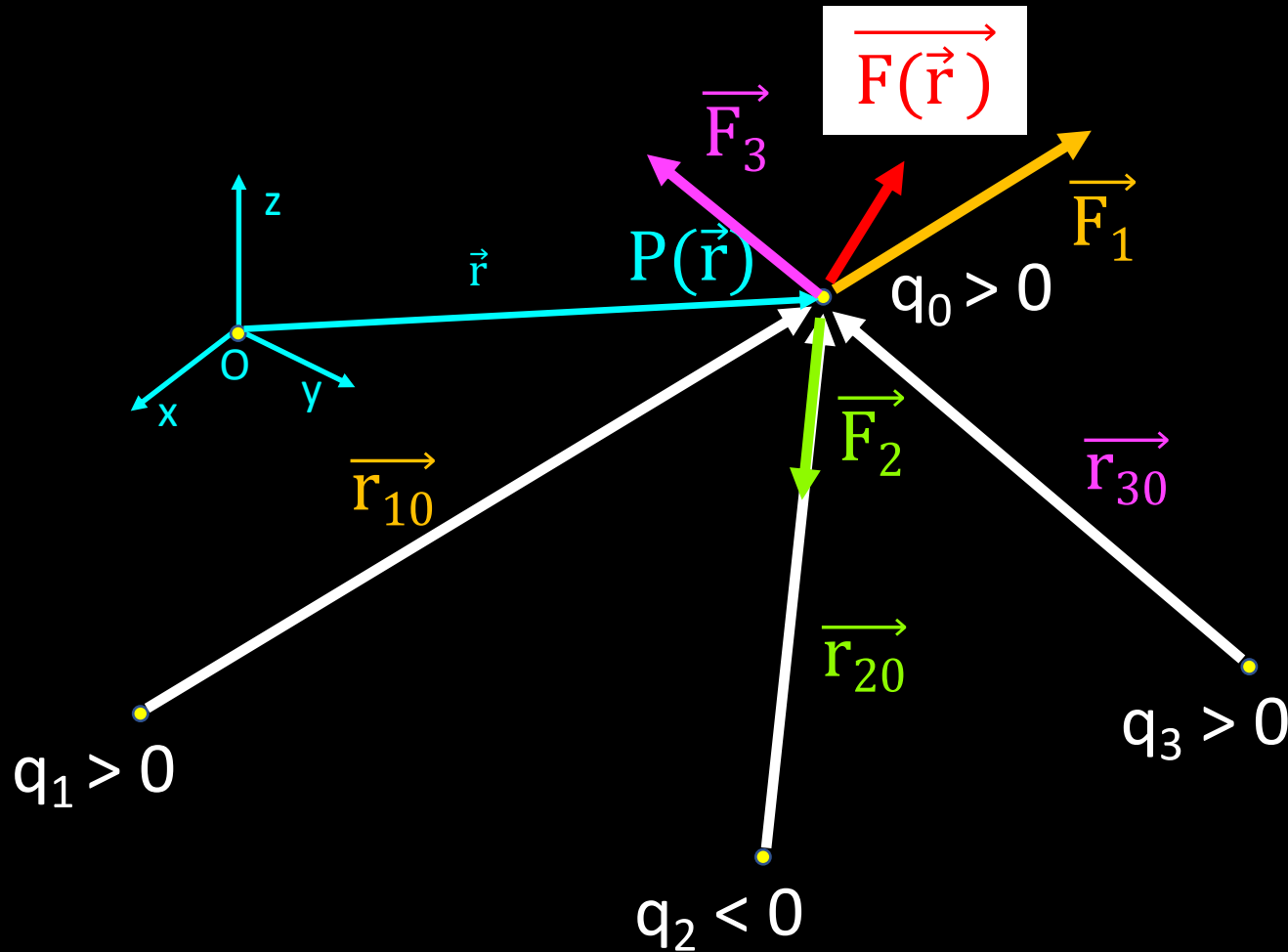
INDUZIONE SU MATERIALI ISOLANTI

gli **elettroni** del dielettrico subiscono l'azione delle forze originate dal corpo carico ma **non sono in grado di allontanarsi** dai rispettivi nuclei (polarizzazione) → vedremo dopo



1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

additività/sovrapposizione



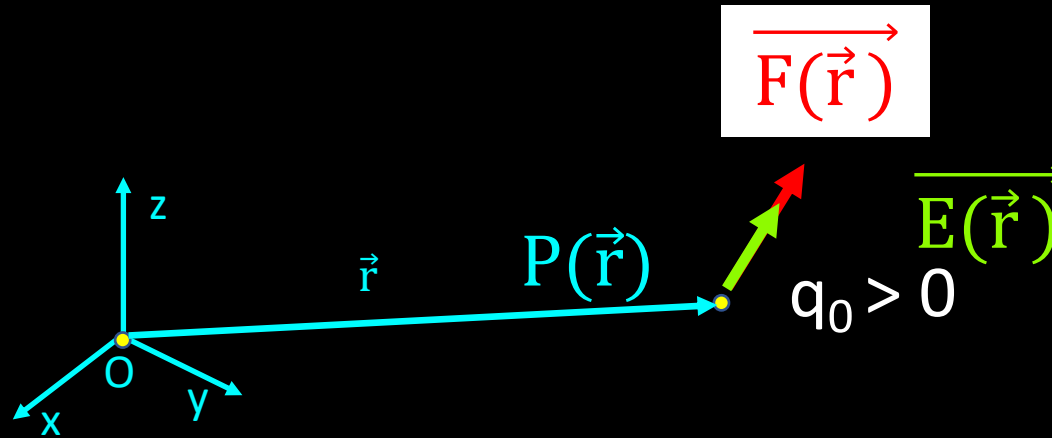
$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_0}{r_{10}^2} \hat{r}_{10}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_0}{r_{20}^2} \hat{r}_{20}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_3 q_0}{r_{30}^2} \hat{r}_{30}$$

$$\vec{F}(\vec{r}) = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO additività/sovrapposizione



$$\vec{F}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_1 \hat{r}_{10}}{r_{10}^2} + \frac{q_2 \hat{r}_{20}}{r_{20}^2} + \frac{q_3 \hat{r}_{30}}{r_{30}^2} \right] q_0 = \vec{E}(\vec{r}) q_0$$

campo elettrostatico

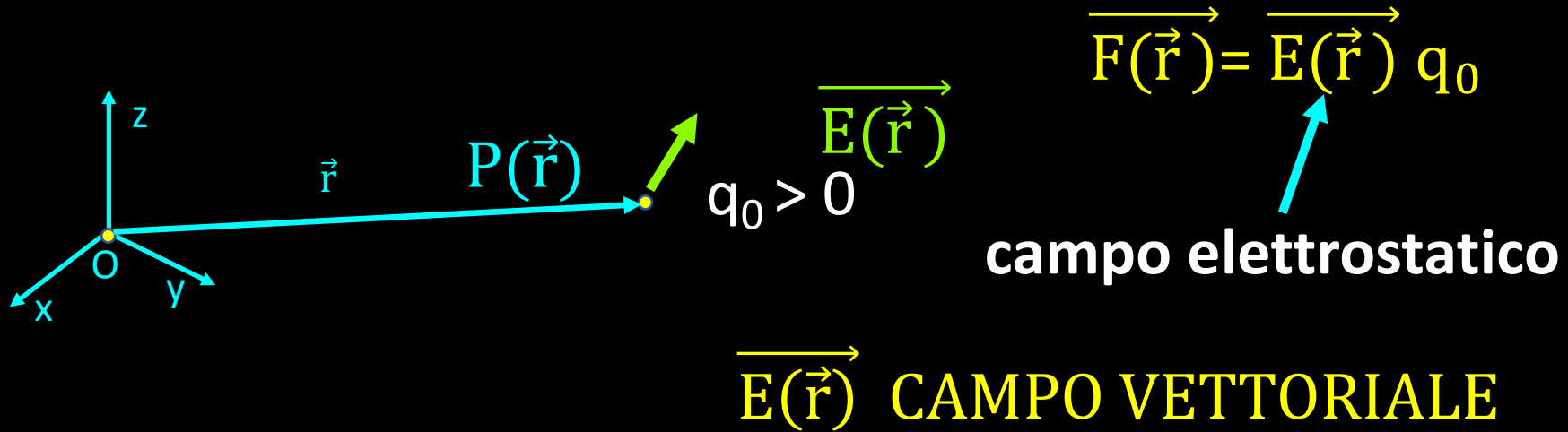
$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_0}{r_{10}^2} \hat{r}_{10}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_0}{r_{20}^2} \hat{r}_{20}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_3 q_0}{r_{30}^2} \hat{r}_{30}$$

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

dalla forza al campo

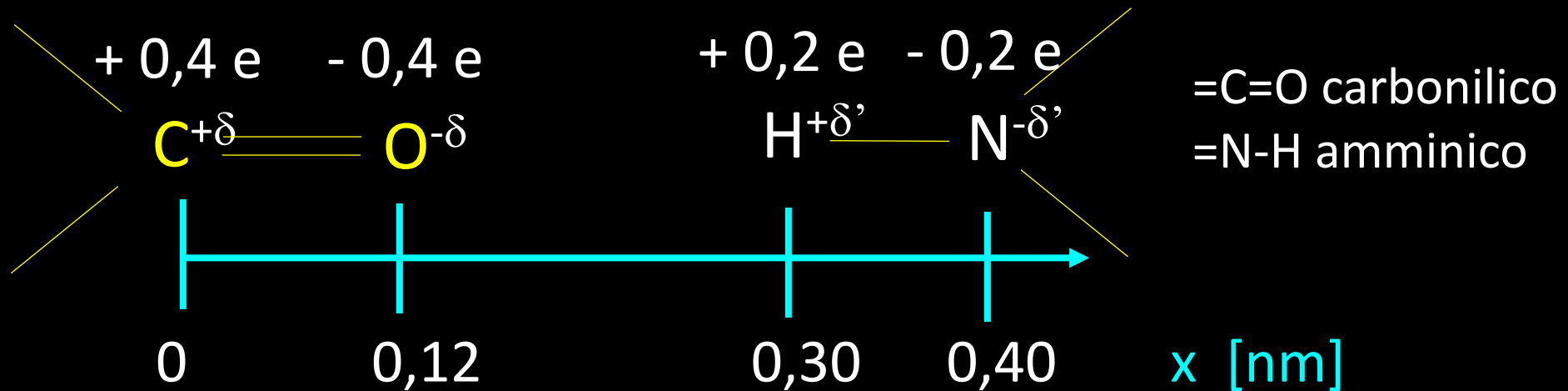


$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_{\text{peso}}}{m} \quad \vec{g} = -G \frac{M_{\text{terra}}}{R^2} \hat{r}$$

$$[E] = \text{N/C} = \text{V/m} = \text{volt/metro}$$

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$ esercizio

CO e NH sono due gruppi funzionali ricorrenti nei legami proteici.
In CO c'è uno spostamento di carica del 40% verso l'ossigeno;
in NH c'è uno spostamento di carica del 20% verso l'azoto.

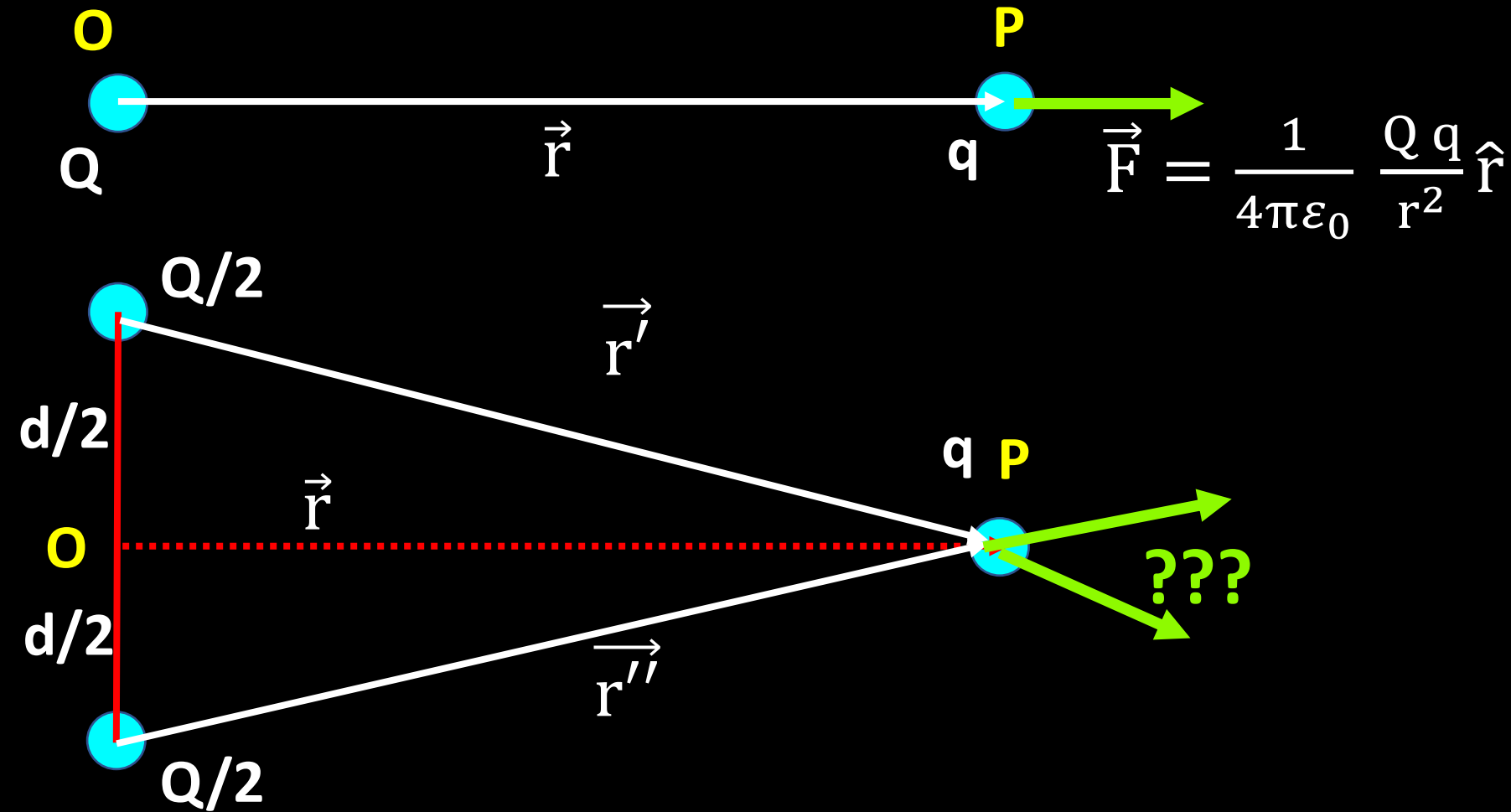


calcolare l'intensità del legame fra i due gruppi nell'esempio

$$F_x = F(\text{CH}) + F(\text{ON}) - (\text{CN}) - F(\text{OH}) \quad \text{forza agente sul gruppo NH}$$

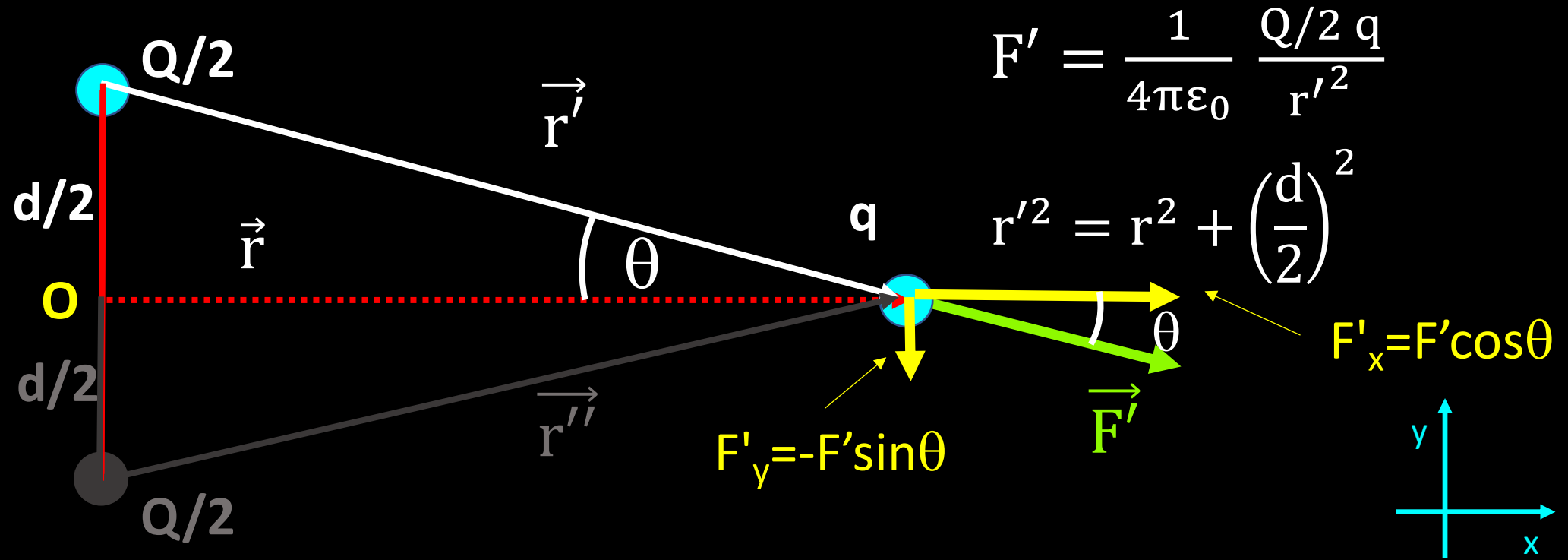
$$F_x = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \times (0,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \times (0,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \times \\ \times [1/0,30^2 + 1/0,28^2 - 1/0,40^2 - 1/0,18^2]/(10^{-9} \text{ m})^2 = -0,24 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$ esempio



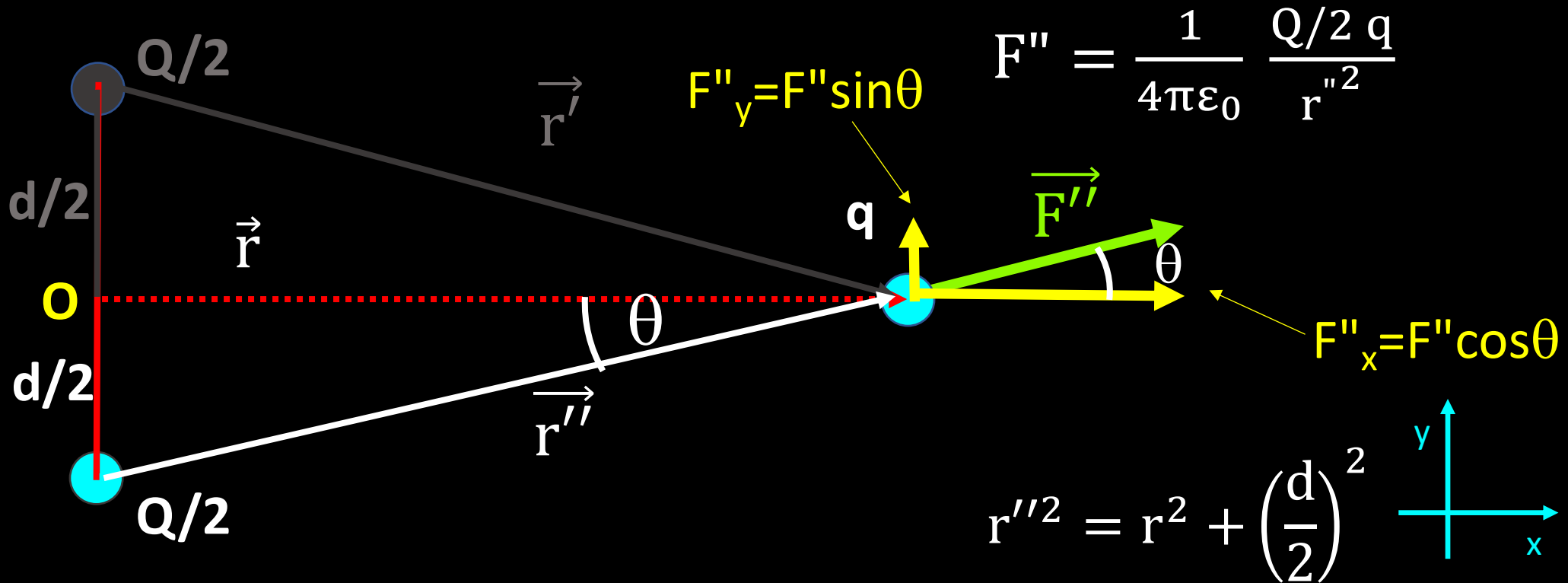
1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

additività/sovrapposizione



1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

additività/sovrapposizione

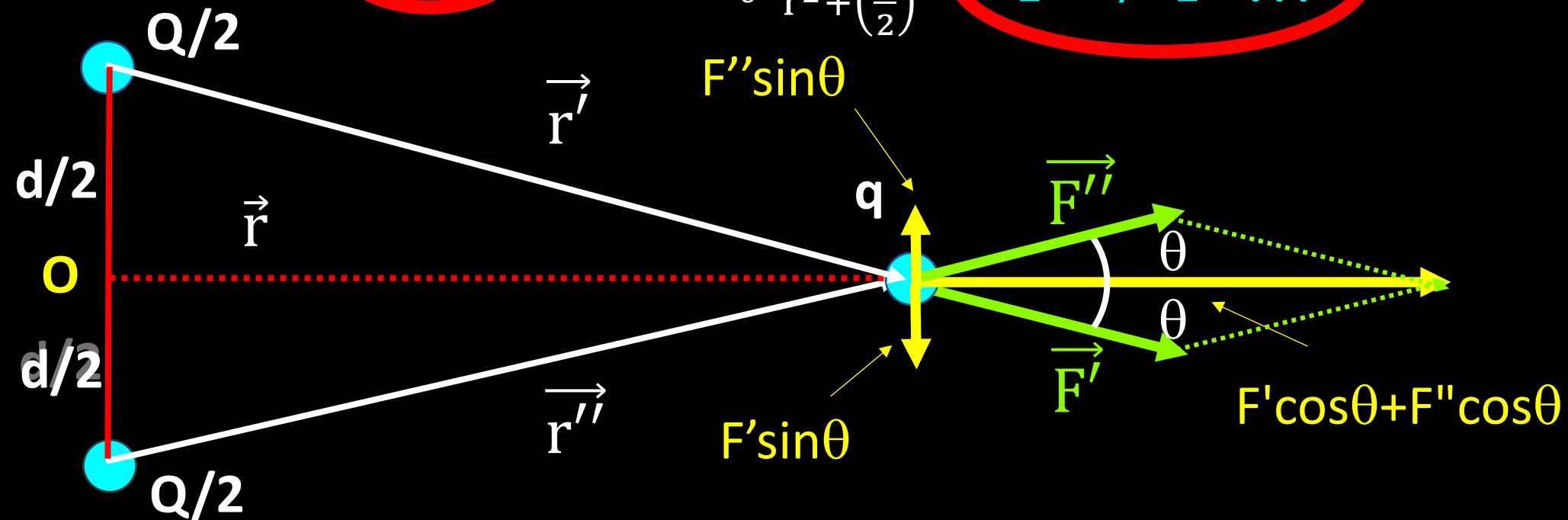


1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO additività/sovrapposizione

$$\vec{F}' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r'^2} \hat{r}' \quad \vec{F}'' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r''^2} \hat{r}''$$

$$r'^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad r''^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad r'^2 = r''^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$F' = F'' = F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad \vec{F}' \neq \vec{F}'' !!!$$



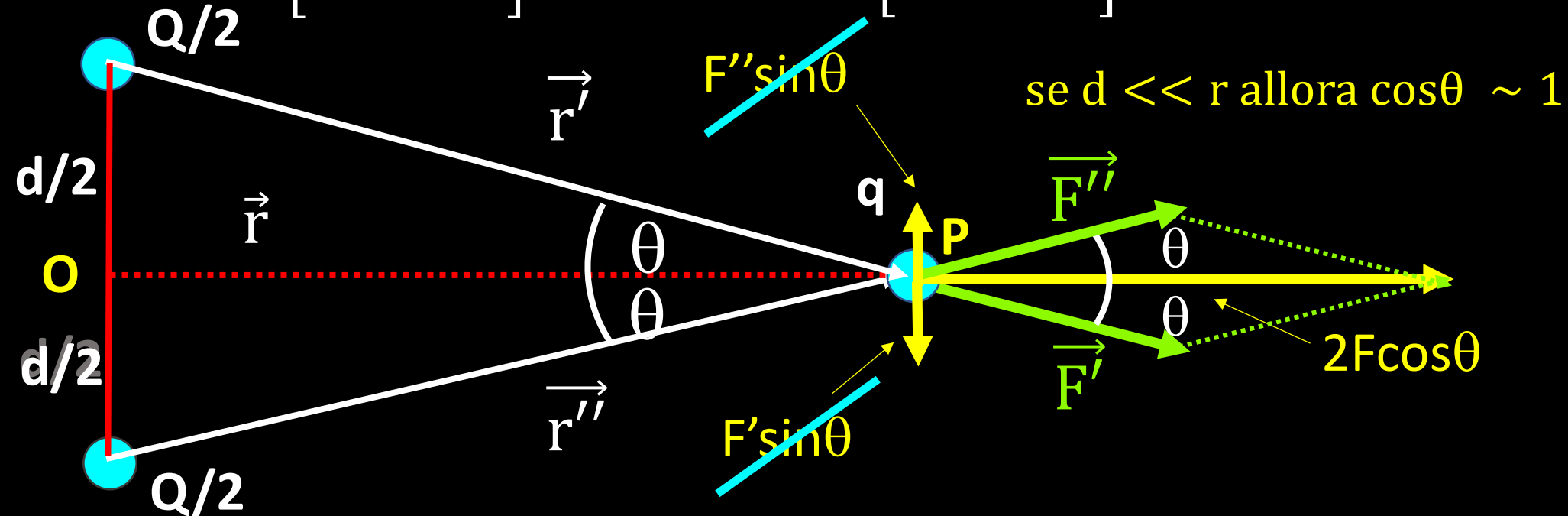
1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

additività/sovrapposizione

$$F' = F'' = F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

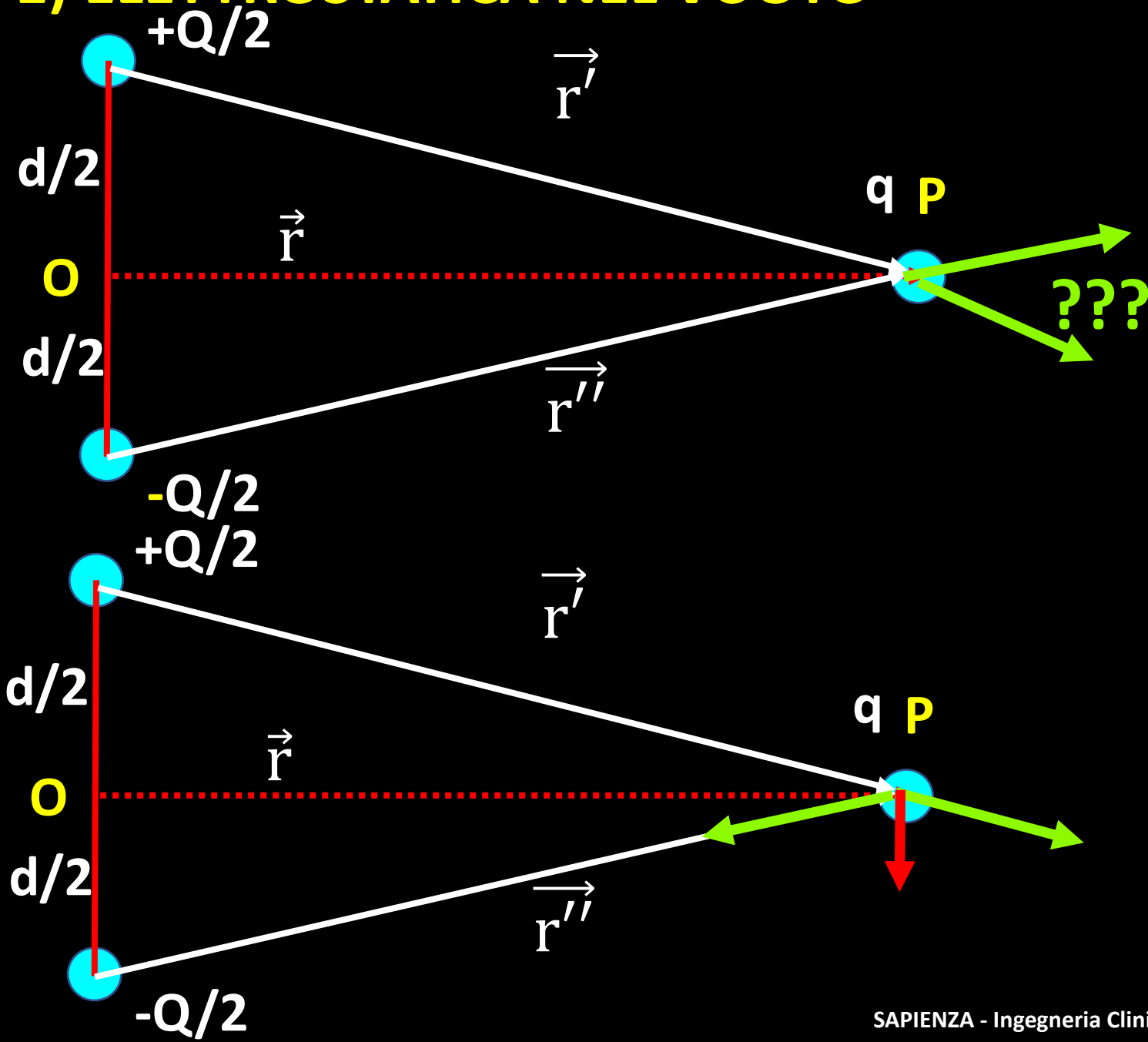
$$2F\cos\theta = 2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q/2 q}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \frac{r}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq r}{\left[r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2\right]^{3/2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{d}{2r}\right)^2\right]^{3/2}}$$



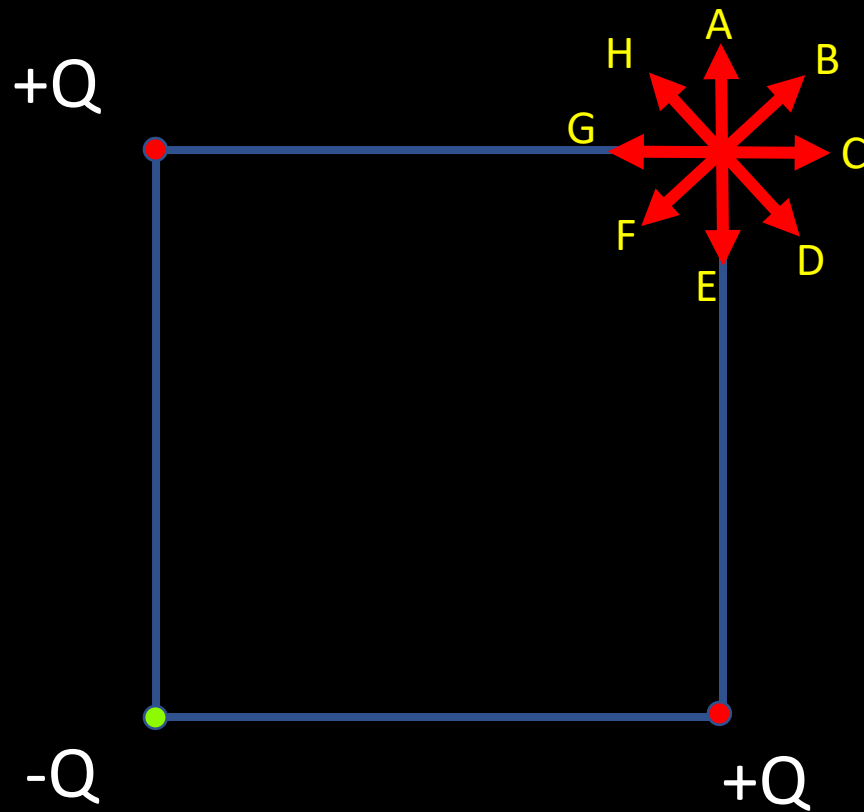
1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO

additività/sovrapposizione



1) ELETTROSTATICA NEL VUOTO additività/sovrapposizione

quale vettore rappresenta il campo elettrostatico nel vertice del quadrato non occupato da cariche?



- si può trasferire localmente della carica (conduttori e isolanti)
strofinio contatto induzione
- le forze si sommano vettorialmente: principio di sovrapposizione
- il campo elettrico **NON** è solo il rapporto fra la forza esercitata su una carica e la carica stessa...