Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/41
9.9.1953.

G. Sacerdoti: MISURA DI n NELLA GAP DI UN SINCROTRONE OTTENUTA USANDO UN TUBO DI KERST MODIFICATO PER VALORI BASSI (10-40 GAUSS) DEL CAMPO MAGNETICO.-

MISURA DI n NELLA GAP DI UN SINCROTRONE OTTENUTI USANDO UN TUBO DI KERST MODIFICATO PER VALORI BASSI (10 ÷ 40 GAUSS) DEL CAMPO MAGNETICO

a) <u>Descrizione del tubo di Kerst</u>.-

Il tubo di Kerst normale si presenta schematicamente come in fig.1.+

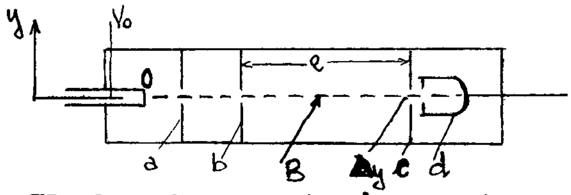

FIG.1

Il funzionamento è questo: gli elettroni emessi da O sotto la differenza di potenziale Vo(a) acquistano velocità. Un fascetto passa attraverso b e finchè il campo magnetico B perpendicolare al fascetto è minore di un certo valore B_1 viene raccolto da d che trasmette il segnale ad un rivelatore.

Se $B \geq B_1$ non si ha più alcun segnale.

Si determina B_1 così procedendo (ordine di grandezza di B_1)

detti
- V_0 = potenziale di accelerazione delle particelle
- Δy = (vedi fig.) altezza della fessura C
- e = carica dell'elettrone
- m = massa dell'elettrone
- B = campo magnetico agente normalmente
- v = velocità $\perp y$ dell'elettrone
- ℓ = distanza dei due schermi nel tubicino.

Risulterà; per le leggi dell'elettricità e della meccanica:

$$eV_0 = \frac{1}{2} m v^2 \qquad v = \sqrt{\frac{2e}{m} V_0}$$

$$Bev = m \frac{d^2y}{dt^2} \qquad \frac{\Delta y}{2} = \frac{1}{2}\frac{d^2y}{dt^2} t^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2y}{dt^2}\frac{\ell^2}{\frac{2e}{m}V_0}$$

$$Be\sqrt{\frac{2e}{m}V_0} = \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$\frac{\Delta y}{2} = \frac{1}{2} B \frac{e}{m}\sqrt{\frac{2e}{m}V_0}\,\frac{\ell^2}{\frac{2e}{m}V_0} = \frac{1}{2} B\frac{e}{m}\ell^2\frac{1}{\sqrt{\frac{2e}{m}V_0}}$$

$$B_1 = \frac{\Delta y}{2}\sqrt{V_0}\,\frac{1}{\ell^2}\,\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\frac{e}{m}}} = \frac{Weber}{mq}$$

Se $\Delta y = \frac{1}{4}$ mm $\quad \ell = 2{,}5$ cm $\quad \frac{e}{m} = 1{,}76\cdot 10^{11} \quad V_0 = 300$

Risulterà $B_1 \cong 1/4$ gauss.

b) <u>Modificazione per misurare campi B diversi da zero</u>.-

Oltre alla fenditura Δy di fig.1, si può porre una fenditura ulteriore spostata rispetto alla prima (vedi fig.2) b

FIG. 2

Oltre che per il valore B = o si ha un altro valore di B per cui viene rilevato un passaggio di corrente, quando il fascetto di elettroni colpisce la fenditura 2, cioè quando B passa per un valore di circa 10 gauss se $2-1 = 0{,}5$ cm e $V_0 = 300$

Se Vo = 1200 V si ha il secondo picco di corrente quando B = 20 gauss.

c) <u>Esame della possibilità di utilizzazione di detto cannoncino per la misura di n</u>.-

Esaminiamo ora in qual misura un tubetto di Kerst così modificato possa servire alla misura di <u>n</u>.

Poniamo che la fessura <u>a</u>, come quella <u>b</u>, siano di 1/4 di mm e che Δy_k sia uguale a 0,5 cm (distanza tra i centri delle due fessure).

Sia Vo calcolato in modo che quando B = 20 gauss (per fissare le idee) il fascetto di elettroni venga ad essere nella posizione centrale di B.

Si dovrà tarare il tubetto con campi magnetici già noti. Si avrà una curva dell'intensità di corrente raccolta dall'anodo in funzione di B del tipo di fig. 3.

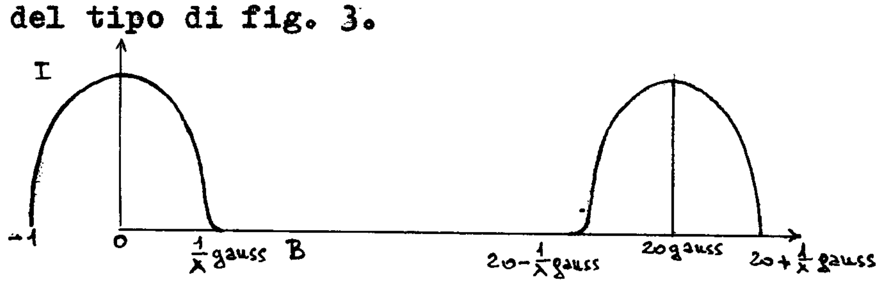

FIG. 3

Se passa corrente noi potremmo asserire che B = 20 gauss $\pm \frac{1}{2}$ o B=o $\pm \frac{1}{2}$
Questa precisione è del tutto insufficiente per una misura di <u>n</u> ove entrano in gioco differenze tra B in punti vicini dell'ordine di 1 ÷ 2 centesimi del campo. ($\frac{B_1 - B_2}{B_2} \cong \frac{r_1 - r_2}{r_2} n \qquad n \simeq 1 \qquad \frac{r_2 - r_1}{r_2} \cong \frac{1}{100}$) (nel caso di Wilson per lo meno)

Si può ovviare all'inconveniente se noi usiamo come rivelatore un oscill~~atore~~ografo a raggi catodici a tempo di spazzamento sufficiente e se facciamo l'ipotesi verosimile che il campo B sia legato linearmente nel tempo nei tratti -1 1 e 20-1 - 20+1.

In tal caso la lunghezza temporale dell'impulso di corrente sarà ($B_{max} = 10000$ $f = 30$ P/sec.).

$$\Delta t \, \omega B = \Delta B \qquad \Delta t = \frac{1}{6{,}28 \cdot 30 \cdot 10000} = \frac{1}{1000000} = 10^{-6} \text{ sec.}$$

La distanza tra il primo picco e il secondo (20 gauss e 0 gauss determinati con taratura) sarà:

$$\Delta t = \frac{1}{50000}$$

Se il tempo di spazzamento dell'oscillografo può raggiungere l'ordine di 700.000 sec^{-1} (accordato su una frequenza multipla di 30) si può determinare il centro del picco a meno del centesimo di precisione e quindi con notevole precisione si può misurare la differenza tra i tempi in cui B (per la linearità tra t e B) assume il valore o e 20 e quindi sapere con la precisione di 1/20.1/100 il valore di B in un dato istante.

Se si potesse sapere con la precisione necessaria il valore di $\frac{r_1 - r_2}{r_2}$ il valore di <u>n</u> potrebbe essere determinato a meno del 8÷7%.

Sorge però un altro problema: gli elettroni del fascetto non si muovono su una circonferenza ma passano da un raggio r_1 ad uno $r_1 + \Delta y_1$. Però analoga variazione subisce il fascetto quando si tratta di misurare B_2. L'errore è così diminuito. Per questa ragione il Δy deve essere mantenuto entro valori abbastanza piccoli rispetto $r_1 - r_2 \cong \frac{1}{5}(r_1 - r_2)$

d) Conclusioni.-

Se fosse possibile realizzare un tale mezzo, che potesse raggiungere la precisione del 7% nella misura di <u>n</u> per campi così bassi, dovremmo senz'altro riconoscerne l'utilità.

Misure di <u>n</u> al 2% sono necessarie e sono state ottenute con altri mezzi, ma per campi magnetici dell'ordine di 300 gauss.

Sommario

In a) è stato esaminato il funzionamento del tubicino di Kerst.
In b) è stata esaminata la possibilità di modificarlo.
In c) è stata esaminata la precisione raggiungibile con detto metodo nella misura di <u>n</u> nella gap di un sincrotrone.
In d) ne è stata rilevata l'utilità.

Sacerdoti Giancarlo

— o —