

Apparecchio tubo a fascio elettronico 1009948 Tubo a fascio elettronico T 1024632

Istruzioni per l'uso

05/12 SD/ALF



caso di danni visibili) e al sicuro da ogni funzionamento involontario.

Nelle scuole e negli istituti di formazione l'utilizzo dell'apparecchio deve essere controllato responsabilmente da personale addestrato.

Durante il funzionamento dell'apparecchio, sullo zoccolo del tubo possono essere presenti tensioni che rendono pericoloso il contatto.

- Utilizzare sempre l'apparecchio solo se il tubo è inserito.
- Montare e smontare il tubo soltanto con l'alimentatore disinserito.
- Collegare l'apparecchio solo a prese con conduttore di protezione collegato a terra.
- Sostituire il fusibile difettoso solo con un fusibile corrispondente al valore originale (v. retro dell'alloggiamento).
- Prima di sostituire i fusibili, scollegare la spina di rete.
- Non mettere mai in cortocircuito il fusibile o il portafusibili.
- Lasciare sempre libere le fessure di ventilazione sul retro dell'alloggiamento, per assicurare una sufficiente circolazione dell'aria per il raffreddamento dei componenti interni.

1. Norme di sicurezza

L'apparecchio tubo a fascio elettronico risponde alle disposizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, di comando, di regolazione e da laboratorio della norma DIN EN 61010 parte 1 ed è realizzato in base alla classe di protezione I. L'apparecchio è pensato per l'utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti o dispositivi elettrici.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro dell'apparecchio. La sicurezza non è tuttavia garantita se l'apparecchio non viene utilizzato in modo appropriato o non viene trattato con cura.

Se si ritiene che non sia più possibile un funzionamento privo di pericoli, l'apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio (ad es. in

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.
- Attendere ca. 1 minuto prima di impostare la tensione anodica, finché si stabilizza la temperatura della spirale di riscaldamento.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Lasciare raffreddare il tubo prima di rimuoverlo.

2. Descrizione

Apparecchio tubo a fascio elettronico

L'apparecchio tubo a fascio elettronico viene utilizzato, in abbinamento al tubo a fascio elettronico T (1024632), per determinare la carica specifica dell'elettrone e per analizzare la deflessione di fasci elettronici in un campo magnetico omogeneo.

Le bobine di Helmholtz sono fissate sull'apparecchio e il tubo a fascio elettronico intercambiabile si trova su uno zoccolo ruotabile di 270°. Entrambi sono collegati internamente all'apparecchio, non è necessario alcun cablaggio esterno. Tutte le tensioni di comando del tubo e la corrente che attraversa le bobine di Helmholtz sono regolabili. La tensione anodica e la corrente delle bobine vengono visualizzate in maniera digitale e possono inoltre essere rilevate come valori equivalenti.

Tubo a fascio elettronico T

Nel tubo a fascio elettronico, un sistema di fasci di elettroni composto da un catodo degli ossidi riscaldato indirettamente, un anodo vuoto e un cilindro di Wehnelt genera un fascio elettronico dai contorni nitidi in atmosfera con gas residuo all'elio e pressione del gas regolata in modo preciso. La ionizzazione d'urto di atomi di elio forma una traccia chiarissima e dai contorni precisi dell'orbita degli elettroni nel tubo. In condizioni di inclinazione ottimale del tubo e corrente adeguata attraverso le bobine di Helmholtz, gli elettroni vengono deviati su una guida circolare. Il rispettivo diametro è facilmente individuabile se gli elettroni si incontrano esattamente su una delle tacche equidistanti di misurazione, illuminandone l'estremità.

Per il funzionamento del tubo a fascio elettronico occorre un apparecchio tubo a fascio elettronico (1009948).

3. Dotazione

a) Apparecchio tubo a fascio elettronico

- 1 Apparecchio
- 1 Kit di cavi di allacciamento EU, UK, US
- 1 Istruzioni per l'uso

b) Tubo a fascio elettronico T

- 1 Tubo a fascio elettronico
- 1 Istruzioni per l'uso

4. Dati tecnici

a) Apparecchio tubo a fascio elettronico

Coppia di bobine di Helmholtz:

- Diametro bobina: circa 300 mm
- Numero di spire: 124
- Campo magnetico: da 0 a 3,4 mT (0,75 mT/A)

Apparecchio:

- Corrente della bobina: da 0 a 4,5 A
- Uscita di misura: $U_{OUT} = I_H \cdot \frac{1V}{1A}$
- Tensione anodo: da 15 a 300 V, 10 mA max.
- Uscita di misura: $U_{OUT} = \frac{U_A}{100}$
- Tensione di accensione: da 5 a 7 V CC, 1 A max.
- Tensione di Wehnelt: da 0 a -50 V
- Display: display LED digitale a 3 cifre per corrente di bobina e tensione anodica

Precisione

- display: 1% + 2 digit
- uscite di misura: 1%
- Attacchi
- uscite di misura: jack di sicurezza da 4 mm

Dati generali:

- Angolo di rotazione per tubo: da -10° a +270°
- Tensione di alimentazione: 100 – 240 V, 50/60 Hz
- Cavo di allacciamento alla rete: EU, UK e US
- Dimensioni: ca. 310x275x410 mm³
- Peso: ca. 7,5 kg

b) Tubo a fascio elettronico T

- Gas: elio
- Pressione gas: 0,13 hPa
- Diametro pistone: 165 mm
- Diametro guida circolare: da 20 a 120 mm
- Distanza tra le tacche di misurazione: 20 mm

5. Basi generali

Su un elettrone che si sposta verticalmente rispetto ad un campo magnetico omogeneo B alla velocità v , ortogonalmente rispetto alla velocità e al campo magnetico agisce la forza di Lorentz

$$F = e \cdot v \cdot B \quad (1)$$

e : carica fondamentale

Spinge l'elettrone come forza centripeta

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (2)$$

m : massa elettronica

su una guida circolare con il raggio r . Pertanto, si ha

$$e \cdot B = \frac{m \cdot v}{r} \quad (3)$$

La velocità v dipende dalla tensione di accelerazione U del cannone elettronico:

$$v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U} \quad (4)$$

Per la carica specifica dell'elettrone vale quindi:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U}{(r \cdot B)^2} \quad (5)$$

Se per tensioni di accelerazione diverse U e per campi magnetici diversi B si misura rispettivamente il raggio della guida circolare r , i valori di misura in un diagramma $r^2 B^2 - 2U$ secondo l'equazione (5) si trovano su una retta di origine con incremento e/m .

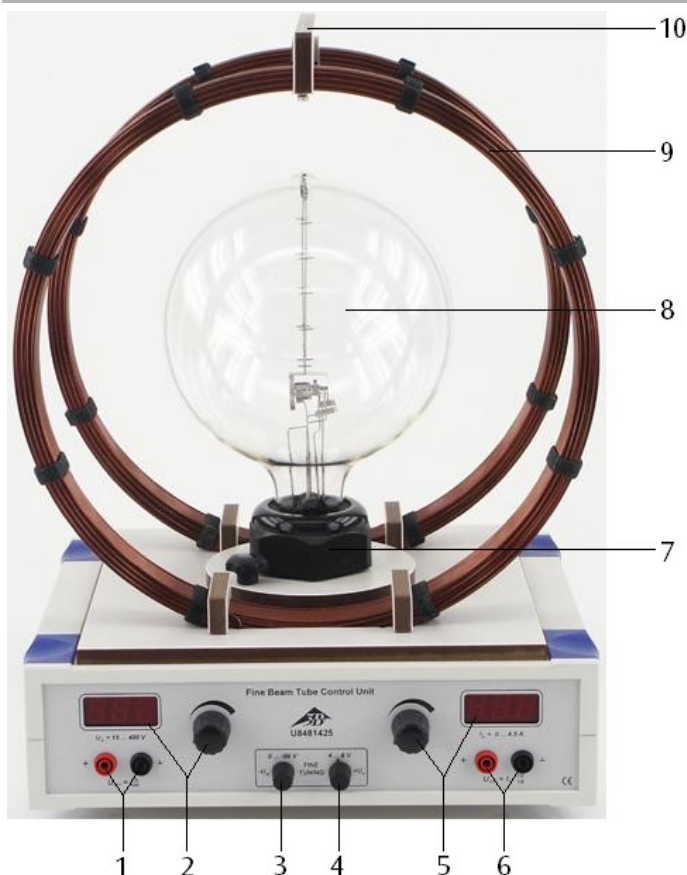
Il campo magnetico B viene generato in una coppia di bobine di Helmholtz ed è proporzionale alla corrente I_H attraverso una singola bobina. Il fattore di proporzionalità k può essere calcolato sulla base del raggio della bobina $R = 147,5 \text{ mm}$ e del numero di spire $N = 124$ per bobina:

$$B = k \cdot I_H \quad (6)$$

$$\text{con } k = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R} = 0,756 \frac{\text{mT}}{\text{A}}$$

Pertanto, tutte le grandezze di determinazione per la carica elettronica specifica sono note.

6. Elementi di comando dell'apparecchio



- 1 Uscita di misura per tensione di accelerazione
- 2 Regolatore e display tensione di accelerazione
- 3 Regolatore tensione di Wehnelt
- 4 Regolatore tensione di riscaldamento
- 5 Regolatore e display corrente di bobina
- 6 Uscita di misura per corrente di bobina
- 7 Zoccolo ruotabile
- 8 Tubo a fascio elettronico T (1024632)
- 9 Bobine di Helmholtz
- 10 Maniglia di trasporto

11 Collegamento alla rete

7. Comandi

7.1 Montaggio del tubo a fascio elettronico

- Avvitare il dado a risvolto ruotando verso sinistra.
- Controllare che il tubo a fascio elettronico non presenti contatti piegati.
- Inserire il tubo perpendicolarmente rispettando il corretto orientamento degli spinotti di contatto e prestando attenzione al pin di codifica! (vedere la fig. 1).

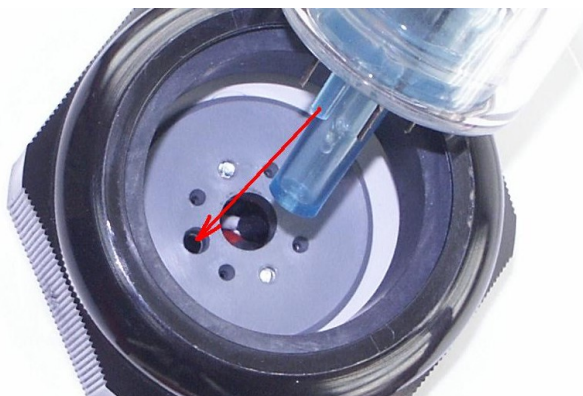


Fig. 1: Inserimento del tubo

- Premendo leggermente, spingere il tubo verso il basso fino all'appoggio.
- **Nota:** Misurare l'altezza dallo zoccolo fino al bordo superiore del dado a risvolto e riportare al tubo. In questo modo sarà possibile riconoscere se il tubo è ben inserito nello zoccolo.
- Serrare con robustezza il dado a risvolto ruotando verso destra, facendo attenzione a rispettare l'allineamento verticale del tubo.

Attenzione: Se la vite a testa zigrinata non è ben serrata, il tubo non è bloccato in modo sicuro e durante il trasporto potrebbe cadere!



Fig. 2: Tubo inserito

7.2 Regolazione del fascio elettronico

- Portare l'apparecchio tubo a fascio elettronico in una stanza oscurata.
- Posizionare il tubo come sopra raffigurato (direzione del tubo d'urto di elettroni perpendicolare al campo magnetico delle bobine di Helmholtz). Nota sulla rotazione del tubo vedere punto 7.3.
- Portare il regolatore della tensione di riscaldamento in posizione intermedia (circa 6 V).
- Posizionare il regolatore della corrente di bobina sulla battuta sinistra, quindi su 0 A.
- Attendere ca. 1 minuto finché si stabilizza la temperatura della spirale di riscaldamento.
- Aumentare lentamente la tensione anodica fino a massimo 300 V (il fascio elettronico inizialmente orizzontale viene reso visibile da una debole luce blu).
- Selezionare la tensione di Wehnelt in modo che si possa vedere un sottilissimo fascio di raggi dai contorni nitidi.
- Ottimizzare la nitidezza e la luminosità del fascio di raggi modificando la tensione di riscaldamento.
- Aumentare la corrente di bobina IH agendo sulle bobine di Helmholtz e controllare se il fascio elettronico si incurva verso l'alto.
- Se il fascio viene deviato verso il basso, ruotare il tubo di 180°.
- Aumentare ulteriormente la corrente di bobina e controllare se il fascio elettronico genera una guida circolare chiusa in se stessa. Eventualmente ruotare leggermente il tubo.
- Eseguire l'esperimento come sotto descritto.

7.3 Rotazione del tubo

Il tubo è fissato su uno zoccolo ruotabile da -10° fino a 270° .

- Per ruotare il tubo, allentare la vite a testa zigrinata. **Non svitare!**
- A tale scopo, **non** ruotare il tubo, bensì il piatto girevole o il dado a risvolto.
- Serrare nuovamente la vite a testa zigrinata.

Attenzione: se la vite a testa zigrinata non è del tutto serrata, il tubo non è bloccato in modo sicuro e durante il trasporto potrebbe cadere!

7.4 Sostituzione dei fusibili

- Disconnettere l'alimentazione elettrica ed estrarre assolutamente la spina.
- Estrarre il portafusibili sul retro dell'alimentatore utilizzando un cacciavite piatto (vedere fig. 3).
- Applicare il cacciavite dal lato del connettore a freddo.
- Sostituire il fusibile e reinserire il supporto.



Fig. 3: Sostituzione dei fusibili

8. Cura e manutenzione

- Prima della pulizia, scollegare l'apparecchio dall'alimentazione.
- Per la pulizia utilizzare un panno morbido e umido.

9. Smaltimento

- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Non gettare l'apparecchio nei rifiuti domestici. Per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.



10. Esempi di esperimenti

Determinazione della carica specifica e/m dell'elettrone

- Impostare la corrente di bobina in modo che il raggio della guida circolare sia di 5 cm e annotare il valore impostato.
- Ridurre la tensione anodica in fasi da 20 V fino a 200 V, quindi impostare la corrente di bobina I_H in modo che il raggio rimanga costante e annotare questi valori.
- Registrare ulteriori serie di misurazioni per i raggi da 4 cm e 3 cm della guida circolare.
- Per un'ulteriore analisi, riportare i valori di misura in un diagramma $r^2 B^2 - 2U$.

L'incremento delle rette di origine corrisponde a e/m .

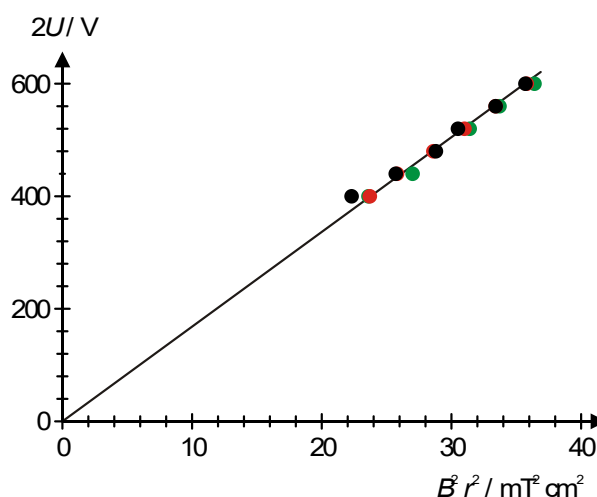


Fig. 4 Diagramma $r^2 B^2 - 2U$ dei valori di misura (nero: $r = 5 \text{ cm}$, rosso: $r = 4 \text{ cm}$, verde: $r = 3 \text{ cm}$)