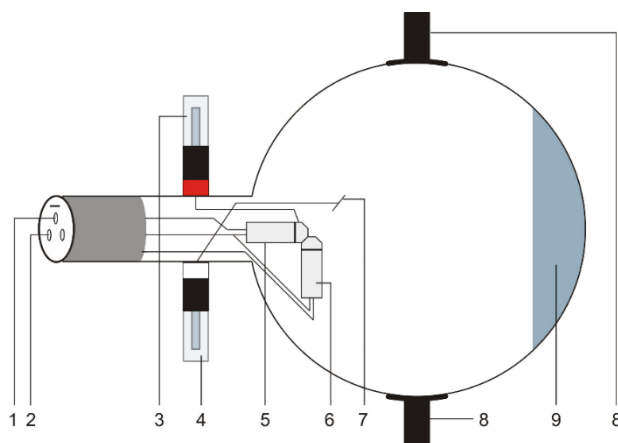


Tubo a doppio fascio D 1000654

Istruzioni per l'uso

11/17 ALF



- 1,2 Connettore da 4 mm per il collegamento di riscaldamento e catodo
- 3 Spinotto da 4 mm per il collegamento dell'anodo
- 4 Spinotto da 4 mm per il collegamento della piastra di deflessione
- 5 Cannoni elettronici assiali
- 6 Cannoni elettronici verticali
- 7 Piastra di deflessione
- 8 Supporto
- 9 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 D (1008507).

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.

- 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 ≤ 30 mA (tipico 120-300 V CC)
Tensione di deflessione:	max. 50 V DC
Bulbo di vetro:	ca. 130 mm Ø
Lunghezza totale:	ca. 260 mm
Riempimento di gas:	Neon

4. Utilizzo

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

1	Supporto per tubo D	1008507
1	Alimentatore CC, 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)	1003308
oppure		
1	Alimentatore CC, 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)	1003307
1	Coppia di bobine di Helmholtz D	1000644
2	Multimetro digitale P1035	1002781

4.1 Inserimento del tubo nel supporto per tubo

- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Spingere completamente all'indietro il dispositivo di fissaggio della porta valvole.
- Inserire il tubo nei morsetti.
- Bloccare il tubo nei morsetti mediante i cursori di fissaggio.

4.2 Rimozione del tubo dal supporto per tubo

- Per rimuovere il tubo, spingere di nuovo all'indietro i cursori di fissaggio e rimuoverlo.

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 :

$$F = e \cdot v \cdot B$$

costringe l'elettrone in una guida circolare con raggio di curvatura R in un piano verticale a B . La

forza centripeta è data da

$$F = \frac{mv^2}{R} = e \cdot v \cdot B.$$

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

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

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

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

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. 4.
- 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 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 di elettroni (fascio 1) esce dal cannone elettronico in C lungo l'asse longitudinale del tubo. Questo asse forma una tangente a ogni traiettoria circolare risultante dalla deflessione del fascio. Il centro di questa traiettoria circolare è il punto B . Si trova nel piano DCD' , a ca. 2 mm dal piano EE' , nel quale si trova il secondo fascio di elettroni (fascio 2) (vedere fig. 1).

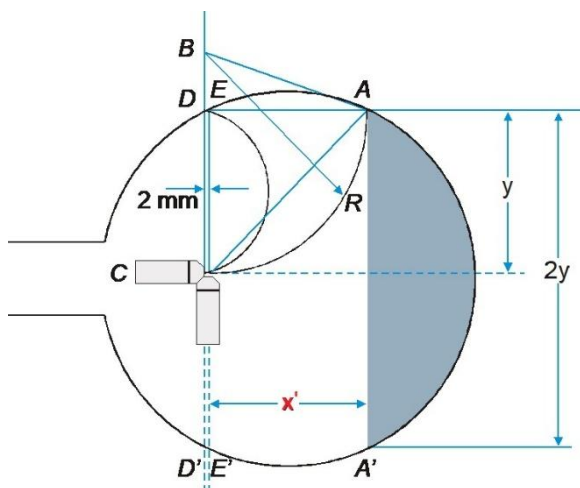


Fig. 1 Determinazione di R

Con:

$$EA = x' ; x = x' + 2 \text{ mm}$$

si ottiene:

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

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

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

Determinazione di y :

Il diametro dello schermo fluorescente deve essere determinato manualmente $\Rightarrow 2y$

Determinazione di x :

Senza campo magnetico ($B = 0$), il fascio 2 colpisce il bulbo di vetro nel punto E . La distanza tra E e lo schermo fluorescente nel punto A , cioè $EA = x'$, deve essere determinata. Poiché il fascio 1 lascia il cannone elettronico ca. 2 mm dietro il fascio 2, si applica la seguente relazione: $x = x' + 2 \text{ mm}$

5.2 Deflessione circolare e determinazione di e/m

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 5.
- Impostare la tensione anodica U_A a 100 V e attendere che la corrente anodica si stabilizzi (tensione delle piastre $U_P = 0 \text{ V}$).
- 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

- Collocare il tubo a 90° rispetto alla sua normale posizione sul supporto per tubo (vedi fig. 2).
- Inserire una bobina nel supporto per tubo in modo tale da racchiudere lo schermo fluorescente. Cablare il tubo come indicato nella fig. 6.

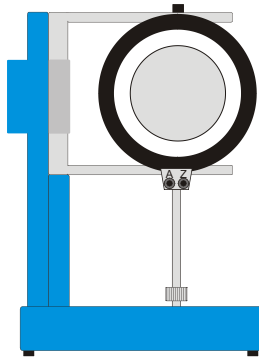


Fig. 2 Inserire la bobina

- 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.

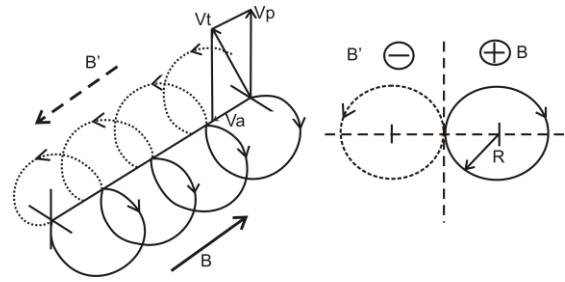


Fig. 3 Ellisse del raggio deviato

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%.

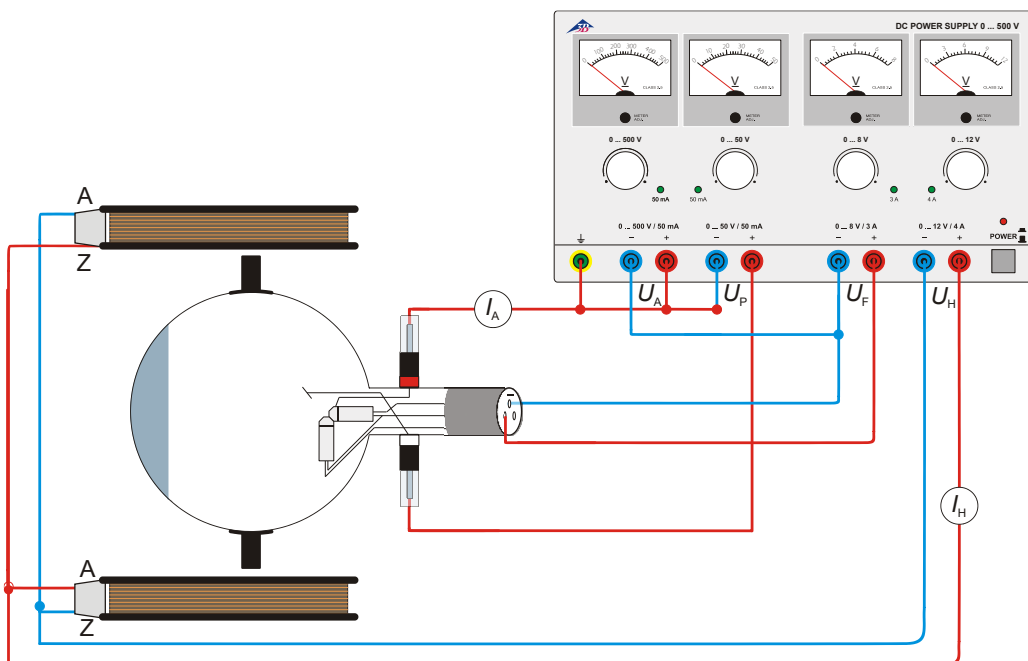


Fig. 4 Determinazione di e/m per mezzo del cannone elettronico assiale

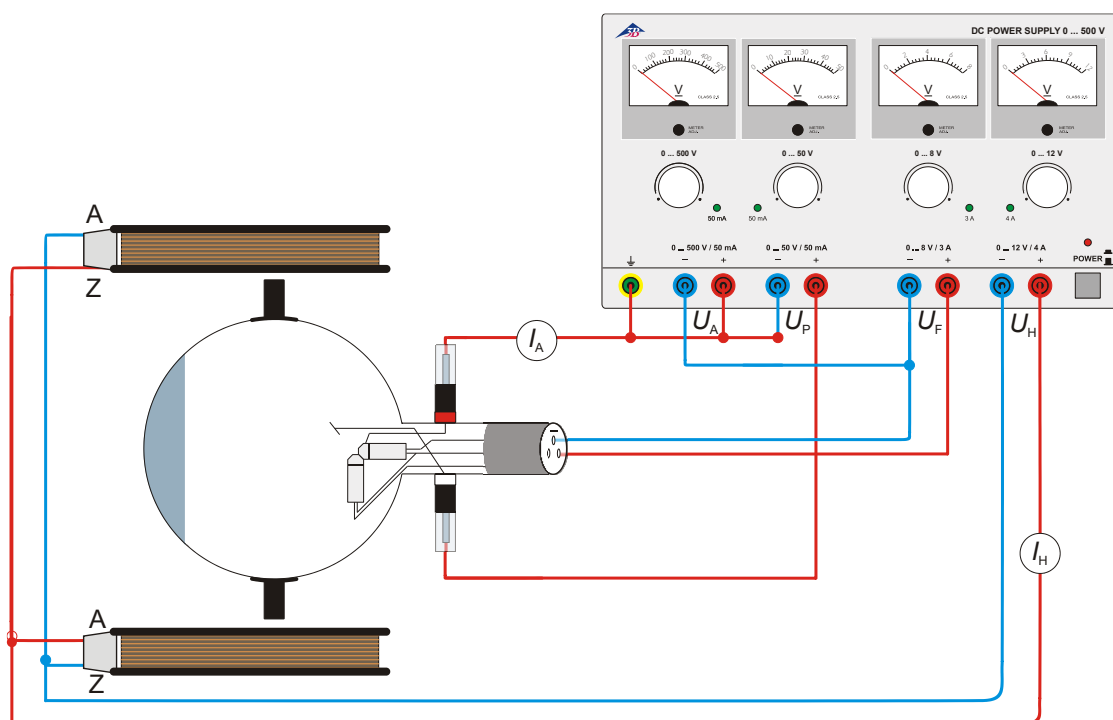


Fig. 5 Determinazione di e/m per mezzo del cannone elettronico verticale

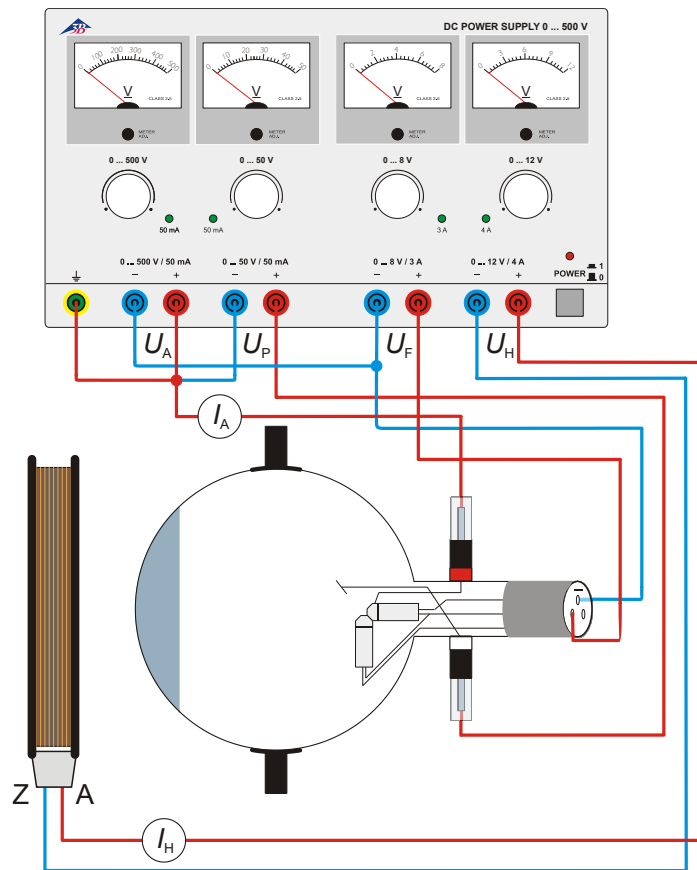


Fig. 6 Effetto di un campo magnetico assiale