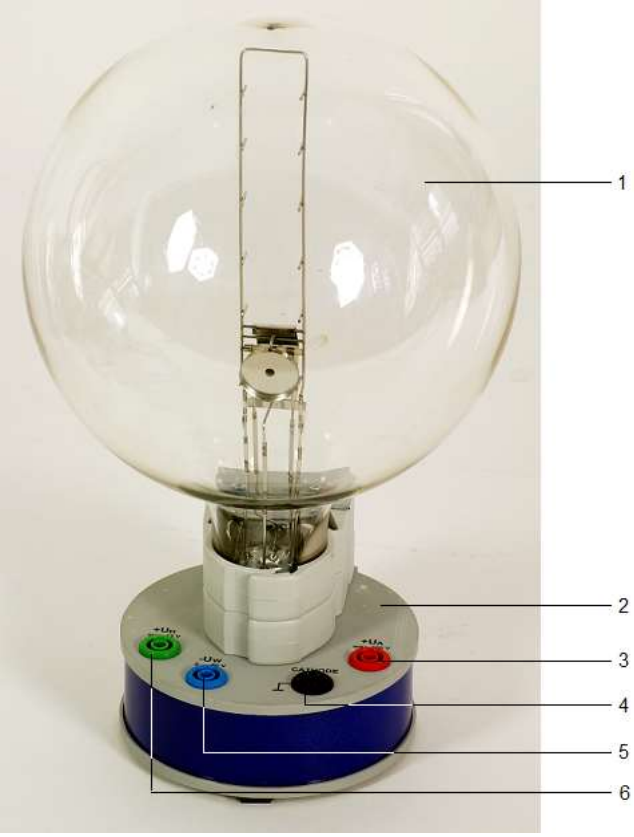
Tubo a fascio elettronico su base di collegamento R 1024633

Istruzioni per l'uso

05/16 ALF



1 Tubo a fascio filiforme
2 Zoccolo di collegamento
3 Jack di raccordo per anodo
4 Jack di raccordo per catodo
5 Jack di raccordo per cilindro di Wehnelt
6 Jack di raccordo per spirale riscaldante

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.

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 l'alimentatore disinserito.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Lasciare raffreddare il tubo prima di rimuoverlo.

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

2. Descrizione

Il tubo a fascio filiforme serve per l'analisi della deflessione dei fasci di elettroni nel campo magnetico omogeneo mediante l'utilizzo della coppia di bobine di Helmholtz (1000906), così come per la determinazione quantitativa della carica specifica dell'elettrone *e/m*.

In un'ampolla è presente un cannone elettronico, composto da un catodo di ossido riscaldato indirettamente, un cilindro di Wehnelt e un anodo vuoto in un'atmosfera con gas residuo al neon con pressione del gas regolata in modo preciso. Gli atomi di gas vengono ionizzati lungo la traiettoria di volo degli elettroni e si forma un fascio visibile, luminoso e delimitato in modo nitido. Le tacche di misurazione incorporate consentono la determinazione priva si parallasse del diametro della guida circolare del raggio deviato nel campo magnetico.

Il tubo a fascio filiforme è montato su una base con jack di raccordo colorati. Per la protezione del tubo, nello zoccolo è installato un circuito di sicurezza che spegne la tensione al di sopra della tensione di interdizione (cutoff voltage) indicata sullo zoccolo del tubo. Il circuito di sicurezza impedisce che una tensione troppo alta distrugga il riscaldamento e fa sì che al momento dell'accensione la tensione salga lentamente.

3. Dati tecnici

Gas di riempimento:	neon
Pressione gas:	$1{,}3 \times 10^{-5}$ bar
Tensione di riscaldamento:	da 5 a 7 V (vedi indicazione „cutoff voltage" sullo zoccolo del tubo)
Corrente di riscaldamento:	< 350 mA
Tensione di Wehnelt:	da 0 a -50 V
Tensione anodica:	da 200 a 300 V
Corrente anodica:	< 3 mA
Diametro del circuito del fascio elettronico:	da 20 a 120 mm
Distanza tra le tacche di misurazione:	20 mm
Diametro pistone:	160 mm
Altezza totale con base:	260 mm
Piastra della base:	115 x 115 x 35 mm^3
Peso:	circa 820 g

4. 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

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

e: carica fondamentale

Spinge l'elettrone come forza centripeta

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

m: massa elettronica

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

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

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

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

Per la carica specifica dell'elettrone vale quindi:

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

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^2B^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:

$B = k \cdot I_H$ con

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

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

5. Dotazione supplementare necessaria

1 Alimentatore CC 300 V (@230 V) 1001012
oppure
1 Alimentatore CC 300 V (@115 V) 1001011
e
1 Alimentatore CC 20 V, 5 A (@230 V) 1003312
oppure
1 Alimentatore CC 20 V, 5 A (@115 V) 1003311
oppure
1 Alimentatore CC 500 V (@230 V) 1003308
oppure
1 Alimentatore CC 500 V (@115 V) 1003307
1 Coppia di bobine di Helmholtz 1000906
1 oppure 2 Multimetro analogico ESCOLA 30 1013526
Cavi di sicurezza per esperimenti

6. Comandi

6.1 Montaggio

- Posizionare il tubo a fascio filiforme tra le bobine di Helmholtz.
- Per poter osservare meglio il fascio elettronico, l'esperimento dovrebbe essere eseguito in una stanza con poca luce.

6.1.1 Collegamento del tubo a fascio filiforme all'alimentatore CC 300 V

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 1.
- Collegare il voltmetro in parallelo all'uscita da 300 V.
- Collegare le bobine in serie all'alimentatore CC 20 V, come indicato nella fig. 2, in modo che la corrente attraversi entrambe le bobine nella stessa direzione.

6.1.2 Collegamento del tubo a fascio filiforme all'alimentatore CC 500 V

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 4.

6.2 Regolazione del fascio elettronico

- Applicare la tensione di riscaldamento, ad esempio a 7,5 V. (La tensione di riscaldamento deve essere inferiore al “cutoff voltage”.)
- 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 I_H agendo sulle bobine di Helmholtz e controllare se il fascio elettronico si incurva verso l'alto.

Qualora non si denoti alcuna curvatura del fascio elettronico:

Invertire la polarità di una delle bobine, in modo che la corrente attraversi entrambe le bobine nella stessa direzione.

Se il fascio elettronico non mostra una curvatura verso l'alto:

- Per invertire la polarità del campo magnetico scambiare i cavi di collegamento dell’alimentatore.
- Aumentare ulteriormente la corrente di bobina e controllare se il fascio elettronico genera una guida circolare chiusa in se stessa.

Se la guida circolare non è chiusa:

- Ruotare il tubo a fascio filiforme con tutta la base attorno all'asse verticale.

7. 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^2B^2-$2U$ (ved. Fig. 3).

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

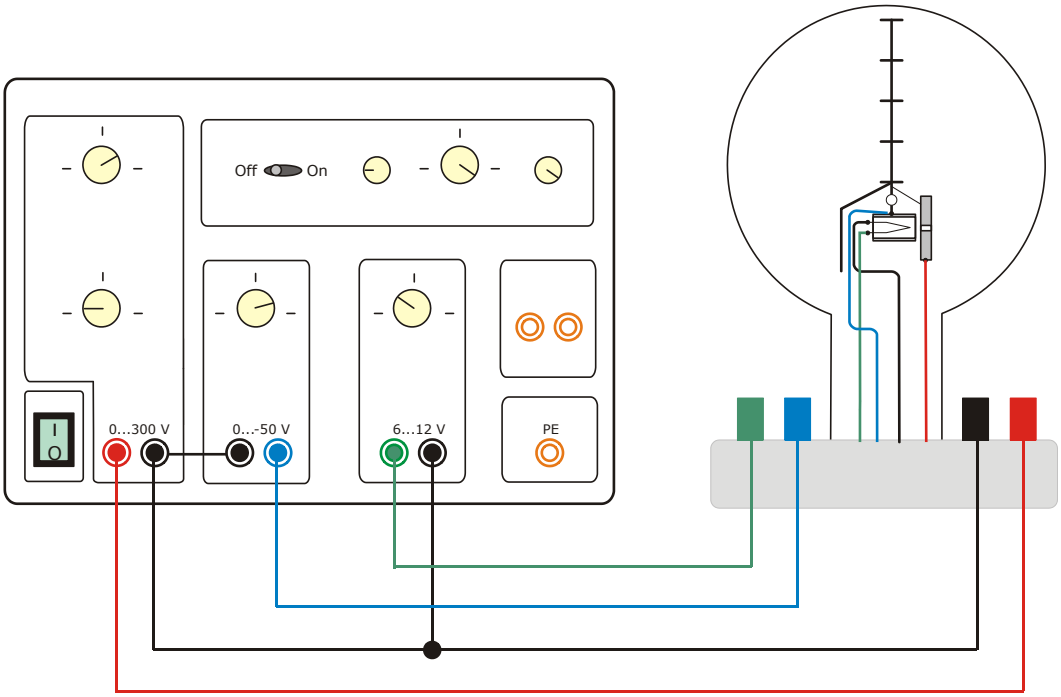


Fig. 1 Collegamento del tubo a fascio elettronico all'a-limentatore CC 300 V

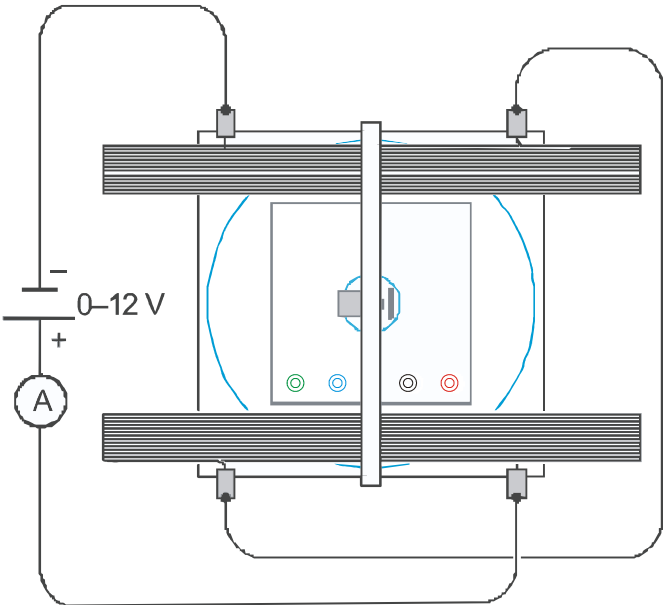


Fig. 2 Collegamento elettrico della coppia di bobine di Helmholtz

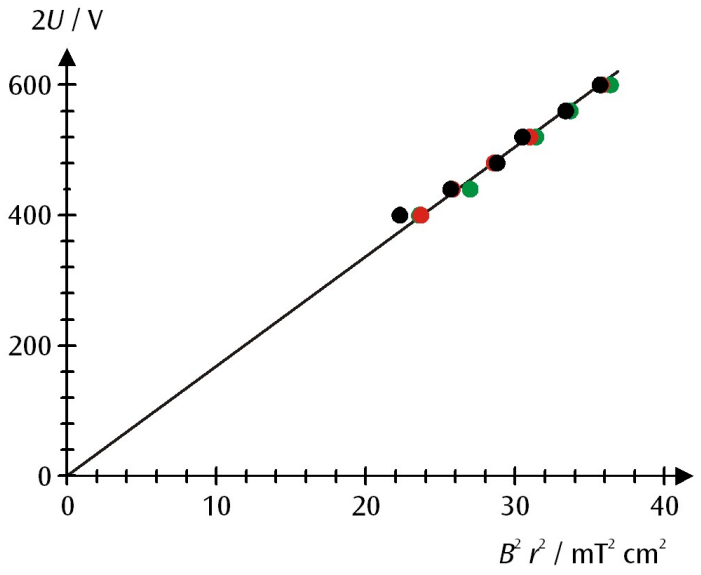


Fig. 3 Diagramma r^2B^2-$2U$ dei valori di misura (nero: r = 5 cm, rosso: r = 4 cm, verde: r = 3 cm)

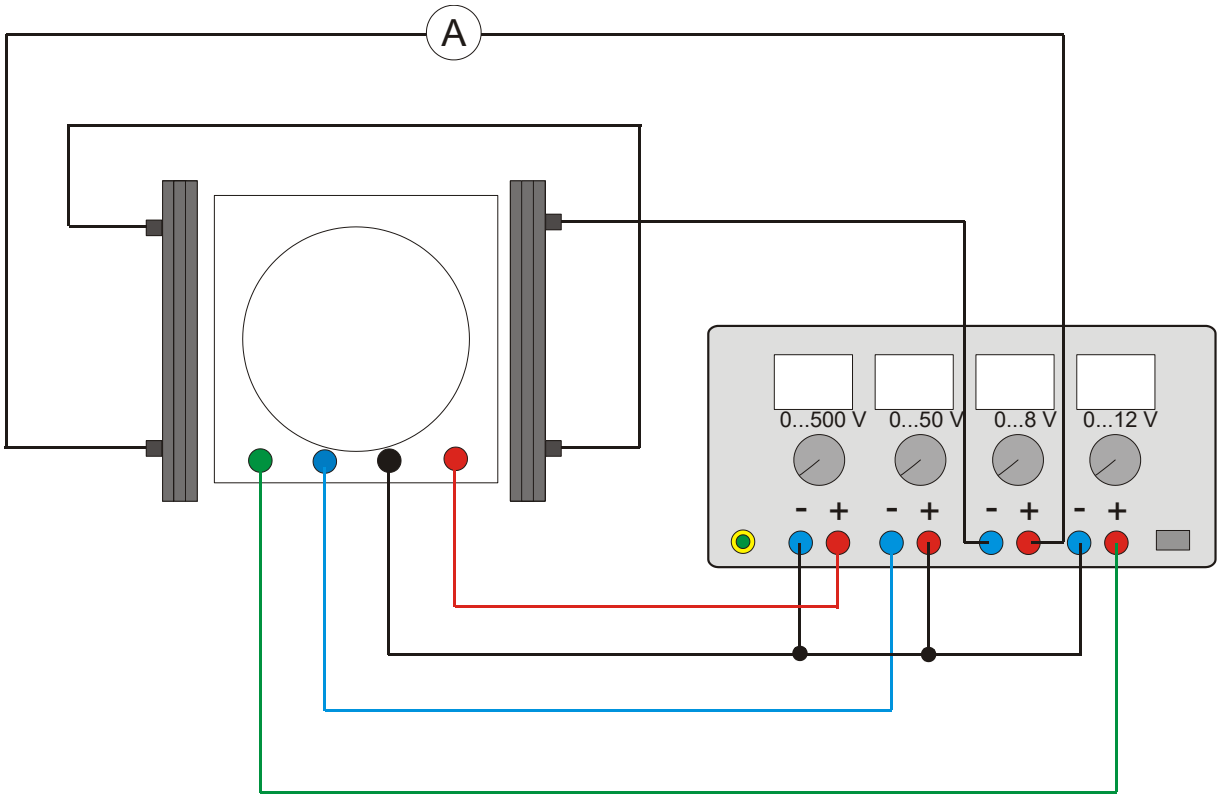


Fig. 4 Collegamento del tubo a fascio filiforme all'a-limentatore CC 500 V

© Copyright 2023 3B Scientific GmbH