

Determinazione del rapporto e/m (carica specifica) dell'elettrone con tubo a fascio filiforme e le bobine di Helmholtz

Materiale:

Tubo a fascio filiforme con alimentatore

2 alimentatori

2 multimetri analogici da dimostrazione

Cavi di collegamento

Cenni teorici:

Gli elettroni che si muovono in un campo magnetico sono soggetti a una forza perpendicolare alla forza magnetica e alla velocità con cui si muovono, cioè alla Forza di Lorentz

$$F = e\vec{v} \times B.$$

Se il tubo a fascio filiforme viene montato all'interno del campo prodotto dalle bobine di Helmholtz in modo che il fascio sia perpendicolare al campo magnetico, tale forza vale

$$F = evB.$$

Sotto l'azione di questa forza il fascio subisce una deviazione, formando una traiettoria circolare, se il campo è sufficientemente intenso, con la forza F che deve essere uguale alla forza centripeta.

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

Risolviendo rispetto a v , si ottiene:

$$v = \frac{em}{Br}$$

$$\text{Dalla conservazione dell'energia } \frac{1}{2}mv^2 = eU$$

Si può ricavare che la velocità degli elettroni dipende dal valore della tensione acceleratrice U :

$$v = \left(\frac{e}{m}\right)^{\frac{1}{2}}(2U)^{\frac{1}{2}} \text{ da cui si ottiene } \frac{e}{m} = \frac{2U}{r^2 B^2}$$

Le grandezze a destra della relazione trovata sono tutte misurabili.

Misurazioni:

Il campo magnetico B si può determinare conoscendo il raggio R , il numero di spire e l'intensità di corrente:

$$B = 0,715_0 \left(\frac{nI}{R}\right) \text{ con } \mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{Tm}{A}$$

Per la determinazione sperimentale della carica specifica dell'elettrone, operare nel seguente modo:

1. Trascorso il tempo necessario per il riscaldamento, produrre il fascio applicando una tensione acceleratrice U determinata.
2. Illuminare brevemente il dispositivo di misura con una sorgente di luce (ad esempio un proiettore diottrico), per provocare la fluorescenza delle tacche.
3. stabilire il passaggio della corrente I nelle bobine di Helmholtz in modo da ottenere, per effetto del campo magnetico omogeneo, il fascio circolare (intensità di corrente massima consentita 5A).

4. Girare il tubo sull'alloggiamento fino a che il piano del cerchio descritto dal fascio di elettroni si trovi esattamente in posizione ortogonale al campo magnetico e descriva una traiettoria circolare quando l'intensità del campo è sufficientemente forte.
5. Regolare l'intensità di corrente in modo da ottenere un cerchio luminoso che passa per una delle quattro tacche della scala graduata. In questo modo si potrà osservare una circonferenza luminosa di raggio 2,3,4 oppure 5 cm.
6. leggere sull'amperometro il valore dell'intensità di corrente I necessaria per produrre una circonferenza di raggio r alla tensione acceleratrice U indicata dal voltmetro. La carica specifica dell'elettrone $\frac{e}{m}$ (valore teorico: $\frac{e}{m} = 1,759 \cdot 10^{-11} \frac{As}{Kg}$) può essere calcolata sostituendo nelle equazioni (4) e (5) i rispettivi valori misurati.

La precisione del risultato dipende in massima parte dalla precisione delle misure di r e di B che intervengono nell'equazione (4) come termini quadratici.

Il raggio r può essere misurato con estrema precisione grazie alla scala graduata presente sul tubo, di conseguenza l'errore sul raggio è molto piccolo (<1%).

L'errore che si verifica nel calcolo di $\frac{e}{m}$ è largamente derivato dall'errore che si commette nella misura di B , cioè , seguendo l'equazione (5), nella determinazione di I . Il collegamento in serie delle bobine di Helmholtz consente già una riduzione dell'errore poiché questo montaggio assicura uguale intensità di corrente nelle due bobine.

Si consiglia pertanto di collegare le bobine in serie in modo che entrambe siano percorse da intensità di corrente di uguale valore.

Materiale occorrente per la sperimentazione:

Tubo a fascio filiforme
 Bobine di Helmholtz,coppia
 Alimentatore stabilizzato
 Alimentatore universale
 Multimetro analogico da dimostrazione
 oppure
 Multimetro analogico ADM2
 cavi di collegamento

Caratteristiche tecniche:

Tubo a fascio filiforme

Gas di riempimento	argon
Pressione del gas	$10^{-1} Pa$
Tensione sul tubo a fascio filiforme	6,3V
Tensione sul catodo	max -50V
Tensione di griglia	0v
Tensione sull'anodo	max 250V
Diametro del tubo di vetro	circa 170 mm
Lunghezza totale	47 cm

Determinazione del rapporto e/m (carica specifica) dell'elettrone con il tubo a fascio filiforme e le bobine di Helmholtz

Materiale:

Tubo a fascio filiforme con alimentatore

2 alimentatori

2 multimetri analogici da dimostrazione

Cavi di collegamento

Cenni teorici:

Gli elettroni che si muovono in un campo magnetico sono soggetti a una forza perpendicolare alla forza magnetica e alla velocità con cui si muovono, cioè alla Forza di Lorentz

Se il tubo a fascio filiforme viene montato all'interno del campo prodotto dalle bobine di Helmholtz in modo che il fascio sia perpendicolare al campo magnetico, tale forza vale

$$F = evB$$

Sotto l'azione di questa forza il fascio subisce una deviazione, formando una traiettoria circolare, se il campo è sufficientemente intenso, con la forza F che deve essere uguale alla forza centripeta.

$$F = mv^2/r$$

Risolvendo rispetto a v , si ottiene:

$$v = em/Br$$

Dalla conservazione dell'energia

Si può ricavare che la velocità degli elettroni dipende dal valore della tensione acceleratrice U : da cui si ottiene

Le grandezze a destra della relazione trovata sono tutte misurabili.

Misurazioni:

- *Il campo magnetico B si può determinare conoscendo il raggio R , il numero di spire e l'intensità di corrente:*

$$B = 1,25610^{-6} Tm/A$$