

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-59/37 (11. 12. 59)

G. Salvini, R. Querzoli, A. Silvermann: LA POLARIZZAZIONE DEL PROTONI  
NE DI RINCULO NEL PROCESSO  $\gamma + p \rightarrow \tilde{\eta}^0 + p$

Nota interna: n° 23  
11 Dicembre 1959

R. Querzoli, G. Salvini, A. Silverman: LA POLARIZZAZIONE  
DEL PROTONE DI RINCULO NEL PROCESSO  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ .

### Introduzione

Come si disse nella relazione che la proponeva<sup>(1)</sup>, la presente ricerca è stata stimolata dalla proposta di Sakurai<sup>(2)</sup> di misurare la polarizzazione del protone di rinculo nella reazione  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ , allo scopo di decidere sulla parità della seconda risonanza:  $P_{3/2,1/2}$  secondo Wilson,  $D_{3/2,1/2}$  secondo Peierls (sempre restando fermo il valore  $1/2$  per lo spin isotopico).

Presto si è visto, particolarmente con un esame critico di Pellegrini e Stoppini<sup>(3)</sup>, che le ipotesi di Sakurai sono troppo ristrette, particolarmente per il possibile contributo alla interferenza, quindi alla polarizzazione, dell'onda S.

---

(1) R. Querzoli, G. Salvini, A. Silverman: relazione al convegno in Frascati del marzo 1959.

(2) J. Sakurai, Phys. Rev. Lett. 1, 258, (1958)

(3) Pellegrini e Stoppini, in preparazione ai laboratori di Frascati. Cfr. anche relazione di G. Bernardini al congresso di Kiev.

La ricerca sulla polarizzazione non potrà quindi sicuramente essere discussa nei semplici termini di Sa kurai, ma è destinata ad essere parte integrante della più ampia discussione in corso da anni per interpretare i fenomeni di fotoproduzione e le interazioni pione-nucleone ad alte energie.

1) - Disposizione sperimentale.

Il dispositivo da noi usato per misurare la polarizzazione dei protoni è schematizzato nella figura n°1.

Il fascio di raggi  $\gamma$ , limitato da un doppio collimatore ad un diametro di 4,5 cm, incide sulla targhetta di idrogeno costituita da un cilindro verticale del diametro di 6,5 cm e dell'altezza di circa 7 cm.

I protoni di rinculo della reazione  $\gamma + p \rightarrow p + \pi_0$ , emessi a  $42^\circ$  nel laboratorio vanno a colpire il diffusore di carbonio C, dello spessore di 5 cm, che serve come analizzatore della polarizzazione dei protoni. Mediante i telescopi per protoni costituiti dai contatori (1,2,3-4) e (1,5,6-7) e dagli assorbitori di rame posti fra di essi, si misurano i protoni diffusi a  $14^\circ$  dal carbonio a destra e a sinistra. Dal rapporto destra/sinistra si può risalire, tenendo conto della geometria e delle misure esistenti sul potere analizzante del carbonio, al valore della polarizzazione dei protoni.

Gli assorbitori di rame posti fra i contatori determinano l'intervallo di range, e quindi di energia dei protoni che si misurano; la discriminazione fra protoni e mesoni viene fatta selezionando l'altezza degli impulsi nei contatori 2 e 5.

Per diminuire il numero di casuali e per diminuire l'eventuale contributo che può venire dalla produzione di coppie di  $\pi$  i due telescopi per protoni sono messi in coincidenza con il contatore di Cerenkov 8, che misura

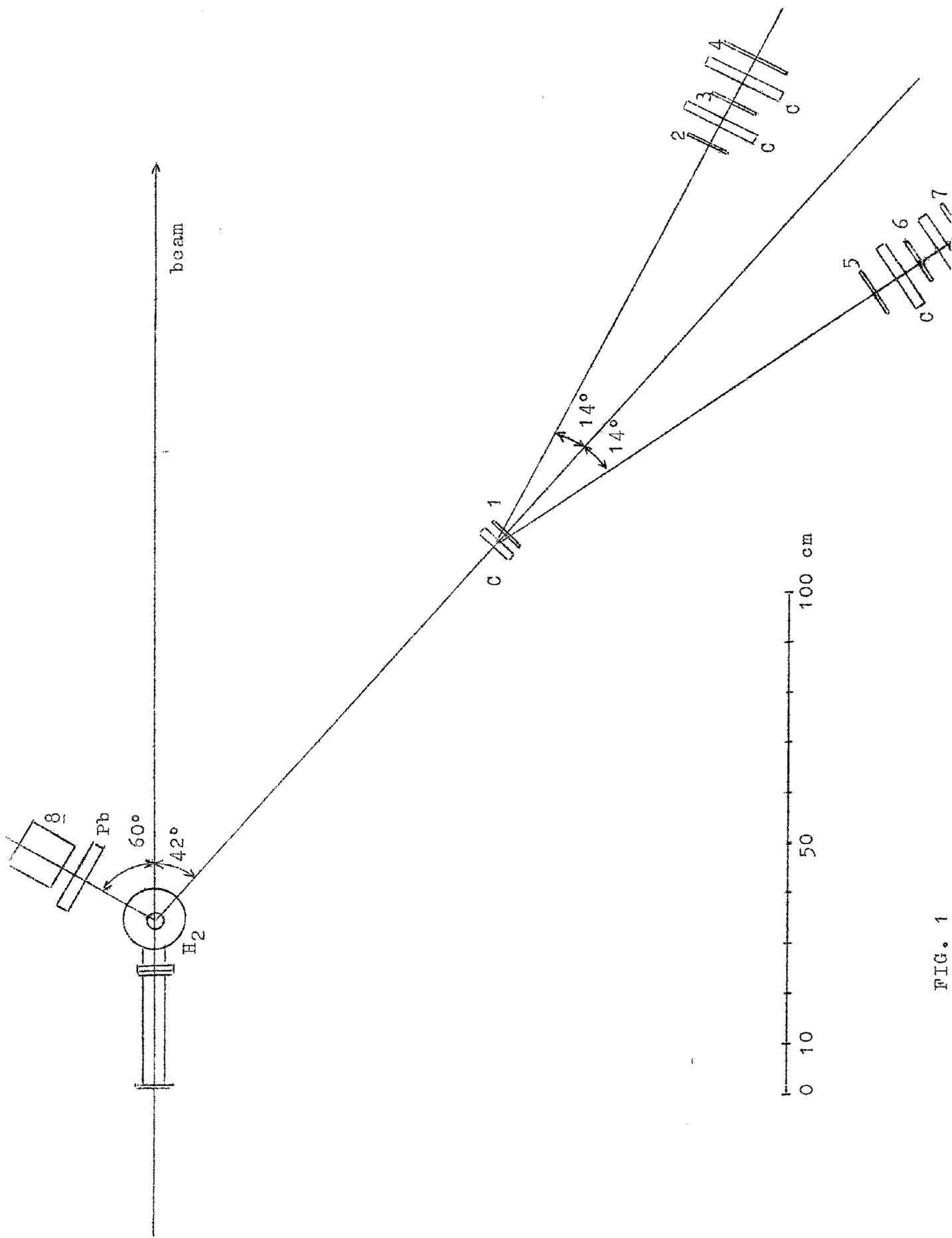


FIG. 1

i raggi  $\gamma$  provenienti dalla disintegrazione dei  $\pi^0$  e convertiti in elettroni negli 8 mm di piombo posti davanti al contatore.

L'efficienza del contatore di Cerenkov nel rivelare i  $\pi_0$ , che tiene conto sia della geometria sia della conversione dei  $\gamma$ , è circa del 50%.

Data la bassa intensità dei processi che misuriamo è molto importante ridurre al minimo il numero di coincidenze casuali. Le principali sorgenti di coincidenze casuali sono risultate essere:

- 1) Protoni generati nell'idrogeno ad un angolo maggiore o minore di  $42^\circ$  che sono quindi rivelati dai telescopi (2,3-4,8) e (5,6-7,8) in coincidenza casuale del contatore 1 che naturalmente risulta molto affollato. Queste casuali sono state eliminate ponendo ai lati del contatore 1 sufficienti spessori di piombo.
- 2) Protoni generati nel tratto d'aria che segue la targhetta a idrogeno che sono rivelati dal telescopio (1,2,3-4) in coincidenza casuale con il contatore di Cerenkov. Queste casuali sono particolarmente pericolose perché tendono a creare una dissimmetria fra i due telescopi. Siamo riusciti a diminuire molto il numero di queste casuali mettendo sul cammino dei raggi  $\gamma$ , dopo la targhetta, un pallone di plastica dalle pareti molto sottili, riempito di elio. Avendo prese queste precauzioni il numero complessivo di casuali, che viene sistematicamente controllato durante la misura, è stato ridotto a meno del 10% del numero di protoni misurato.

## 2) Primi risultati

Perché la misura della polarizzazione sia significativa occorre assicurarsi:

- 1) che i due telescopi siano uguali.

2) Che gli angoli medi  $\langle \theta \rangle$  dei telescopi rispetto ai protoni incidenti sul carbonio siano esattamente gli stessi. La precisione richiesta per questi angoli è particolarmente elevata dato che la sezione d'urto di diffusione elastica varia molto rapidamente con l'angolo di diffusione (circa con  $\theta^n$  dove  $n$  è compreso ai nostri angoli fra 3 e 4).

Abbiamo controllata l'uguaglianza dei due telescopi allineandoli con il contatore 1 e la targhetta a idrogeno ed assicurandoci che contassero un egual numero di protoni. Questa misura è ripetuta frequentemente durante le nostre misure. Abbiamo fatto inoltre una misura ruotando i due telescopi di  $90^\circ$  e ci proponiamo di ripeterla con maggior precisione statistica.

L'allineamento dei due telescopi è stato fatto direttamente sui plastici fluorescenti e basandoci su di una radiografia della targhetta, con sistemi atti che ci assicurano una precisione di circa 0,5 mm nella posizionatura dei contatori.

In queste condizioni sperimentali sono state condotte tre serie di misure di cui diamo le condizioni geometriche e cinematiche in tabella I.

Tab. I

Energia media $\gamma$	Energia protoni	Angolo Bari-centro	Intervallo energia $\gamma$ per 70% $\gamma$ utilizzati	Rapporto $\frac{(1,5,6-7,8)}{(1,2,3-4,8)}$
700 MeV	175-225 MeV	$\sim 90^\circ$	600-800MeV	$1,6 \pm 0,16$
700 MeV	180-214 MeV	$\sim 90^\circ$	650-750MeV	$1,51 \pm 0,11$
800 MeV	214-260 MeV	$\sim 90^\circ$	750-850MeV	$1,49 \pm 0,11$
Misura coi telescopi ruotati a $90^\circ$ 700MeV	175-225 MeV	$\sim 90^\circ$	600-800MeV	$0,9 \pm 0,2$

I nostri risultati a 700 MeV sono da confrontare con il valore  $1,9 \pm 0,12$  ottenuto da Stein in condizioni sperimentali piuttosto diverse.

Sono ora in corso i calcoli per poter risalire, tenendo conto della geometria e della intensità dei protoni sui vari punti del carbonio, al valore della polarizzazione dei protoni dai nostri dati sperimentali.

Diciamo provvisoriamente che la polarizzazione a 800 MeV sembra essere circa la stessa che a 700 MeV.

### 3) Discussione preliminare

Nella tabella II è dato il valore della polarizzazione alla prima ed alla seconda risonanza e nella zona di energia intermedia tra le due, secondo vari modelli (e sempre per protoni emessi nel laboratorio a  $90^\circ$ ).

<u>Tab. II.</u>			
	0,3	0,5	dati sperimentali (provvisori) (Stein <sup>(4)</sup> + Querzoli e coll.)
	0,3	0,5	Pellegrini - Stoppini
	zero		Sakurai per $P_{3/2,1/2}$ (Wilson)
zero	0,8	zero	Sakurai per $P_{3/2,1/2}$ (Peierls)
I. Ris.	zona inter.	II Ris.	$\epsilon_8$

Previsioni teoriche per la polarizzazione del protone di rinculo in vari casi. Nella prima riga i (ancora incompleti) risultati sperimentali.

Il quadro è approssimato, ed i risultati sperimentali sono lungi dall'essere completi.

Non abbiamo ancora ricavato il valore della polarizzazione dal nostro rapporto sinistra destra e si sta preparando il programma di calcolatrice elettronica rela-

(4) - P.C. Stein, Phys. Rev. Lett. 2, 473, (1959)

tivo, sicchè i risultati sperimentali di Tab. II sono tuttora incerti. Si può solo dire che, se confermati, essi non permettono la semplice conclusione di Stein<sup>(4)</sup> e cioè che la polarizzazione è la risultante dell'interferenza tra l'onda P della prima risonanza e l'onda D della seconda.

Un certo accordo si ha sino ad ora con il modello di Polleggrini e Stoppini<sup>(3)</sup>.

Il modello di questi autori è volutamente molto semplice: si suppone che contribuiscano all'interazione i soli stati  $M_1 \ 3/2$ ,  $E_1 \ 1/2$  e si fanno ipotesi ragionevoli sui possibili valori delle fasi  $\alpha_1$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_{13}$ ,  $\alpha_{33}$ .

In un primo caso numerico da essi svolto senza calcolatrice si trova il risultato di Tab. II.

Un modello con i soli stati  $M_1(3/2)$ ,  $E_1(1/2)$  dà luogo ad una polarizzazione che per una data energia del fotone incidente dipende dall'angolo di emissione del fotone nel baricentro semplicemente secondo il seno di detto angolo. E' quindi di elevato interesse esaminare sperimentalmente come varia la polarizzazione con l'angolo detto: una evidente dipendenza dal coseno o dal  $\cos^2$  porta alla necessità di un modello più complicato, ed è informazione che conviene sperimentalmente cercare.

Questa ricerca a diversi angoli<sup>(4)</sup> del protone è in programma con il nostro presente apparecchio sperimentale. Considerato il range di energie entro il quale si può esaminare, col normale impiego del carbonio quale analizzatore, la polarizzazione dei protoni, si può concludere che la nostra analisi si potrà compiere tra i 500 ed i 900 MeV dei fotoni incidenti e per angoli del protone incidente (nel baricentro) minore di  $100^\circ$  a 500 MeV e maggiore di  $\sim 80^\circ$  a 900 MeV.

Le indicazioni teoriche confermano dunque l'interesse di conoscere la polarizzazione con la massima possibile precisione. Per questo si è ritenuto conveniente

realizzare un dispositivo che permetta in egual tempo di avere una informazione maggiore di quella presentemente possibile per un fattore sei o dieci, e con miglior risoluzione. Di questo si riferisce in altra comunicazione.

Aggiungiamo infine che è conveniente fare l'analisi della polarizzazione impiegando la calcolatrice elettronica per il calcolo rapido degli stati compatibili con i dati risultati sperimentali.

E' stato infatti preparato un programma esteso ed abbastanza generale per questo. Di esso riferiranno in altra comunicazione Pellegrini e Stoppini.