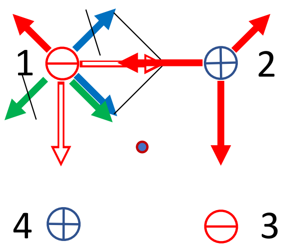
1) 4 cariche q = 1 nC (positive e negative) sono poste ai vertici di un quadrato di lato L = 6 cm. Determinare la forza che agisce su ognuna delle 4 cariche e quella che agirebbe su una quinta carica di valore +q posta al centro del quadrato



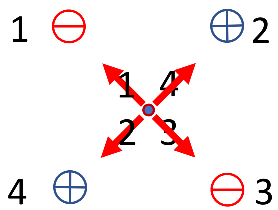
$$|\overrightarrow{F_{12}}| = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad |\overrightarrow{F_{21}}| = \frac{q_2 q_1}{4\pi\varepsilon_0 L^2}$$

$$|\overrightarrow{F_{13}}| = \frac{q_1 q_3}{4\pi\varepsilon_0 2L^2} \qquad |\overrightarrow{F_{24}}| = \frac{q_2 q_4}{4\pi\varepsilon_0 2L^2}$$

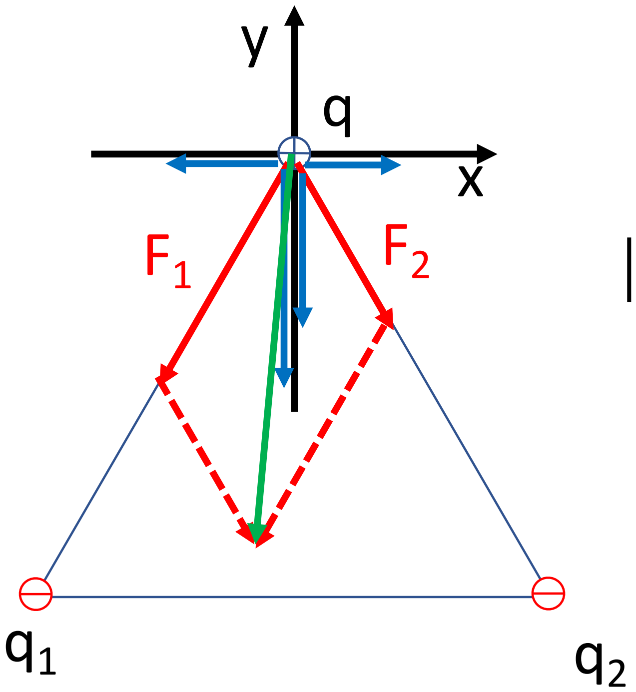
$$|\overrightarrow{F_{14}}| = \frac{q_1 q_4}{4\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad |\overrightarrow{F_{23}}| = \frac{q_2 q_3}{4\pi\varepsilon_0 L^2}$$

$$|\overrightarrow{F_{12}} + \overrightarrow{F_{14}}| = 2\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\cos 45°$$

$$|\overrightarrow{F_{12}} + \overrightarrow{F_{14}} + \overrightarrow{F_{13}}| = 2\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\cos 45° - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 2L^2} = 2\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 2L^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right)$$



2) Tre cariche puntiformi (q_1 = - 4 nC, q_2 =-3 nC, q = + 2 nC) sono poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato L = 10 cm. Determinare l'intensità della forza che agisce sulla carica positiva



$$\left|\overrightarrow{F_1}\right| = \frac{q_1\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad F_{1x} = \frac{q_1\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}(\text{-}\sin 30°) \qquad F_{1y} = \frac{q_1\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}(\text{-}\cos 30°)$$

$$\left|\overrightarrow{F_2}\right| = \frac{q_2\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad F_{2x} = \frac{q_2\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}(\sin 30°) \qquad F_{2y} = \frac{q_2\, q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}(\text{-}\cos 30°)$$

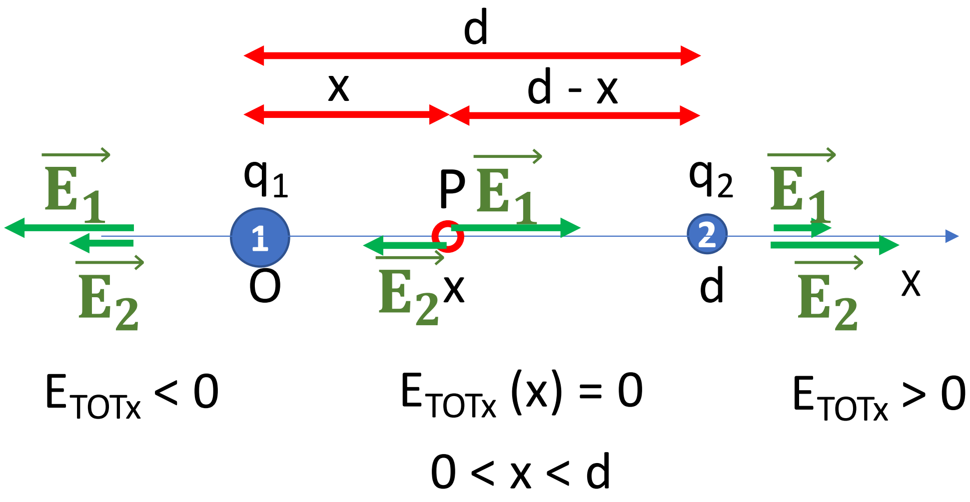
$$F_x = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\sin 30°(-q_1 + q_2)$$

$$F_y = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\cos 30°(-q_1 - q_2)$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\sqrt{\left(\frac{4-3\text{ nC}}{2}\right)^2 + \left(\frac{4+3\text{ nC}}{\sqrt{2}}\right)^2} = 8{,}95\ \mu\text{N}$$

3) Due cariche puntiformi q_1 = 9 nC e q_2 = 4 nC si trovano nel vuoto a distanza d = 5 cm. A quale distanza da q_1 il campo elettrico complessivo è nullo?



$$E_{1x}(P) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{x^2}$$

$$E_{2x}(P) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{(d-x)^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{x^2} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{(d-x)^2} = 0$$

$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(d-x)^2}$$

$$\frac{(d-x)^2}{x^2} = \frac{q_2}{q_1}$$

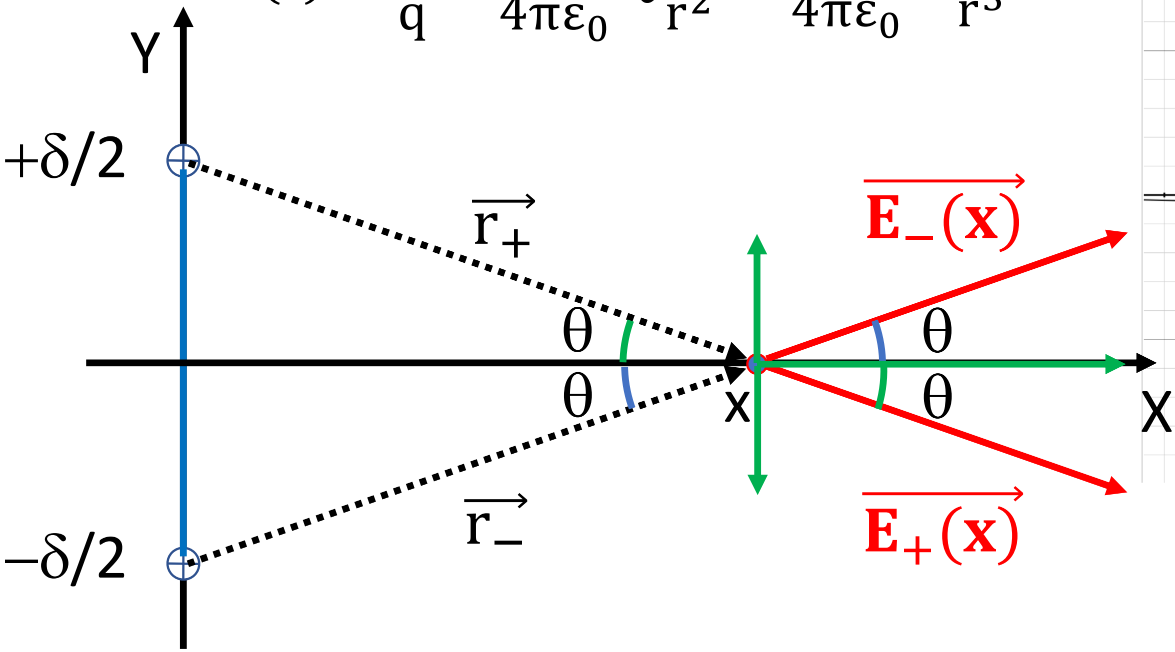
$$\left(\frac{d}{x} - 1\right) = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

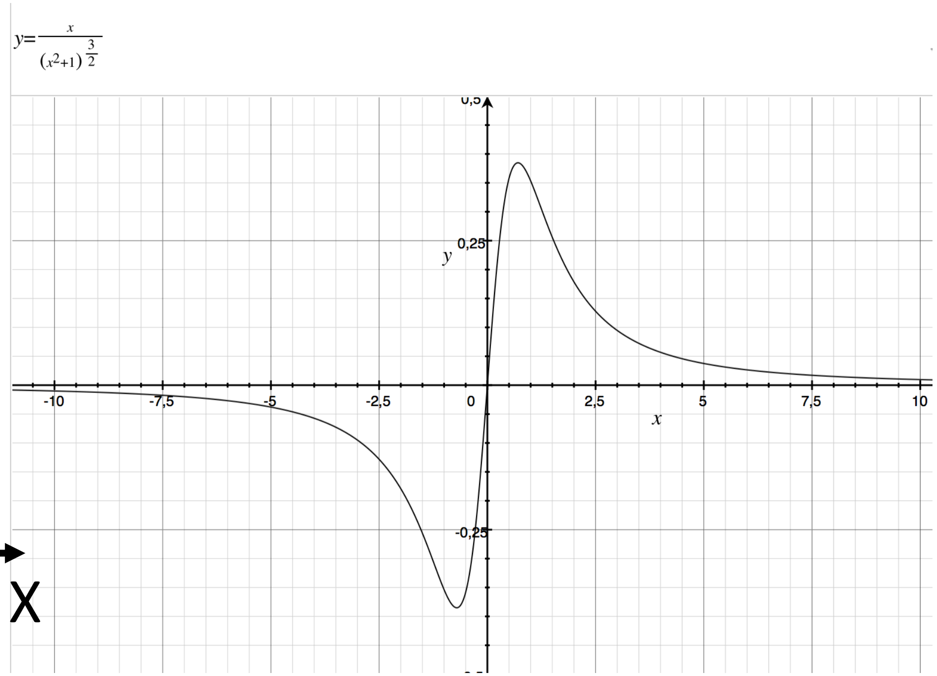
$$\left(\frac{5\ \mathrm{cm}}{x} - 1\right) = \sqrt{\frac{4\ \mathrm{nC}}{9\ \mathrm{nC}}} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{5\ \mathrm{cm}}{x} = \frac{5}{3} \rightarrow x = 3\ \mathrm{cm}$$

4) due cariche Q > 0 distanti δ: E sull'asse

$$\overrightarrow{E(\vec{r})} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\hat{r}}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\vec{r}}{r^3}$$

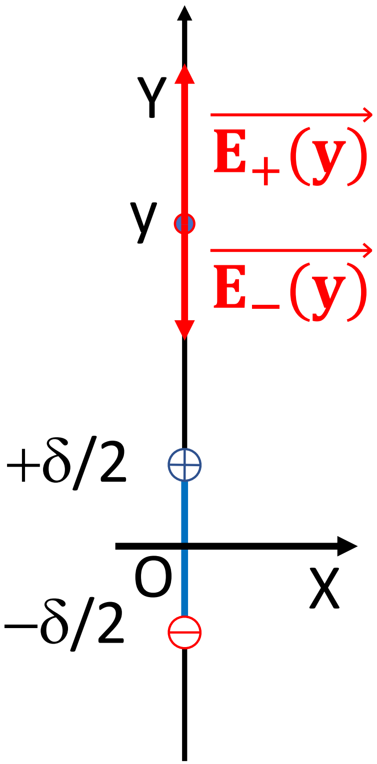




$$E(x)_x = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{r\cos\theta}{r^3} = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{x}{r^3} = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{x}{\left(x^2 + \frac{\delta^2}{4}\right)^{3/2}}$$

$$E(x)_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{-r\sin\theta}{r^3} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{r\sin\theta}{r^3} = 0$$

5) due cariche +Q e -Q distanti δ: E sull'asse δ

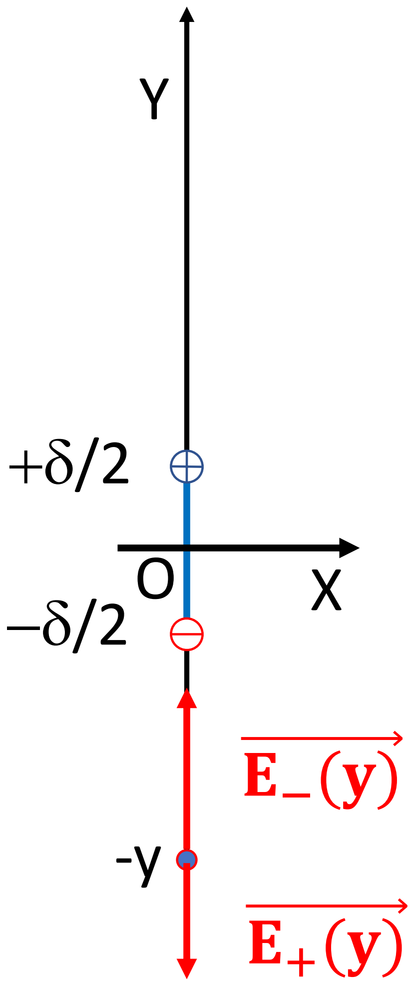


$$\overrightarrow{E(\vec{r})} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\hat{r}}{r^2}$$

$$E(y)_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{1}{\left(y - \frac{\delta}{2}\right)^2} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{1}{\left(y + \frac{\delta}{2}\right)^2} =$$

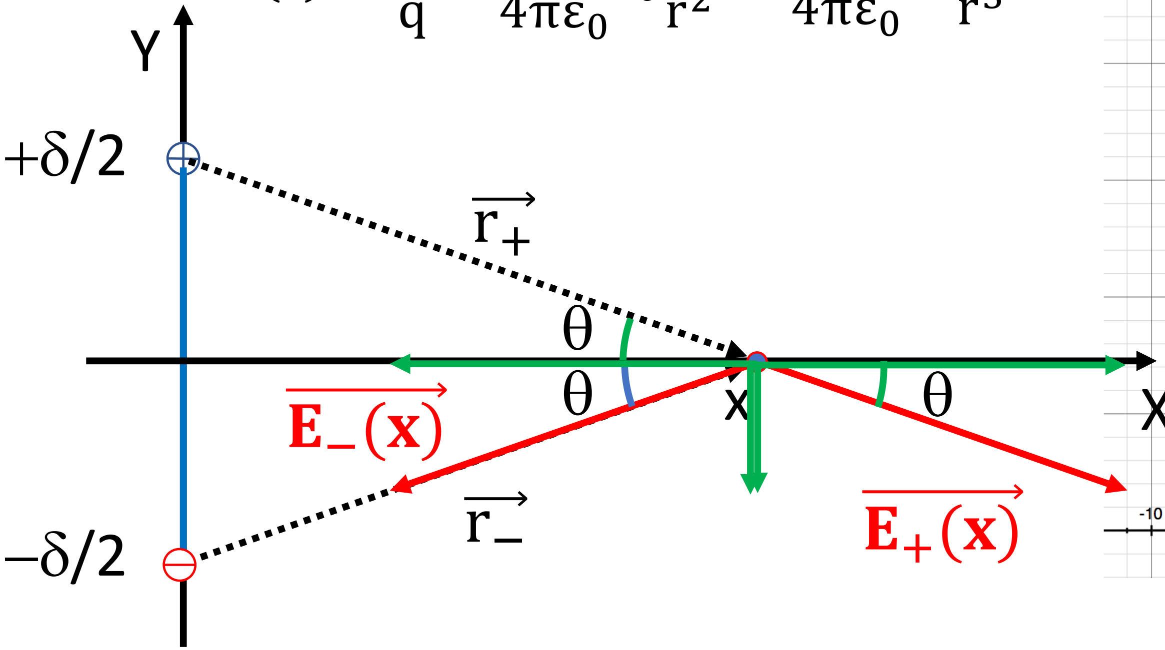
$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\left(y^2 + 2y\frac{\delta}{2} + \frac{\delta^2}{4}\right) - \left(y^2 - 2y\frac{\delta}{2} + \frac{\delta^2}{4}\right)}{\left(y^2 - \frac{\delta^2}{4}\right)^2} =$$

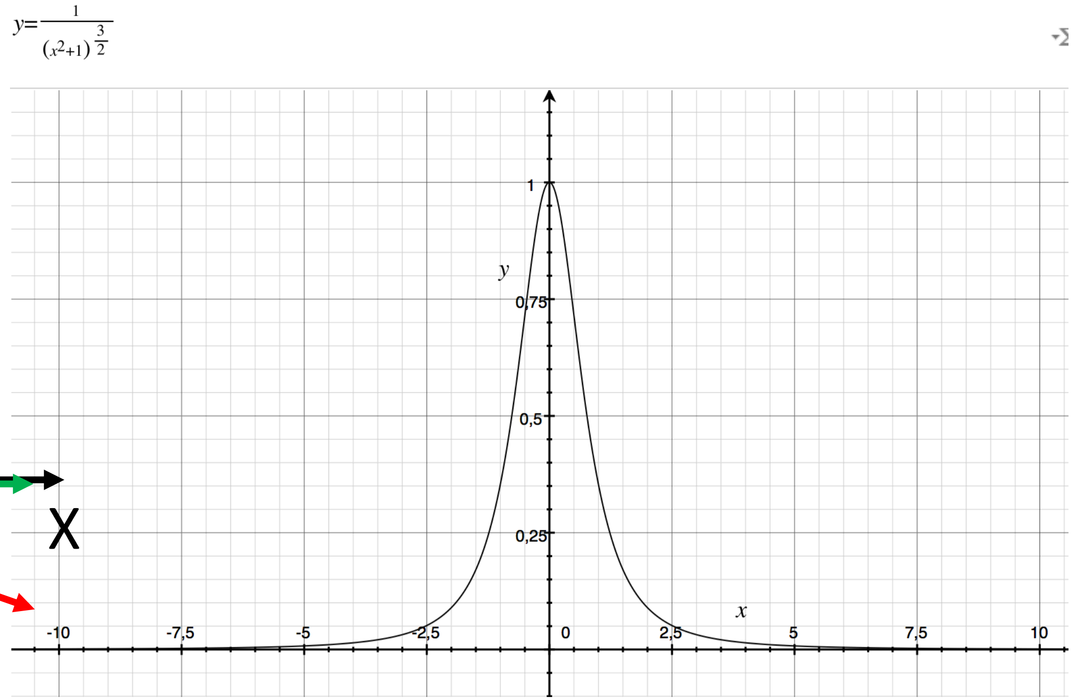
$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{2y\delta}{\left(y^2 - \frac{\delta^2}{4}\right)^2}$$



6) due cariche +Q e -Q distanti δ: E sull'asse perpendicolare

$$\overrightarrow{E(\vec{r})} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\hat{r}}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\vec{r}}{r^3}$$

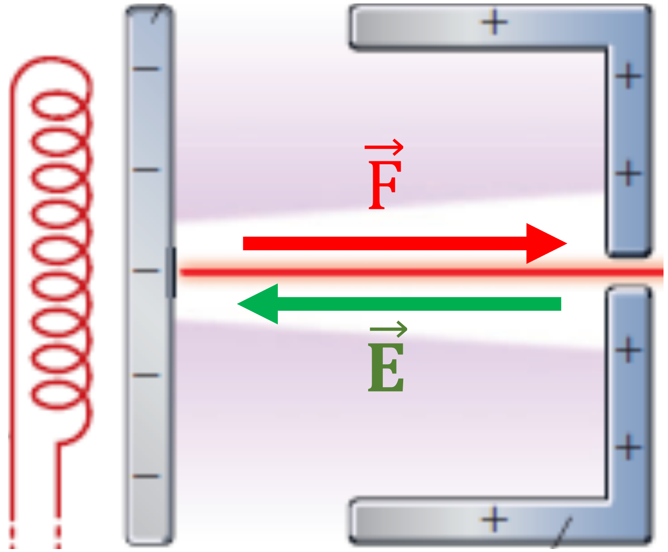




$$E(x)_y = -2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{r\sin\theta}{r^3} = -2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\delta/2}{r^3} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{\delta}{\left(x^2+\frac{\delta^2}{4}\right)^{3/2}}$$

$$E(x)_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{r\cos\theta}{r^3} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Q \frac{-r\cos\theta}{r^3} = 0$$

7) cannone elettronico (sorgente per raggi X e molto altro)



Un elettrodo carico negativamente è riscaldato ad alta temperatura ed emette elettroni per un fenomeno chiamato effetto termoionico.

Una volta emessi a velocità quasi nulla, gli elettroni sono attirati dall'elettrodo positivo che è forato al centro in modo da lasciarne passare un fascio rettilineo.

elettrone
$q = -e = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C
$m = 9 \times 10^{-31}$ kg

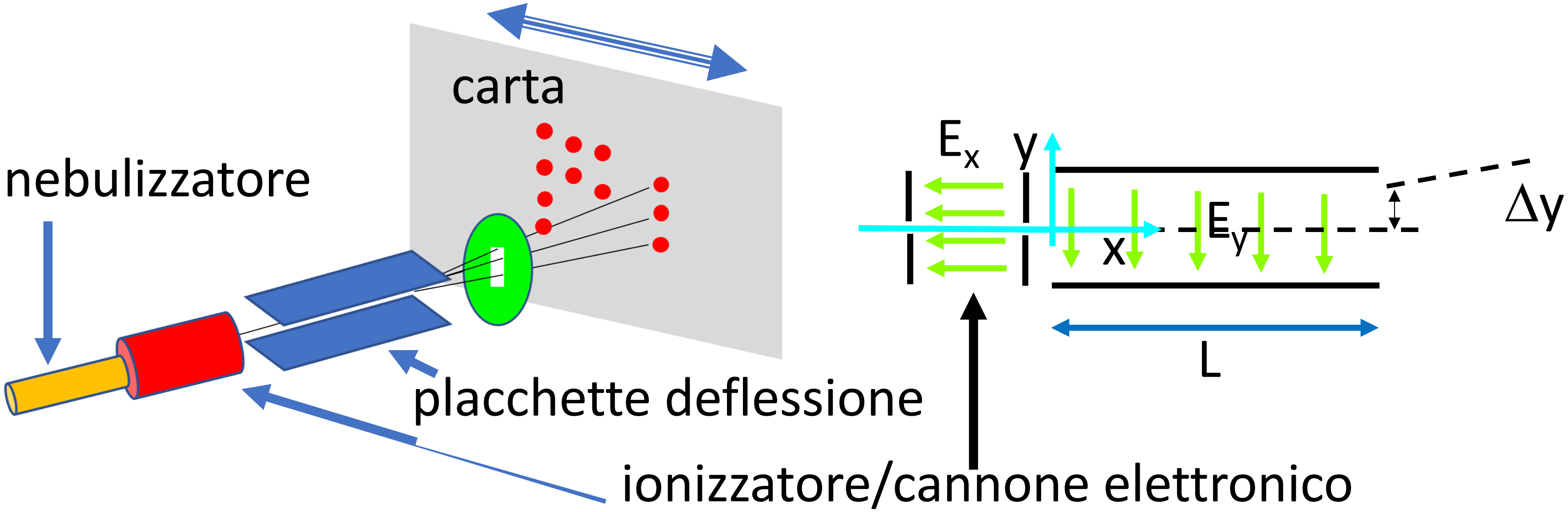
Come deve essere orientato il campo?

Se il campo elettrico vale $E = 5 \times 10^3$ N/C e la distanza fra gli elettrodi è $d = 10$ cm qual è la velocità degli elettroni all'uscita del cannone?

Moto rettilineo uniformemente accelerato: $a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m}$ $\quad v = a\,t \quad d = \frac{1}{2} a\,t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$

$$v = a\sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{2ad} = \sqrt{2\frac{eE}{m}d} = \sqrt{2\frac{1{,}6\ 10^{-19}\ 5\ 10^{3}}{9\ 10^{-31}}0{,}1} = \frac{4}{3}\ 10^{7}\mathrm{m/s}$$

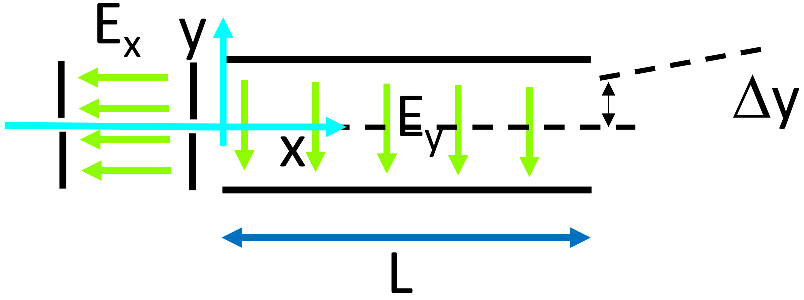
8) ink jet printer

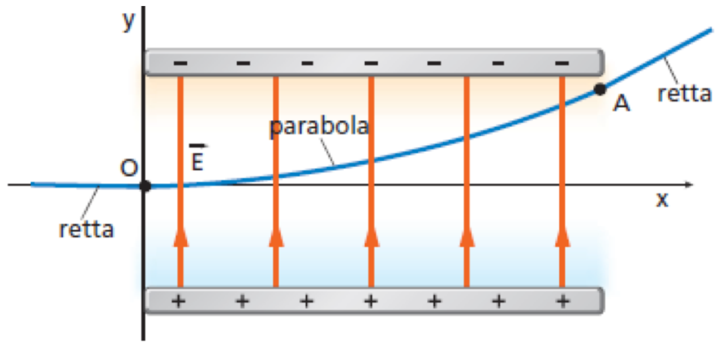


1) le gocce di inchiostro (toner) vengono caricate negativamente nello ionizzatore che provvede anche ad accelerarle verso la carta

2) entrano nella regione delle placchette dove è presente un campo verticale uniforme

Determinare il tipo di traiettoria nelle placchette e lo spostamento verticale Δy





1) ionizzatore/cannone elettronico: $v_x = \sqrt{\frac{2qE_x d}{m}}$
2) placchette: $v_x =$ costante; $a_y = qE_y/m \rightarrow$ parabola
3) $t = L/v_x$
4) $y = ½\, a_y\, t^2 = ½\, q\, E_y/m\, (L/v_x)^2$