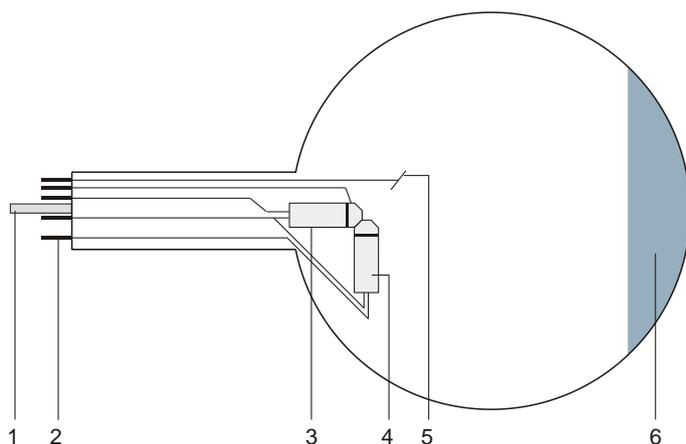


## Tubo a doppio fascio S 1000622

### Istruzioni per l'uso

12/16 ALF



- 1 Spinotto di guida
- 2 Contatti spinotto
- 3 Cannoni elettronici assiali
- 4 Cannoni elettronici verticali
- 5 Piastra di deflessione
- 6 Schermo a fluorescenza

### 1. Norme di sicurezza

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i tubi a sollecitazioni meccaniche.
- Non esporre i cavi di collegamento a sollecitazioni alla trazione.
- Il tubo può essere utilizzato esclusivamente con il supporto S (1014525).

Tensioni e correnti eccessive e temperature catodiche non idonee possono distruggere i tubi.

- Rispettare i parametri di funzionamento indicati.

Durante il funzionamento dei tubi, possono essere presenti tensioni e alte tensioni che rendono pericoloso il contatto.

Per i collegamenti utilizzare esclusivamente cavi di sperimentazione di sicurezza.

- Eseguire i collegamenti soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Se necessario far raffreddare i tubi prima di smontarli.

Il rispetto della Direttiva CE per la compatibilità elettromagnetica è garantito solo con gli alimentatori consigliati.

### 2. Descrizione

Il tubo a doppio fascio consente di determinare la carica specifica  $e/m$  in base al diametro del fascio elettronico, in caso di bombardamento tangenziale e di campo magnetico ad allineamento perpendicolare, nonché per l'osservazione delle orbite a spirale degli elettroni con bombardamento assiale e campo magnetico coassiale.

Il tubo a doppio fascio è un corpo in vetro riempito con neon e parzialmente svuotato con cannone elettronico tangenziale e assiale, ciascuno con un catodo degli ossidi riscaldato indirettamente. I fasci elettronici disposti perpendicolari tra loro consentono di avere una piastra di deflessione comune per i due cannoni elettronici. Le orbite degli elettroni sono rese visibili, sotto forma di fascio luminoso sottile leggermente arancione, per effetto dell'eccitazione per urto degli atomi di neon.

### 3. Dati tecnici

Tensione di riscaldamento:	max. 7,5 V CA/CC
Corrente anodica:	max. 30 mA
Tensione anodica:	Valore massimo in modo che la corrente anodica $\leq 30$ mA (tipico 120-300 V CC)
Tensione di deflessione:	max. 50 V CC
Ampolla:	ca. 130 mm $\varnothing$
Lunghezza totale:	ca. 260 mm
Gas:	Neon

### 4. Utilizzo

Per l'esecuzione degli esperimenti con il tubo a doppio fascio sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 Portatubo S	1014525
1 Alimentatore 500 V (115 V, 50/60 Hz)	1003307
oppure	
1 Alimentatore 500 V (230 V, 50/60 Hz)	1003308
1 Coppia di bobine di Helmholtz S	1000611
2 Multimetro analogico AM50	1003073

#### 4.1 Inserimento del tubo nel portatubi

- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Spingere il tubo nel supporto con una leggera pressione finché i contatti dello spinotto non si trovano interamente nel supporto; rispettare una posizione univoca dello spinotto di guida.

#### 4.2 Rimozione del tubo dal portatubi

- Per estrarre il tubo, con l'indice della mani destra premere dal di dietro sullo spinotto di guida, fino ad allentare gli spinotti di contatto. Quindi estrarre il tubo.

#### 4.3 Note

1. Limitazione della corrente anodica: per evitare le sostanze chimiche emesse dai catodi a causa del bombardamento troppo forte con ioni positivi sugli elettrodi, occorre limitare la corrente anodica a 30 mA ogni qualvolta possibile. Correnti maggiori sono tollerabili per breve tempo, per periodi prolungati tuttavia riducono la normale durata del tubo.
2. Stabilità termica dei catodi: per lo stesso motivo, è da evitare il bombardamento di un catodo freddo, mentre è in fase di riscaldamento.
3. Focalizzazione del raggio: grazie a tensioni

minori  $U_P$  sulla piastra di deflessione è possibile focalizzare il raggio. Le tensioni superiori a 6 V determinano un peggioramento dei risultati.

### 5. Esperimento di esempio

#### 5.1 Valutazione di $e/m$

Un elettrone di massa  $m$  e di carica  $e$ , che si muove con una velocità  $v$  verticalmente rispetto al campo magnetico  $B$ , è soggetto alla forza  $F$  che agisce in perpendicolare su  $B$  e  $v$ :

$$F = evB$$

costringe l'elettrone in una guida circolare con raggio di curvatura  $R$  in un piano verticale a  $B$ . La forza centripeta è data da

$$F = \frac{mv^2}{R} = evB.$$

Per l'energia di un elettrone nel tubo a doppio fascio vale la formula:

$$eU_A = \frac{1}{2} mv^2$$

Risolviendo in base a  $v$  e inserendo nell'equazione di ottiene:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U_A}{B^2 R^2}$$

L'espressione  $e/m$  è la carica specifica di un elettrone ed ha una grandezza fissa ( $1,75888 \pm 0,0004$ )  $\times 10^{11}$  C/kg.

##### 5.1.1 Determinazione di $B$

Le bobine hanno un diametro di 138 mm e nella disposizione di Helmholtz una densità di flusso  $B$  di

$$B = \mu_0 H = (4,17 \times 10^{-3}) I_H \text{ T/A}$$

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 3.
- Oscurare l'illuminazione dell'ambiente.
- Impostare la tensione di riscaldamento  $U_F$  a 6,5 V e attendere alcuni minuti che la temperatura del riscaldamento si stabilizzi (vedi le note al punto 4.3).
- Impostare la tensione anodica  $U_A$  a 90 V e attendere che la corrente anodica si stabilizzi (tensione delle piastre  $U_P = 0$  V).
- Impostare la corrente della bobina  $I_H$  in modo tale che il raggio deviato passi attraverso il punto A sul bordo dello schermo fluorescente. Allo stesso tempo focalizzare il raggio per mezzo di una tensione delle piastre  $U_P$  di 6 V al massimo.
- Aumentare  $U_A$  e impostare  $I_H$  in modo tale che il raggio deviato passi sempre attraverso

so il punto A. Aumentare la tensione anodica solo nella misura in cui la corrente anodica non superi 30 mA.

- Raggruppare i valori in una tabella.

$U_A$ (Volt)	$I_H$ (Ampere)
90	
100	
110	
120	

### 5.1.2 Determinazione di $R$

Il fascio elettronico presso C esce dal cannone elettronico sull'asse longitudinale del tubo, che forma una tangente ad ogni deflessione circolare del raggio. Il centro della guida circolare è il punto B, che si trova sul piano DCD' circa a 2 mm di distanza dal piano EE' (vedi fig. 1).

$$AB^2 = BC^2 + AC^2 - 2BC \cdot DC$$

$$R = BC = AB = \frac{AC^2}{2DC} = \frac{x^2 + y^2}{2y}$$

$$R^2 = \left[ \frac{x^2 + y^2}{2y} \right]^2$$

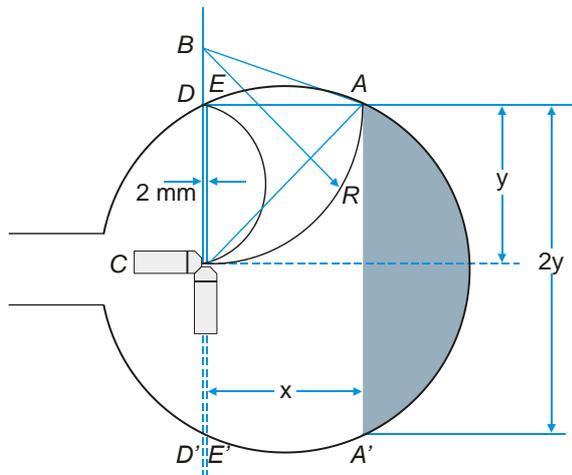


Fig. 1 Determinazione di  $R$

### 5.2 Deflessione circolare e determinazione di $e/m$

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 4.
- Impostare la tensione anodica  $U_A$  a 100 V e attendere che la corrente anodica si stabilizzi (tensione delle piastre  $U_P = 0$  V).
- Impostare la corrente della bobina  $I_H$  in modo tale che il raggio deviato si muova in cerchio e il piano AA' rappresenti una tangente a tale cerchio.

È opportuno osservare il raggio dall'alto perché appare come una linea retta, e focalizzare con una tensione delle piastre di 6 V al massimo.

Nota: la non linearità assiale del raggio determina lo spostamento del raggio dal piano del cannone elettronico. Al fine di ottenere risultati più precisi, occorre ruotare il tubo per mezzo della forcella di supporto in modo tale che il cerchio si trovi sul piano del cannone elettronico. Allo stesso tempo occorre adeguare  $I_H$  in modo tale che il piano AA' formi una buona tangente alla guida circolare. Un lieve spostamento angolare rispetto all'asse del tubo è tollerabile. Il raggio forma anche una lieve spirale invece di seguire la guida circolare.

- Aumentare  $U_A$  ed impostare  $I_H$  in modo tale che il piano AA' formi sempre una tangente al raggio deviato. Aumentare la tensione anodica solo nella misura in cui la corrente anodica non superi 30 mA. Raggruppare i valori in una tabella e rappresentarli graficamente.
- Determinare  $R = AE/2$  e  $R^2 = AE^2/4$  come nell'esperimento 5.1.

Inserendo i valori nell'equazione

$$\frac{e}{m} = \frac{U_A}{I_H^2 R^2} \cdot 1.15 \cdot 10^5$$

si può calcolare un valore approssimativo per  $e/m$ .

### 5.3 Effetto di un campo magnetico assiale

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 5.
- Inserire una bobina dalla parte anteriore nella scanalatura del portatubi in modo tale da racchiudere lo schermo fluorescente.
- Impostare la tensione anodica  $U_A$  a 60 V al massimo V e attendere che la corrente anodica si stabilizzi (tensione delle piastre  $U_P = 0$  V).
- Aumentare lentamente la corrente della bobina  $I_H$ .

Con un solo vettore assiale della velocità  $v_a$  si corregge la non linearità assiale del raggio e coincide con quella del vero asse del campo.

- Marcare con un perno in feltro la posizione del raggio.
- Impostare  $I_H$  a 1,5 A, aumentare lentamente  $U_P$  in modo tale che un secondo vettore della velocità  $v_p$  agisca sul raggio.
- Osservare il fascio elettronico attraverso la bobina.

Il percorso dei raggi si trasforma in un'ellisse. Il raggio in questo caso non si muove intorno all'asse del campo, bensì torna sempre indietro dopo ogni percorso ad anello.

- Invertire il campo  $B$  invertendo la polarità della bobina di Helmholtz ed osservare il raggio.

- Modificare la tensione anodica ed osservare l'effetto sull'ellisse, tornare quindi a 60 V. Aumentare la tensione anodica solo nella misura in cui la corrente anodica non superi 30 mA.

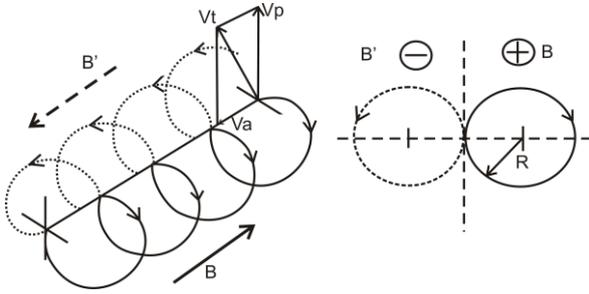


Fig. 2 Ellisse del raggio deviato

## 6. Note

1. Il raggio circolare dell'esperimento 5.2 è visibile per mezzo di emissioni di fotoni. Tale energia va persa e non viene sostituita. Per questo motivo il raggio tende ad un andamento a forma di spirale invece di seguire una guida circolare. Con un raggio fisso  $R$  ed una guida circolare reale,  $U_A/I_H^2$  è maggiore rispetto alla misurazione, l'errore nella determinazione di  $e/m$  è quindi sempre di segno negativo. Ciononostante si ottengono dei risultati con una precisione del 20%.

2. Negli esperimenti con raggi a deflessione circolare quale l'esperimento 5.1, si ottengono dei risultati maggiori rispetto al valore di letteratura. I punti A e E verso i quali il raggio viene deviato, si trovano al di fuori della regione omogenea delle bobine di Helmholtz. La densità di flusso in questi punti diminuisce. Con un raggio determinato  $R$  e un campo omogeneo,  $U_A/I_H^2$  è minore rispetto alla misurazione, l'errore nella determinazione di  $e/m$  è quindi sempre di segno positivo. Ciononostante si ottengono dei risultati con una precisione del 20%.

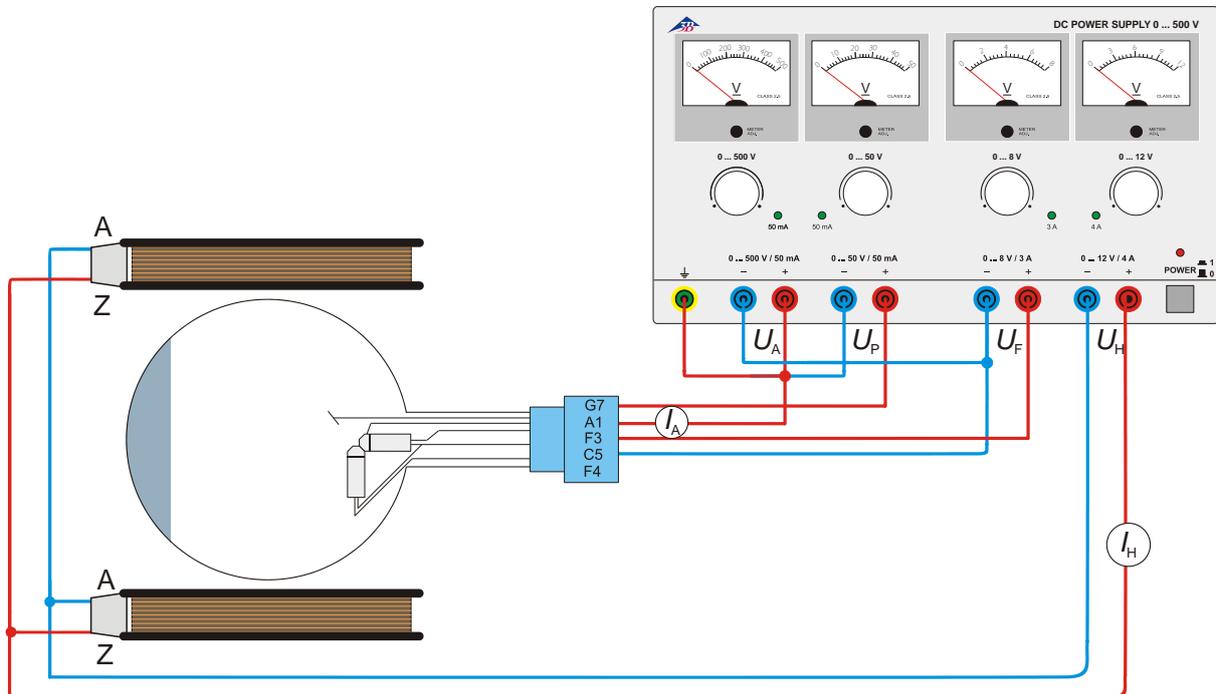


Fig. 3 Determinazione di  $e/m$  per mezzo del cannone elettronico assiale

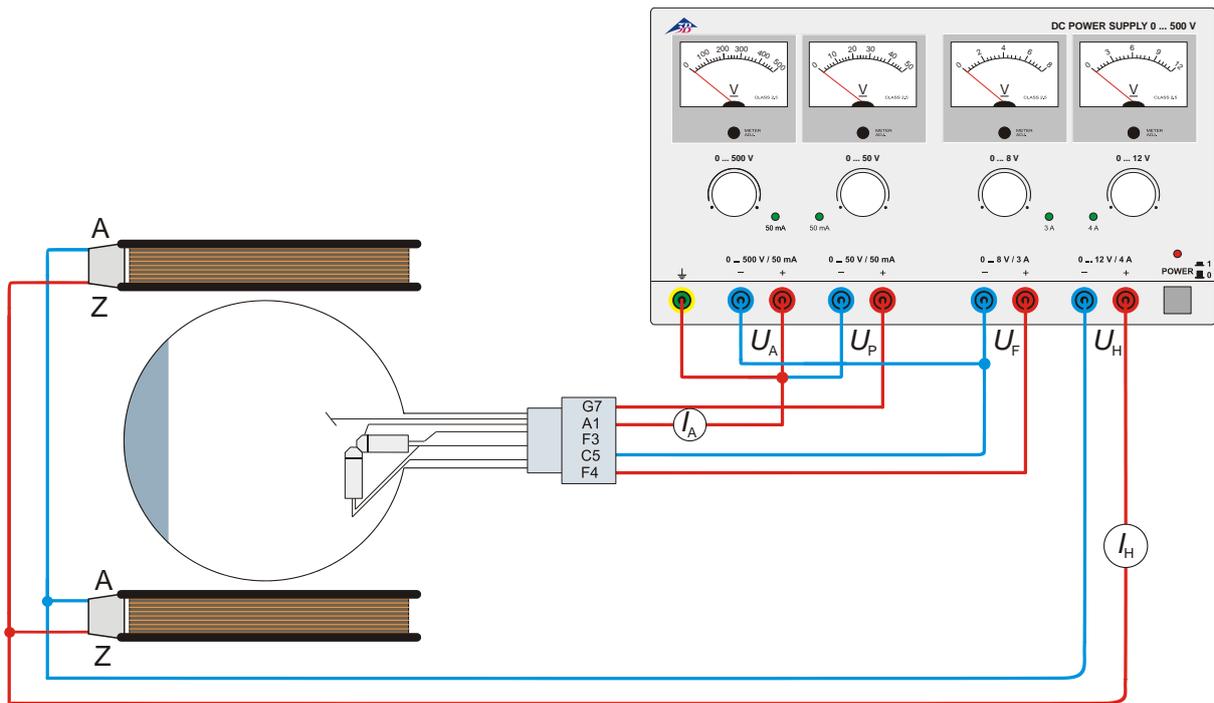


Fig. 4 Determinazione di  $e/m$  per mezzo del cannone elettronico verticale

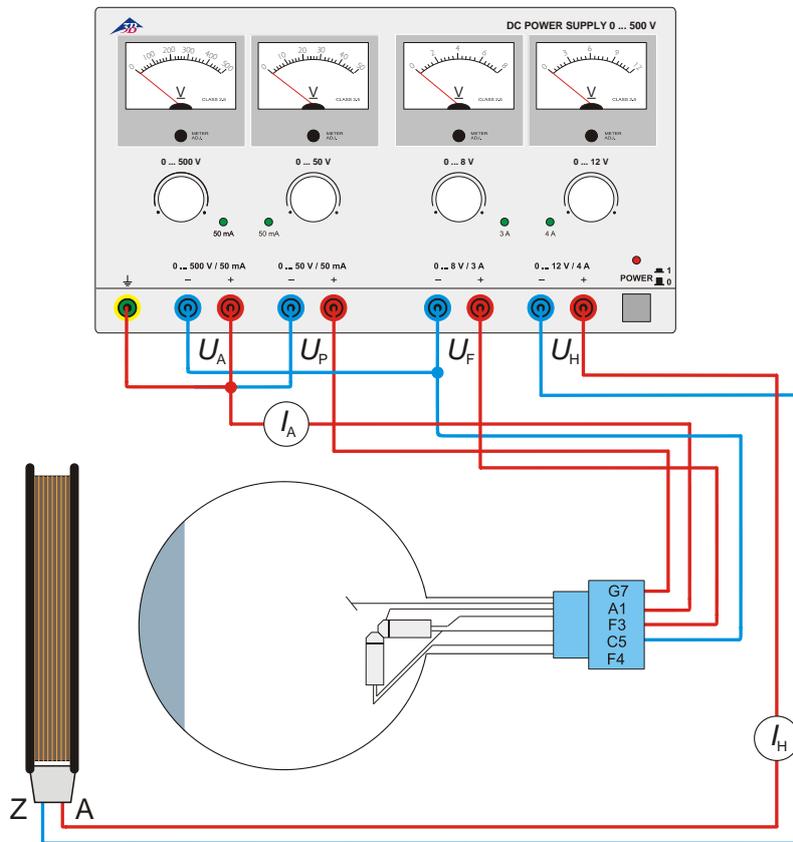


Fig. 5 Effetto di un campo magnetico assiale

