

Sistema completo compatto per la determinazione della carica specifica dell'elettrone e/m con tubo a fascio filiforme 8001324

Istruzioni per l'uso

09/26 HJB



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 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.

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 .

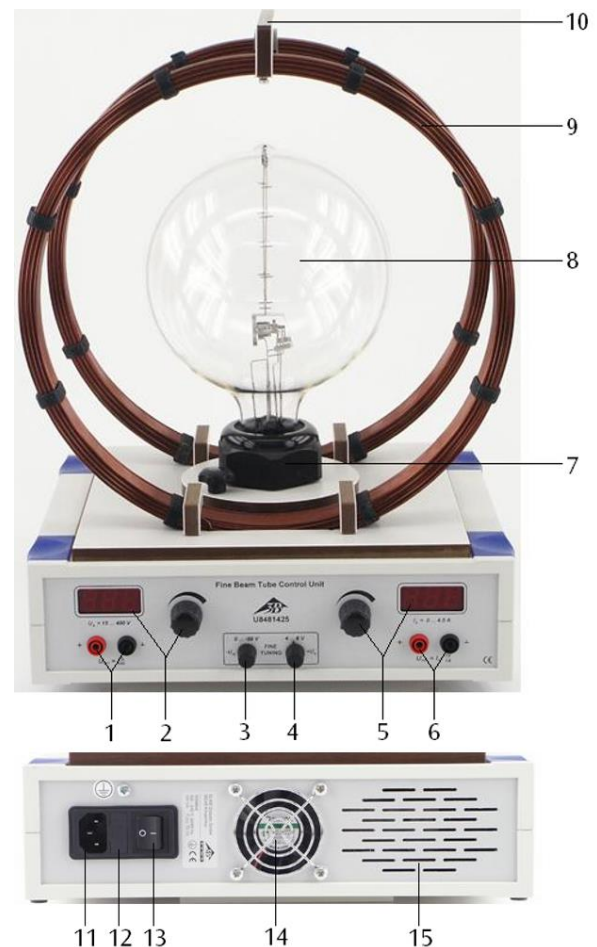
Il campo magnetico B viene generato in una coppia di bobine di Helmholtz ed è proporzionale alla corrente I_H attraverso una singola bobina. Il fattore di proporzionalità k può essere calcolato sulla base del raggio della bobina $R = 147,5$ mm e del numero di spire $N = 124$ per bobina:

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

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

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
- 12 Portafusibili
- 13 Interruttore di rete
- 14 Ventola
- 15 Fessure di ventilazione

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).

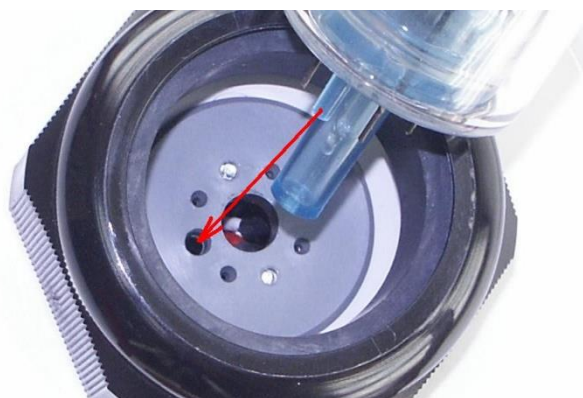


Fig. 1: Inserimento del tubo

- 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.



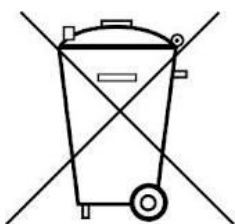
Fig. 3: Sostituzione dei fusibili

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 .

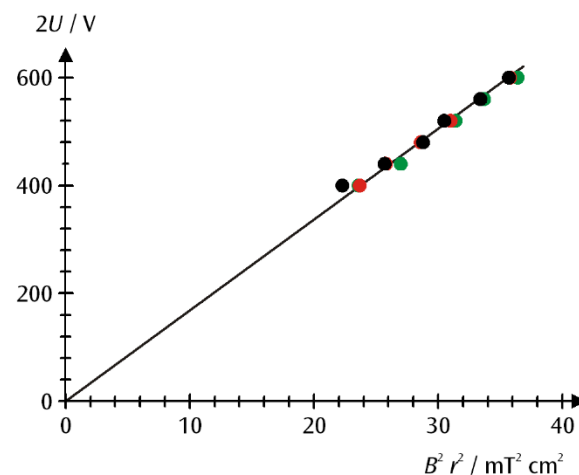


Fig. 4 Diagramma $r^2 B^2 - 2U$ dei valori di misura (nero: $r = 5$ cm, rosso: $r = 4$ cm, verde: $r = 3$ cm)