

Piano Lauree Scientifiche



ESPERIMENTI SUL COMPORTAMENTO DEI RAGGI CATODICI IN UN CAMPO
ELETTRICO E IN UN CAMPO MAGNETICO MEDIANTE IL TUBO DI
DEFLESSIONE

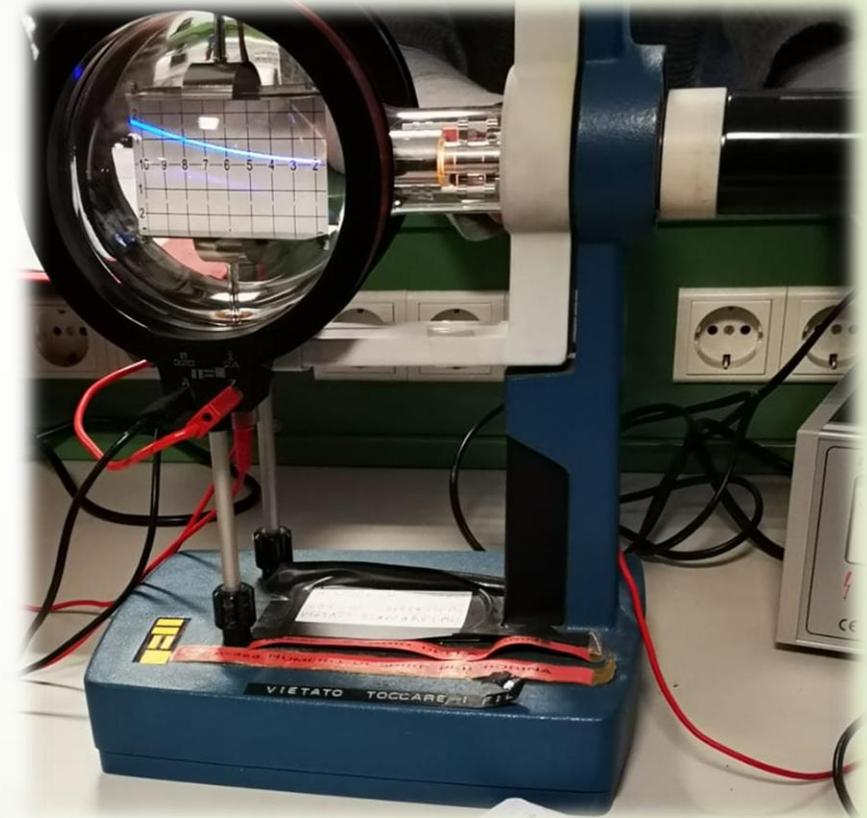
Scuola: I.I.S. «Concetto Marchesi» - Mascalucia (CT)

Alessio Letor, Raffaella Vezzosi, Ema Ursachi, Rachele Sapienza

Deflessione elettrostatica



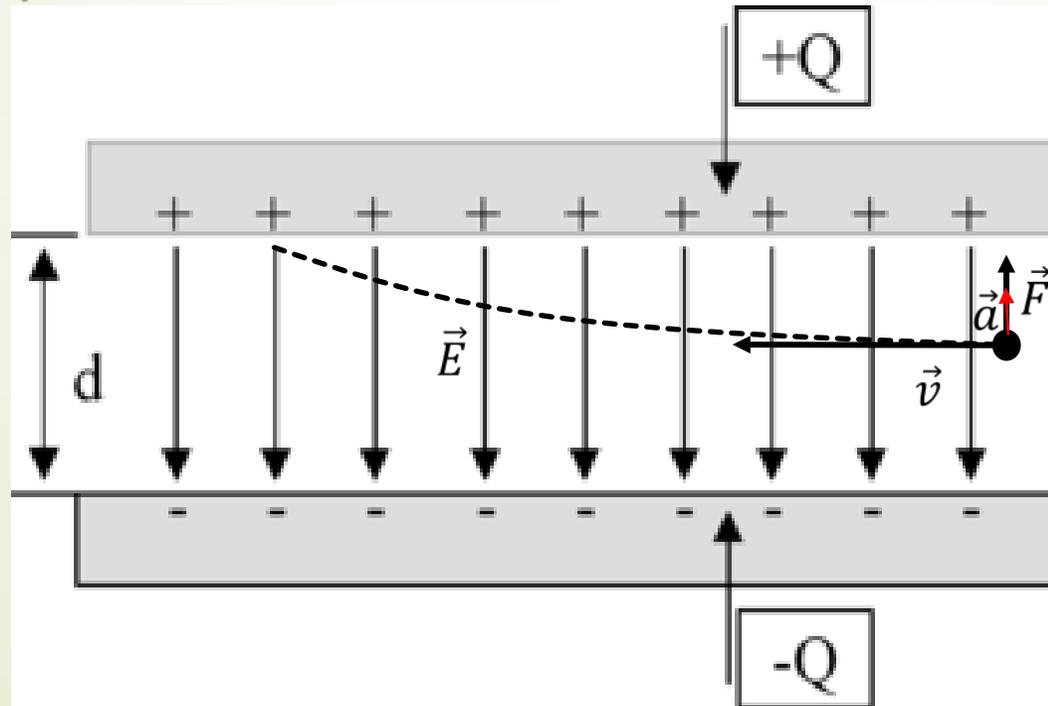
Deflessione Magnetica (Misura e/m)



Osservazioni

Deflessione Elettrostatica

Un elettrone di massa m e carica q che passa nel Campo elettrico \vec{E} tra le armature di un condensatore a facce piane parallele con un certa velocità \vec{v} è soggetto ad una forza $\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a}$ perpendicolare alla velocità \vec{v} . Per il secondo principio della dinamica, esso è soggetto ad un'accelerazione costante $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$ anch'essa perpendicolare a \vec{v} .

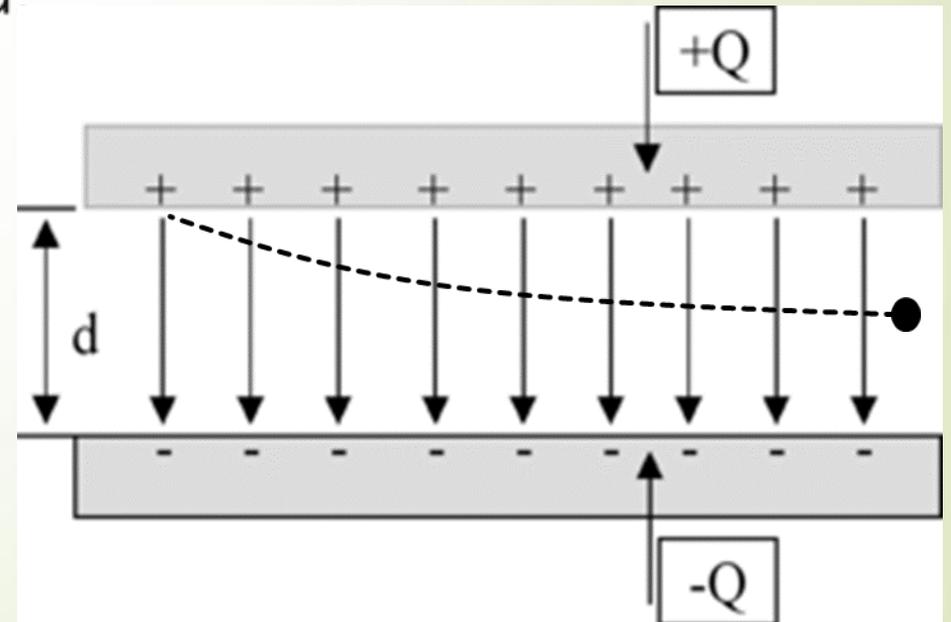


L'elettrone è quindi soggetto a due moti simultanei:

1. moto uniforme nella direzione e nel verso di v .
2. moto uniformemente accelerato nella direzione e nel verso di a .

La traiettoria che ne risulta è una parabola

$$\begin{cases} x = vt \\ y = \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$$



Descrizione dell'esperimento:

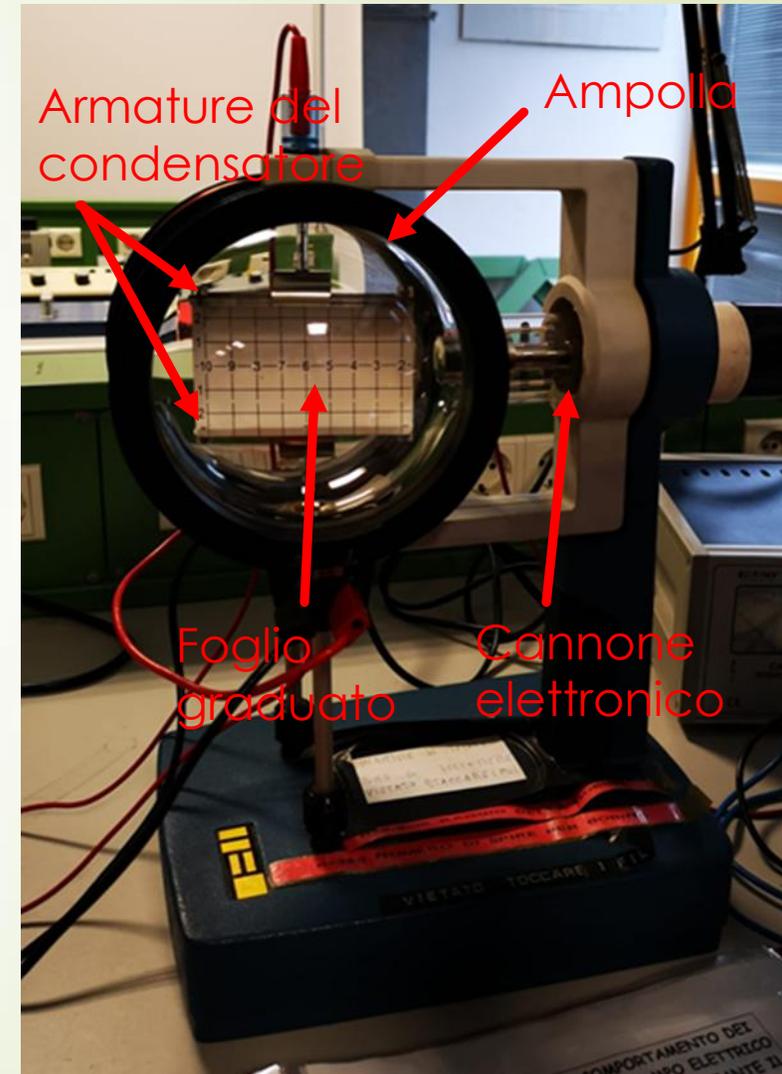
Attraverso un tubo di Wehnelt, che produce e rende visibile un fascio di elettroni, siamo riusciti ad osservare la deflessione degli elettroni per mezzo di un campo elettrico \vec{E} , generato da una differenza di potenziale V_p tra le armature del condensatore ($d = 5.4\text{cm}$).

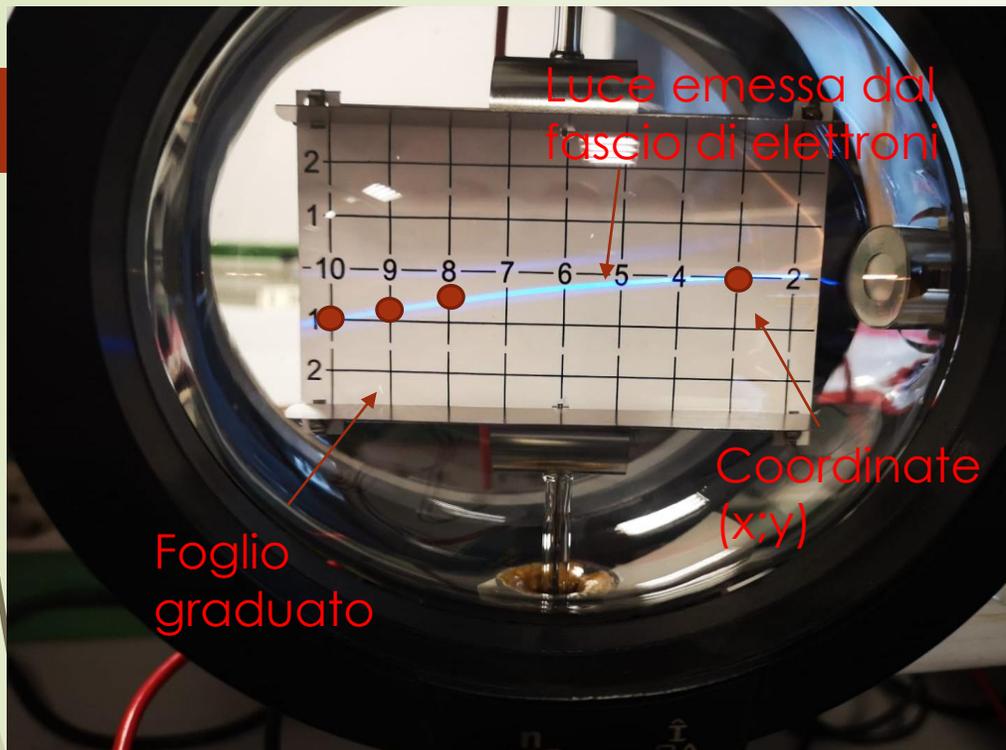
Dopo aver fissato dei valori per V_A (tensione anodica con la quale vengono accelerati gli elettroni) e V_p (differenza di potenziale tra le armature) abbiamo individuato le coordinate x e y dei punti che il fascio intercettava sul foglio graduato.

Dopo aver appuntato le coordinate dei punti siamo riusciti a verificare la traiettoria parabolica secondo la relazione: $y = \frac{x^2 V_p}{4dV_A}$

Riportando su un grafico le coppie di coordinate $(x^2; y)$ esse dovrebbero disporsi su una retta con coefficiente angolare $\frac{V_p}{4dV_A}$

(Per questo esperimento occorre disattivare le bobine di Helmholtz)

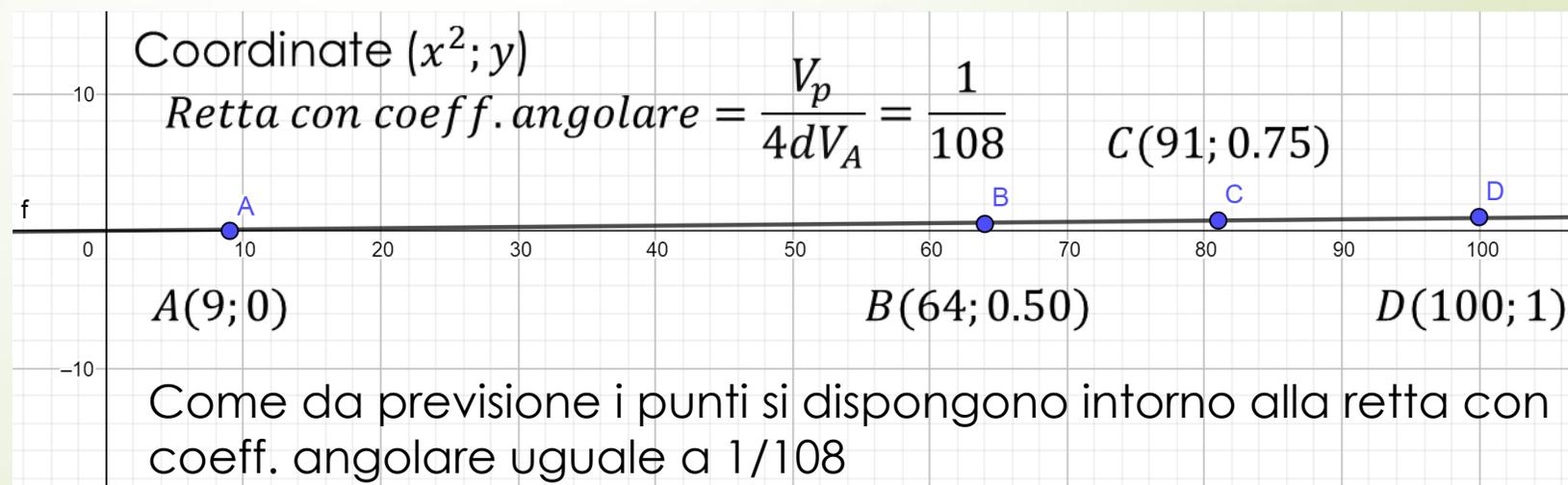




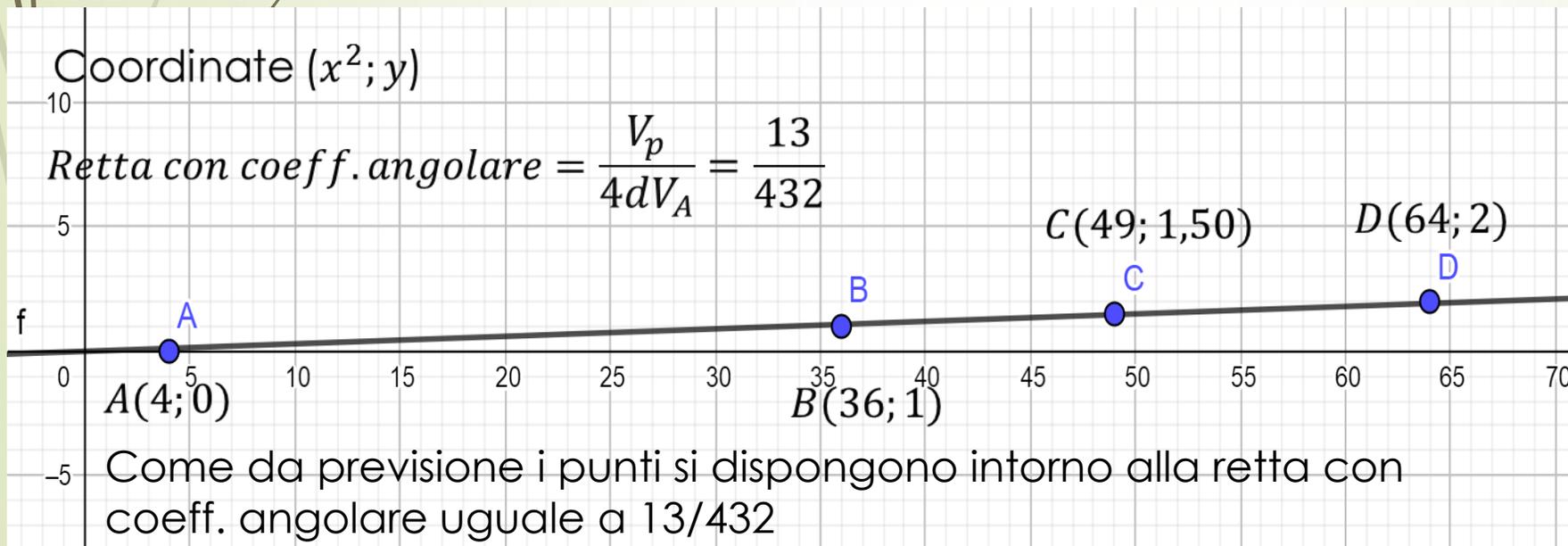
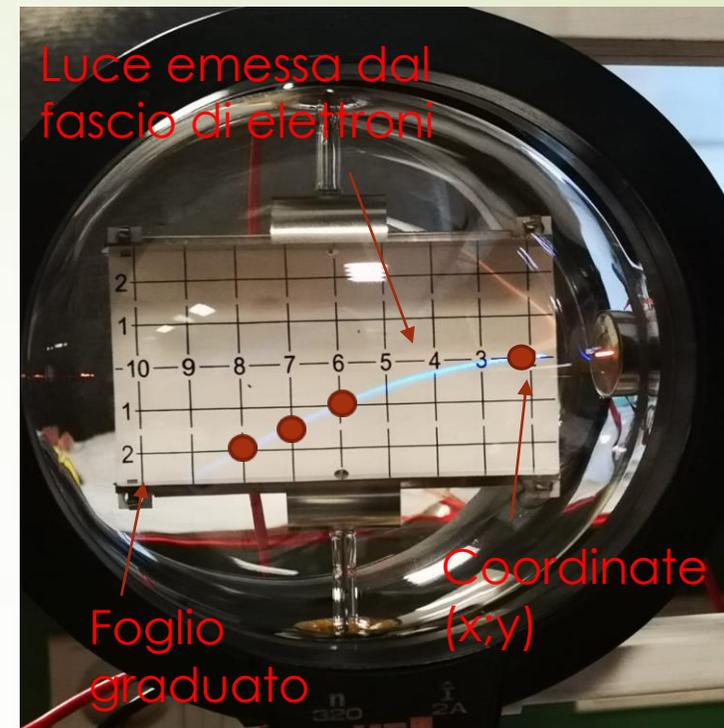
Condizioni Iniziali:	$V_A = 4kV$ $= 4 \times 10^3V$	$V_{\sim} = 6.3V$ (tensione di alimentazione)
Differenza di potenziale:	$V_p = 800V$	
Coordinate:	$x \cong (3,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (0,0 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (8,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (0.50 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (9,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (0.75 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (10,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (1,0 \pm 0,5)cm$

La retta che segue è quella che meglio approssima la distribuzione reale di punti (retta best fit).

Le misurazioni sono affette da errori di lettura. Essendo la scala del foglio graduato di $1,0cm$ le misure possono variare di $\pm 0,5cm$



Condizioni iniziali:	$V_A = 4kV$ $= 4 \times 10^3V$	$V_{\sim} = 6.3V$ (tensione di alimentazione)
Differenza di potenziale:	$V_p = 2,6kV$	
Coordinate:	$x \cong (2,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (0,0 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (6,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (1,0 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (7,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (1,5 \pm 0,5)cm$
	$x \cong (8,0 \pm 0,5)cm$	$y \cong (2,0 \pm 0,5)cm$



La retta che segue è quella che meglio approssima la distribuzione reale di punti (retta best fit).

Le misurazioni sono affette da errori di lettura. Essendo la scala del foglio graduato di $1,0\text{ cm}$ le misure possono variare di $\pm 0,5\text{ cm}$



Deflessione Magnetica (Misura e/m)

Per questo esperimento occorre disattivare le armature del condensatore e attivare le bobine di Helmholtz. Le bobine sono percorse da una corrente i_H , pertanto il fascio di elettroni emesso dal cannone elettronico sarà deviato secondo una traiettoria circolare sotto l'azione del campo magnetico. Sul foglio graduato si osserva un arco di circonferenza che ci permette di risalire al raggio della circonferenza e calcolare il rapporto $\frac{e}{m}$.

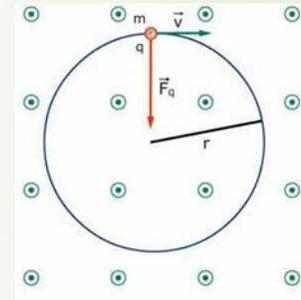
$$\text{Infatti: } \vec{F} = m\vec{a} = \frac{mv^2}{r} \quad ; \quad F_L = evB \quad \quad \frac{e}{m} = \frac{v}{rB}$$

$$\text{Il valore } e/m \text{ si puo esprimere anche come: } \frac{e}{m} = \frac{2V_A}{B^2 r^2}$$

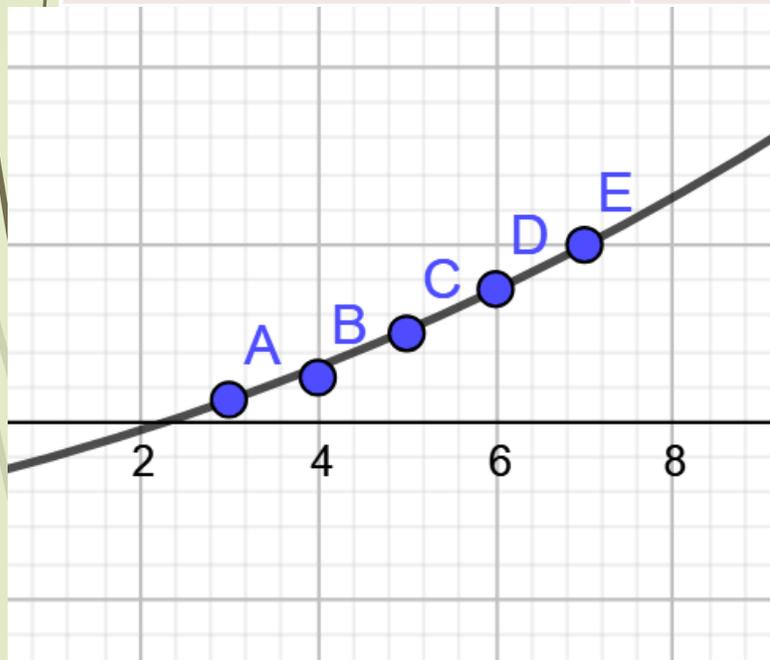
Il campo magnetico si determina conoscendo le caratteristiche delle bobine di Helmholtz tramite la relazione: $B = \mu_0 i_H n \frac{R^2}{(R^2 + a^2)^{3/2}}$ T in cui $n = 320$, $R = 6.8 \text{ cm}$, $a = 3.4 \text{ cm}$ e i_H fissato dallo sperimentatore.

Fissati dei valori per la tensione anodica V_A , determinato il Campo magnetico B si osserva sul foglio graduato un arco di circonferenza del quale appuntiamo le coordinate x e y di alcuni suoi punti e tramite la formula $r = \frac{x^2 + y^2}{2y}$ determiniamo il raggio r .

Successivamente calcoliamo il rapporto $\frac{e}{m}$.



Condizioni iniziali:	$V_A = 4kV = 4 \times 10^3 V$	$V_{\sim} = 6.3V$ (tensione di alimentazione)	
Intensità di corrente e Campo magnetico:	$i_H \cong 0,39 A$	$B \cong 1.65 \times 10^{-3} T$	Valore medio $\frac{\bar{e}}{\bar{m}} = 1.4 \times 10^{11} C/kg$
Coordinate ed $\frac{e}{m}$:	$x \cong 3$	$y \cong 0.25$	$\frac{e}{m} = 8.945 \times 10^{10} C/kg$
	$x \cong 4$	$y \cong 0.5$	$\frac{e}{m} = 1.113 \times 10^{11} C/kg$
	$x \cong 5$	$y \cong 1$	$\frac{e}{m} = 1.880 \times 10^{11} C/kg$
	$x \cong 6$	$y \cong 1.5$	$\frac{e}{m} = 1.808 \times 10^{11} C/kg$
	$x \cong 7$	$y \cong 2$	$\frac{e}{m} = 1.674 \times 10^{11} C/kg$



Valore medio $\bar{r} = 14.675 \longrightarrow$ Valore medio $\frac{\bar{e}}{\bar{m}} = 1.4 \times 10^{11} C/kg$



Osservazioni

- La deflessione elettrostatica e la deflessione magnetica sono alla base del funzionamento dei vecchi schermi a tubo catodico. Lo schermo a tubo catodico è sostanzialmente un tubo a raggi catodici nel quale, per formare le immagini, i fasci di elettroni sono convogliati su di una superficie fotosensibile.

- Principio di funzionamento:

Il catodo è un piccolo elemento metallico riscaldato all'incandescenza che emette elettroni per effetto termoelettronico. All'interno del tubo catodico, in cui è stato praticato il vuoto, questi elettroni vengono diretti in un fascio per mezzo di una elevata differenza di potenziale elettrico tra catodo e anodo, con l'aiuto di altri campi elettrici opportunamente disposti per focalizzare accuratamente il fascio. Il raggio viene deflesso dall'azione di campi elettrici in modo da arrivare a colpire un punto qualunque sulla superficie interna dello schermo, l'anodo. Questa superficie è rivestita di materiale fluorescente che eccitato dall'energia degli elettroni emette luce.

