

## Esperienza con il tubo di Perrin

L'uso di un apparato con il tubo di Perrin permette di osservare la traccia puntiforme sullo schermo fluorescente di un fascio emesso dal catodo del tubo, i cosiddetti raggi catodici.

La **natura particellare** dei raggi catodici può essere in parte provata dal fatto che questi producono un'ombra se si usa un tubo alternativo (tubo a croce di Malta).

La deflessione del fascio provocata dalla presenza di un campo elettrico o magnetico prova che il fascio è **costituito da cariche elettriche in moto**.

Una bacchetta in PVC strofinata con un panno di lana si carica negativamente.

a) Avvicinando la bacchetta carica al fascio si può osservare una deflessione la cui ampiezza dipende anche da come è orientata la bacchetta: come interpretare questo fatto? Come rappresentare con un disegno le linee di campo e l'interazione fascio-bacchetta?

---

---

---

---

---

---



b) Osservare come varia qualitativamente la deflessione dovuta alla bacchetta con il cambiare dell'intensità della tensione anodica e proporre una spiegazione.

---

---

Tensione (kV)	Osservazione della deflessione (si/no)

c) Si può ottenere la presenza di un campo magnetico avvicinando una magnete lineare in maniera opportuna e osservare la direzione e il verso della deviazione.

Come presentare agli alunni una procedura chiara per verificare se verso e direzione della forza di deviazione sono coerenti con la regola della mano destra della forza di Lorentz?

---

---

---

d) Si può utilizzare un filo conduttore percorso da una corrente del valore di qualche ampere, posto esternamente al tubo e parallelamente al fascio: le deviazioni sono coerenti con la legge di interazione corrente-corrente di Ampere?

Come presentare agli alunni una procedura chiara per verificare questo fatto?

---

e) Si possono utilizzare le bobine di Helmholtz per ottenere un campo magnetico

approssimativamente uniforme nella zona centrale del tubo di Perrin e quindi deflettere il fascio in maniera controllata: operando sulla tensione  $\Delta V$  del tubo e sulla corrente  $I$  delle bobine (max 1,5A se la corrente si lascia stabile, fino a 2 A come valore utilizzato per pochi secondi) si possono ottenere più combinazioni di valori ( $\Delta V$ ,  $I$ ) per deflettere il fascio.

Come formulare una o più domande agli alunni per chiedere loro una giustificazione sul fatto che i valori ( $\Delta V$ ,  $I$ ) sono “in competizione” fra loro (cioè se aumento  $I$  devo aumentare  $\Delta V$  per tentare di riportare il fascio nella posizione di partenza)

---

---

---

---

f) Il tubo di Perrin è dotato di un elettrodo metallico che può permettere il passaggio di cariche elettriche dall'interno del tubo verso l'esterno: mediante la deflessione del fascio si può far puntare il fascio sull'elettrodo e condurre le cariche verso un elettroscopio.

Come verificare il segno delle cariche?

---

---

g) L'apparato con il tubo di Perrin permette in linea di principio di misurare il rapporto carica-massa ( $e/m$ ) dell'elettrone. Esaminare come si deducono le relazioni (1) e (2) fornite dalle schede della strumentazione (cfr. fig. accanto) e il raggio di curvatura del fascio.

In caso di deviazione dei raggi elettronici nella tazza di Faraday, per la carica specifica  $e/m$  vale:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \quad (1)$$

$U_A$  può essere letta direttamente, il raggio di curvatura  $r$  si ottiene dai dati geometrici del tubo (diametro pistone 13 cm, tazza di Faraday inclinata di  $45^\circ$  rispetto all'asse del fascio) rispetto a  $r = \text{ca. } 16 \text{ cm}$  (vedere fig 2).

Per la densità di flusso magnetica  $B$  del campo magnetico secondo la geometria di Helmholtz della coppia di bobine e della corrente di bobina  $I$  vale quanto segue:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \quad (2)$$

con  $k =$  in buona approssimazione a  $4,2 \text{ mT/A}$   $n = 320$  (spire) e  $R = 68 \text{ mm}$  (raggio della bobina).