

Misura del rapporto e/m

Gruppo AA

Luca Ciambriello, Gianfranco Cordella, Leonardo Bertini

14 Marzo 2017

1 Scopo e strumentazione

L'esperienza ha l'obiettivo di eseguire una misura ragionevole del rapporto tra carica e massa dell'elettrone. Viene impiegato un apparato costituito da due bobine coassiali costituite da 130 spire, nelle quali può scorrere una corrente I_{coil} che genera un campo magnetico. Una sonda ad effetto Hall permette di eseguire una mappatura del campo magnetico in funzione della distanza dal piano parallelo alle bobine e passante dal punto medio tra le stesse, lungo l'asse passante dai centri. Essa è inoltre collegata ad un circuito amplificatore che applica alla tensione di uscita V_H un fattore $A = 11.1 \pm 0.1$. Un multimetro digitale permette di misurare il valore della tensione di uscita V_{out} . Un righello con risoluzione 1 mm è utilizzato onde effettuare le misure di posizione. Una bussola permette inoltre di rilevare l'orientazione del campo magnetico terrestre e di comportarsi di conseguenza.

Nella seconda parte dell'esperienza è utilizzato un bulbo di vetro che funge da tubo catodico, contenente neon rarefatto, che a contatto con gli elettroni sparati da un cannone regolato da una tensione V_{heat} emette radiazione nel visibile. Una macchina fotografica digitale, munita di cavalletto, permette di fotografare la traccia lasciata dal pennello elettronico; con un programma di digitalizzazione è possibile poi ricavare, in un dato sistema di riferimento, le coordinate di punti scelti della rappresentazione fotografica della traccia. Per effettuare la calibrazione si utilizza un righello graduato collocato dietro al bulbo e dotato di un dispositivo di illuminazione. Un alimentatore fornisce V_{heat} e V_{acc} , quest'ultima necessaria per accelerare gli elettroni. Il dispositivo è raffigurato in figura (??)

2 Misura della lunghezza d'onda di un laser He-Ne

Abbiamo dapprima collocato le bobine in modo da minimizzare l'effetto del campo magnetico terrestre, il cui orientamento ci è stato rivelato dalla bussola: infatti il campo da noi considerato, generato dalla corrente nelle bobine, è diretto lungo l'asse delle stesse, mentre abbiamo posto il campo terrestre in direzione ortogonale. Quindi abbiamo calibrato la sonda ad effetto Hall in modo da avere $V_{out} = 0$ per $B = 0$;

2.1 Analisi dati

Utilizzando il metro si è potuto misurare la distanza tra il punto medio, utilizzato come riferimento, e ciascuno dei livelli precedentemente individuati. In tabella (1) sono riportati i dati, compreso un errore, e l'ordine di diffrazione m . L'errore è ottenuto dalla somma in quadratura dell'incertezza dovuta alla sensibilità della riga ed un errore di 5 mm corrispondente al raggio del cerchio (incertezza sulla posizione di riferimento), mentre l'errore dovuto allo spessore delle tacche è stato trascurato.

Essendo l'angolo di diffrazione il complementare dell'angolo di cui è nota la tangente $\tan\theta = h/D$, si ha la relazione, essendo θ_i l'angolo di incidenza rispetto alla normale, d il passo reticolare e λ la lunghezza d'onda:

$$\cos\theta = \sin\theta_i - m \frac{\lambda}{d} \quad (1)$$

$h[\text{cm}]$	$\Delta h[\text{cm}]$	m
6.4	0.5	0
9.7	0.5	1
12.1	0.5	2
14.1	0.5	3
15.9	0.5	4
17.5	0.5	5
19.0	0.5	6
20.4	0.5	7
21.7	0.5	8
22.9	0.5	9
24.0	0.5	10
25.1	0.5	11
26.2	0.5	12
27.2	0.5	13
28.2	0.5	14
29.1	0.5	15
30.1	0.5	16
31.0	0.5	17
31.9	0.5	18
32.8	0.5	19
33.5	0.5	20

Table 1: h e Δh sono rispettivamente misura ed errore dell'altezza dei vari ordini di diffrazione numerati con m .

Noto quindi $\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\theta}}$, abbiamo svolto un fit lineare del coseno in funzione dell'ordine di diffrazione, mantenendo come parametri $a = -\frac{\lambda}{d}$ e $b = \sin\theta_i$ e considerando come errore solo l'errore sul coseno, ottenuto dalla propagazione degli errori su h e su D . I risultati ottenuti sono i seguenti:

- $a = -0.000626 \pm 0.000008$
- $b = 0.99952 \pm 0.00006$, quindi angolo di incidenza, come atteso, molto vicino a $\pi/2$
- $cov = -0.62$ come valore di covarianza normalizzata
- $\chi^2 = 0.07$ con 19 gradi di libertà.

Il valore del χ^2 fa pensare ad una possibile sovrastima dell'errore; del resto in esso sono state inserite parti sistematiche, in particolare quelle dovute alla dimensione del segnale non riflesso nè rifratto. Noto d, si è ottenuta una lunghezza d'onda $\lambda = 626 \pm 8$ nm, pienamente compatibile con il valore atteso di 632.8 nm. Riportiamo infine in figura (??) il grafico di $\cos\theta(m)$, dove è mostrato anche l'andamento dei residui.