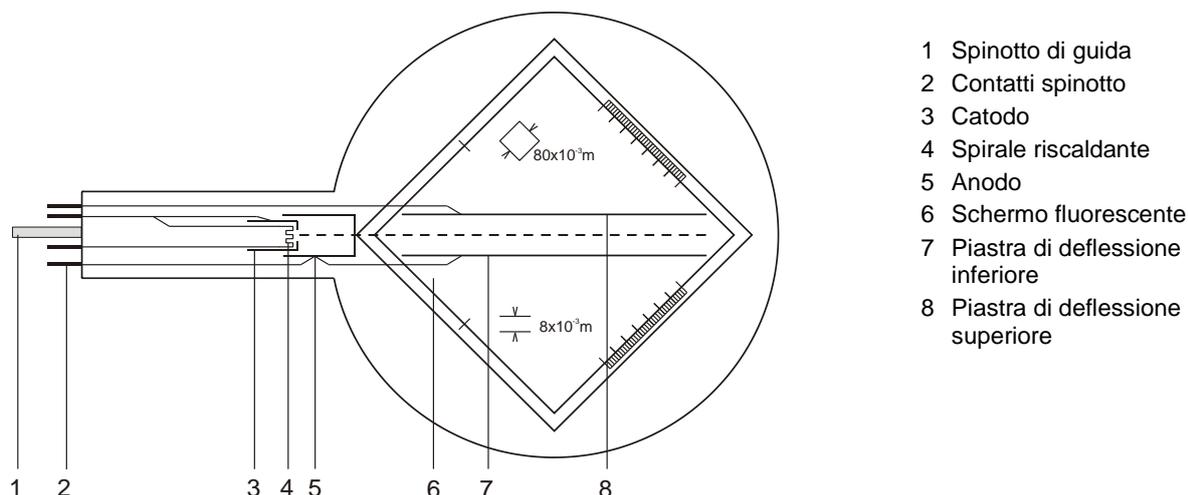


## Tubo di Thomson S 1000617

### Istruzioni per l'uso

09/22 HJB, DA



- 1 Spinotto di guida
- 2 Contatti spinotto
- 3 Catodo
- 4 Spirale riscaldante
- 5 Anodo
- 6 Schermo fluorescente
- 7 Piastra di deflessione inferiore
- 8 Piastra di deflessione superiore

### 1. Avvertenze per la 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 di Thomson serve per analizzare i fasci elettronici in campi elettrici e magnetici. Consente sia una valutazione della carica specifica  $e/m$  sia la determinazione della velocità degli elettroni  $v$ .

Il tubo di Thomson dispone di un cannone elettronico in un'ampolla di vetro sotto vuoto con sistema ad elettrodi focalizzante, di un catodo incandescente al tungsteno riscaldato direttamente e di un anodo cilindrico. Tramite un condensatore a piastre incorporato, è possibile deflettere il fascio elettronico in modo elettrostatico e tramite l'utilizzo delle bobine di Helmholtz S (1000611) in modo magnetico. Le piastre di deflessione sostengono uno schermo fluorescente con reticolo in cm, ruotato di  $10^\circ$  rispetto all'asse del fascio, sul quale è reso visibile l'andamento del fascio elettronico.

### 3. Dati tecnici

Riscaldamento:	$\leq 7,5$ V CA./CC
Tensione anodica:	2000 V – 5000 V CC
Corrente anodica:	ca. 0,1 mA / $U_A = 4000$ V
Tensione del condensatore:	max. 350 V
Distanza piastre condensatore:	ca. 8 mm
Schermo fluorescente:	80 mm x 80 mm
Ampolla:	ca. 130 mm $\varnothing$
Lunghezza totale:	ca. 260 mm

### 4. Utilizzo

Per l'esecuzione degli esperimenti con il tubo di Thomson sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 Portatubo S	1014525
1 Alimentatore ad alta tensione 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
oppure (230 V, 50/60 Hz)	1003310
1 Coppia di bobine di Helmholtz S	1000611
1 Alimentatore 500 V (115 V, 50/60 Hz)	1003307
oppure (230 V, 50/60 Hz)	1003308

#### 4.1 Inserimento del tubo di Thomson nel portatubi

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

#### 4.2 Rimozione del tubo di Thomson dal portatubi

- Per estrarre il tubo, con l'indice della mano destra esercitare pressione sulla parte posteriore dello spinotto di guida, fino ad allentare gli spinotti di contatto. Quindi estrarre il tubo.

#### 4.2 Rotazione del tubo di Thomson nel portatubi

- Il tubo può essere ruotato con cautela intorno al proprio asse di circa  $\pm 4^\circ$  nel

portatubi. Ruotando il tubo, la visibilità del fascio di elettroni sullo schermo può essere migliorata a seconda delle impostazioni sperimentali.

### 5. Esempi di esperimenti

#### 5.1 Deflessione magnetica

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 2.
- Inserire le bobine nei fori corrispondenti del portatubi (geometria di Helmholtz).
- Attivare l'alimentatore ad alta tensione.
- Applicare tensione alle bobine e osservare l'andamento del fascio.

L'andamento del fascio elettronico è circolare e la deflessione avviene in un piano verticale al campo magnetico.

Ad una tensione anodica costante il raggio della deflessione si riduce aumentando la corrente di bobina.

Con una corrente di bobina costante il raggio aumenta incrementando la tensione anodica. Ciò è indice di una maggiore velocità.

Un elettrone di massa  $m$  e di carica  $e$  che si muove verticalmente rispetto al campo magnetico  $B$ , viene forzato dalla forza Lorentz  $B$  e  $v$  in un binario circolare:

$$B \cdot e \cdot v = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (1)$$

dove  $v$  è uguale alla velocità dell'elettrone e  $r$  è uguale al raggio di curvatura.

#### 5.2 Deflessione elettrica

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 3.
- Attivare l'alimentatore ad alta tensione.
- Attivare la tensione del condensatore e osservare l'andamento del fascio.

Un elettrone che attraversa alla velocità  $v$  il campo elettrico  $E$  di un condensatore a piastre con la tensione del condensatore  $U_P$  e la distanza dalle piastre  $d$ , viene deflesso su un binario parallelo:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{E}{v^2} \cdot x^2 \quad (2)$$

dove  $y$  è la deflessione lineare lungo la distanza lineare  $x$ .

### 5.3 Determinazione di $e/m$ e $v$

#### 5.3.1 Mediante deflessione magnetica

- Struttura di prova come da fig. 2.

Per la velocità dipendente dalla tensione anodica  $U_A$  degli elettroni  $v$  vale quanto segue:

$$v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_A} \quad (3)$$

Dalle equazioni 1 e 3 per la carica specifica  $e/m$  deriva che:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \quad (4)$$

$U_A$  può essere letta direttamente,  $B$  e  $r$  possono essere determinati in modo sperimentale.

##### 5.3.1.1 Determinazione di $r$

Il raggio di curvatura  $r$  del fascio elettronico deflesso viene determinato mediante il punto di uscita A (ved. Fig. 1).

Per Pitagora vale quanto segue:

$$r^2 = c^2 + b^2 = c^2 + (r - a)^2 = c^2 + r^2 - 2ra + a^2$$

$$r = \frac{c^2 + a^2}{2a} \quad (5)$$

All'uscita lungo  $k = k' = 80$  mm vale quanto segue:

$$c^2 + a^2 = d^2 = k^2 + e^2$$

$$a^2 = f^2 = \frac{1}{2}g^2 = \frac{1}{2}(k - e)^2$$

$$\Rightarrow r = \frac{(80^2 \text{ mm}^2 + e^2)}{\sqrt{2}(80 \text{ mm} - e)} \quad (6)$$

dove  $e$  può essere letto direttamente sulla scala.

##### 5.3.1.2 Determinazione di $B$

Per la densità di flusso magnetica  $B$  del campo magnetico secondo la geometria di Helmholtz della copia di bobine e della corrente di bobina  $I$  vale quanto segue:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \quad (7)$$

dove  $k$  è uguale in buona approssimazione a 4,2 mT/A

con  $n = 320$  (spire) e  $R = 68$  mm (raggio della bobina).

#### 5.3.2 Mediante compensazione del campo

- Struttura di prova come da Fig. 4.
- Attivare gli alimentatori ad alta tensione e deflettere elettrostaticamente il fascio di elettroni.
- Attivare l'alimentatore delle bobine e regolare la tensione in modo che il campo magnetico compensi il campo elettrico e il fascio non venga più deflesso.

Il campo magnetico compensa la deflessione del fascio elettronico con il campo elettrico. Ossia:

$$e \cdot E = e \cdot v \cdot B$$

Quindi per  $v$ :

$$v = \frac{E}{B} \quad (8)$$

con  $E = \frac{U_P}{d}$ . Per la determinazione di  $B$  vedere il punto 5.3.1.2.

Per  $e/m$  vale quanto segue:

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2 \cdot U_A} \cdot \left(\frac{E}{B}\right)^2 \quad (9)$$

**Nota:** il campo magnetico generato dalle bobine di Helmholtz influenza la direzione di volo degli elettroni prima che raggiungano il campo elettrico del condensatore a piastre. Pertanto, anche se le condizioni di compensazione sono impostate in modo ottimale, il fascio di elettroni non può volare esattamente lungo la linea dello zero. È quindi lecito attendersi piccole deviazioni dalla linea dello zero.

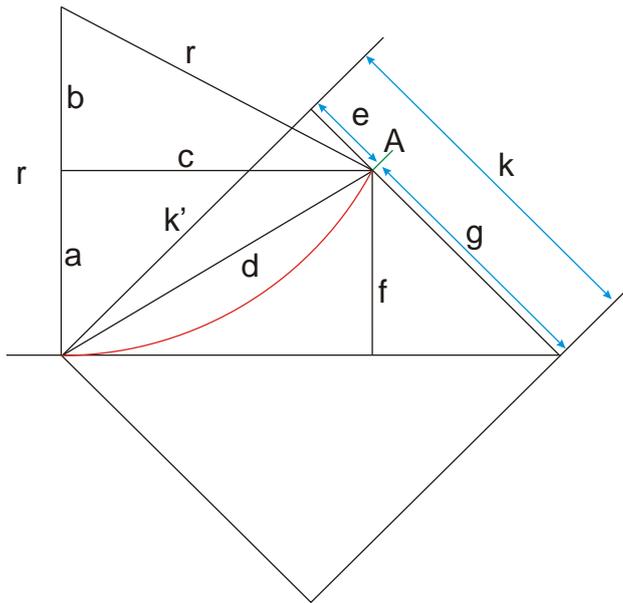


Fig. 1 Determinazione di  $r$

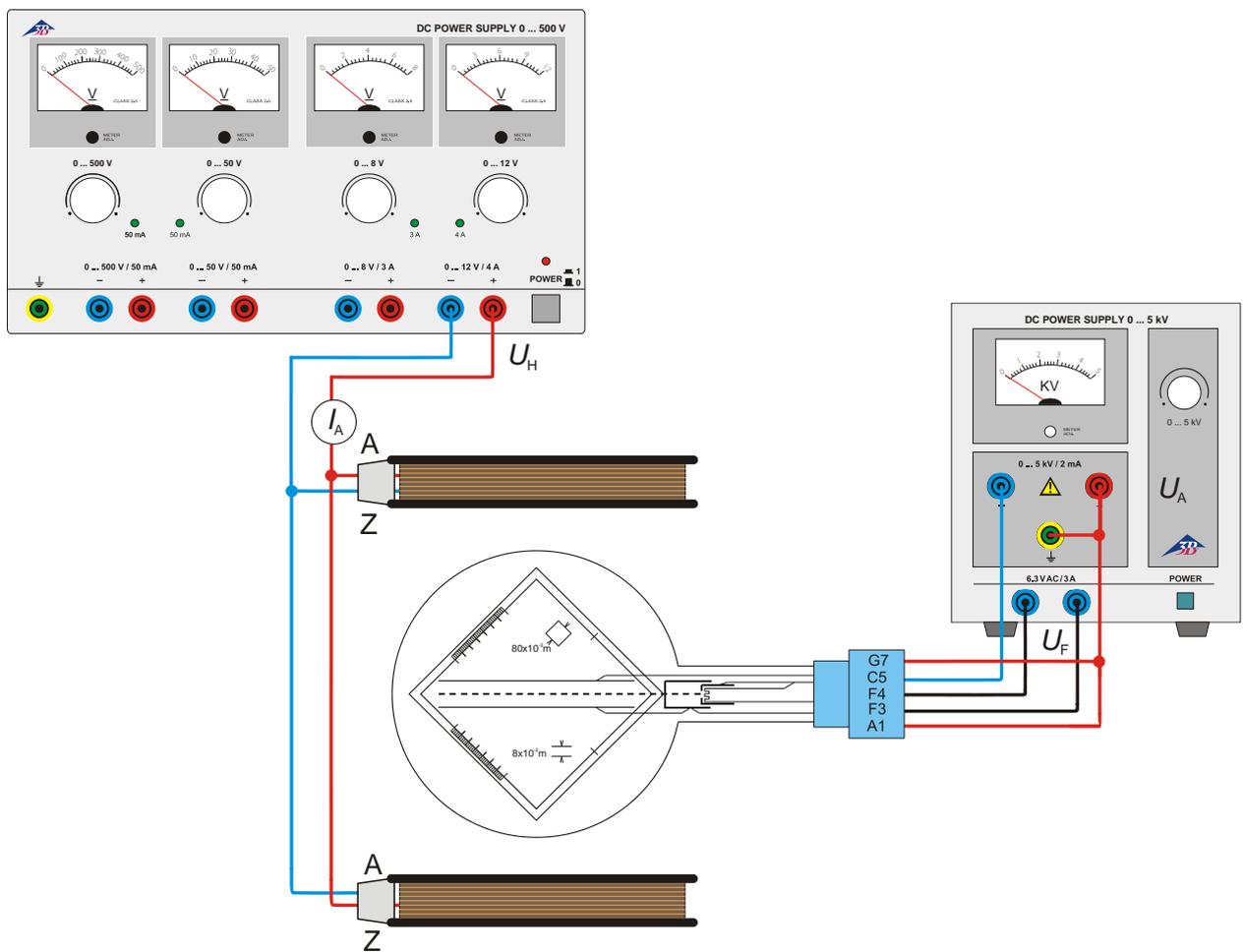


Fig. 2 Deflessione magnetica

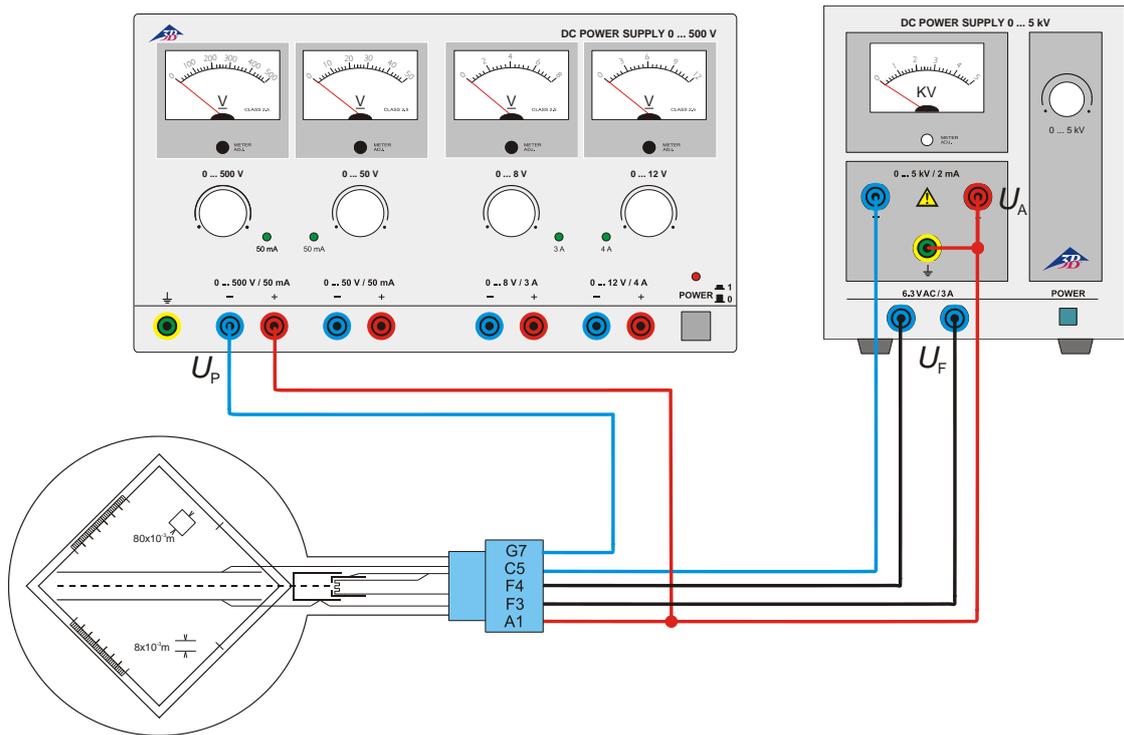


Fig. 3 Deflessione elettrica

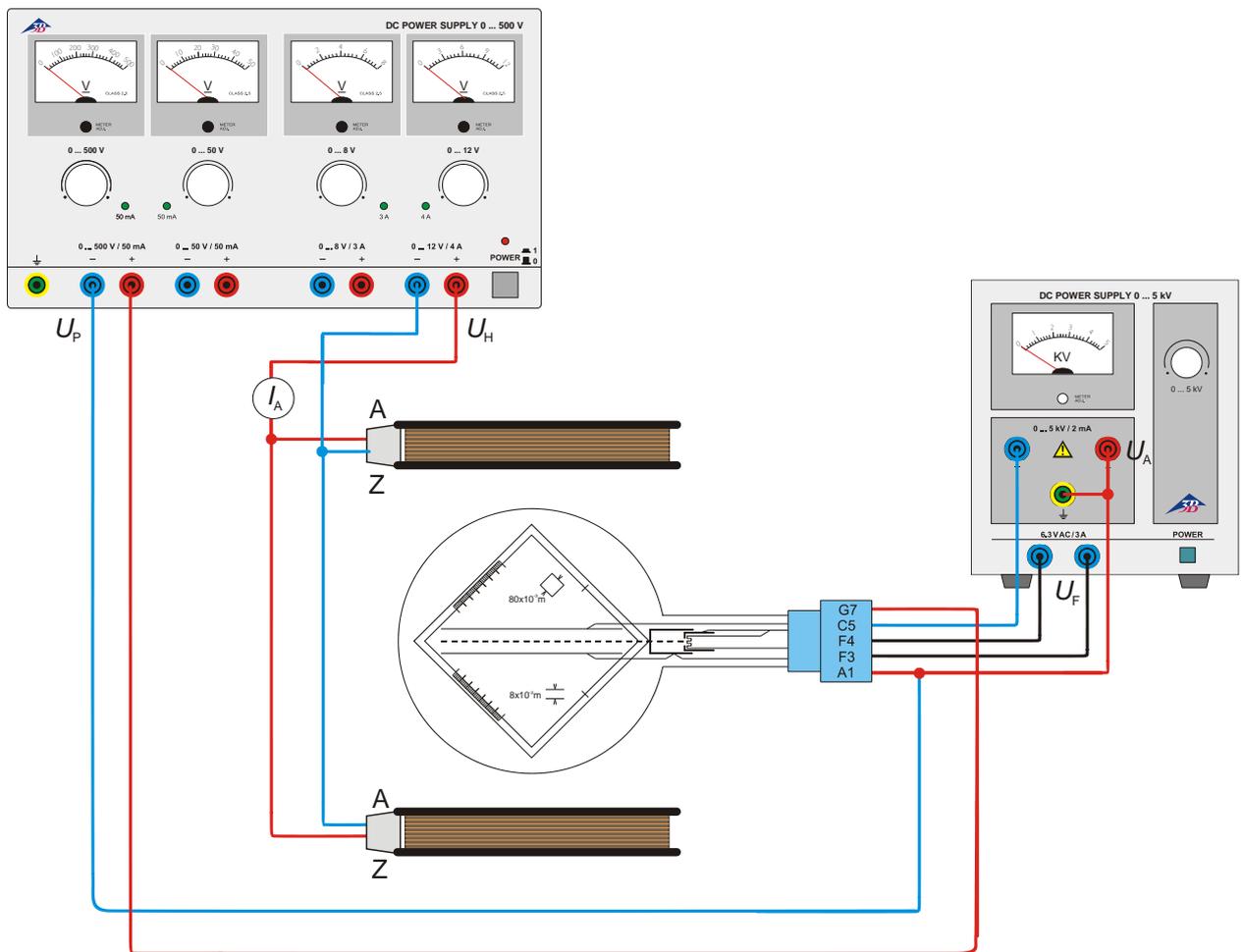


Fig. 4 Determinazione di  $e/m$  mediante compensazione del campo