

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-56/13 (20. 7. 56)

L. Mezzetti: RELAZIONE SUL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNO
SPETTROMETRO PER ALTE ENERGIE AD ASSORBIMENTO TOTALE.

RELAZIONE SUL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNO SPETTROMETRO

PER ALTE ENERGIE AD ASSORBIMENTO TOTALE

Mezzetti INFN Roma
20/7/56

1. Generalità e letteratura.

Il gruppo, costituito da Mezzetti, Rispoli, Schwachheim e Sciuti, con la collaborazione del Dr. Ascoli, ha iniziato da qualche mese uno studio preliminare della possibilità di costruire uno spettrometro per raggi γ (ed elettroni) di elevata energia, basato sul principio dell'"assorbimento totale" dello sciame elettromagnetico generato in seno ad un materiale trasparente ad elevato numero atomico, in cui una frazione costante (e il più possibile elevata) della luce generata per scintillazione o effetto Cerenkov venga raccolta da uno o più fotomoltiplicatori. Tale principio è stato discusso nelle sue linee generali da Hofstadter e Kantz⁽¹⁾, che però non prendono in considerazione il problema assai grave della raccolta della luce. Calcoli dettagliati sullo sviluppo della cascata elettromagnetica in seno ad un contatore di Cerenkov di vetro al Pb (lunghezza ~ 14 unità di radiazione) sono stati eseguiti col metodo di Montecarlo da Yamagata e Yoshimine⁽²⁾, che hanno calcolato anche il potere risolutivo del contatore per raggi γ ed elettroni di varie energie, fino a 250 MeV, sempre però nell'ipotesi di trasparenza perfetta. Alcuni risultati sperimentali ottenuti dallo stesso gruppo sono stati riferiti da Bernardini⁽³⁾, mentre un analogo contatore è stato descritto da Jester⁽⁴⁾.

Recentemente (Febbraio 1956), una esauriente rassegna di tutto il lavoro sperimentale e delle tecnologie sviluppate in questo campo negli S.U.A. dai gruppi già ricordati e da altri ancora è stata eseguita da Swrtz⁽⁵⁾, che ha messo in rilievo vantaggi e svantaggi (inclusi quelli economici^(*)).

(*) Si parla perfino di cristalli di NaI del costo di \$ 50.000.

delle diverse soluzioni adottate, e la particolare importanza della trasparenza del materiale in relazione alle fluttuazioni nello sviluppo (in special modo nella posizione del massimo) della cascata elettromagnetica.

Spettrometri ad assorbimento totale risultano essere stati impiegati fino ad energie intorno al GeV, con poteri risolutivi decrescenti al crescere dell'energia, da $\sim 10\%$ intorno a 100 MeV fino a circa 50% alle massime energie.

2. Il problema della trasparenza.

Il problema della trasparenza e della raccolta della luce Cerenkov in un contatore di vetro al Piombo è stato affrontato da Cassels, Fidecaro, Wetherell e Wormald, con la cooperazione dei tecnici della Chance Brothers Limited, Glass Works, Birmingham⁽⁶⁾⁽⁷⁾. Come è ben noto, i vetri molto pesanti presentano un forte assorbimento della luce per lunghezza d'onda intorno e inferiori a 4000 \AA ; per esempio la trasmissione attraverso 10 unità di radiazione del vetro prescelto da Cassels e coll. è il 3% a 3800 \AA , e il 35% a 4000 \AA , mentre cresce all'87% a 4600 \AA . D'altra parte le curve da noi ottenute facendo il prodotto dello spettro di Cerenkov con le risposte spettrali di alcuni tipici fotocatodi presentano dei massimi intorno a 3700 \AA per il fosforo S 11 e intorno a 3500 \AA per il fosforo S 4.

Un vetro con caratteristiche di trasmissione migliori (spostamento della curva di assorbimento di $\sim 100 \text{ \AA}$ verso le lunghezze d'onda minori) è in preparazione da parte della Chance Brothers Limited.

3. Attività svolta dal gruppo di Roma in questo campo.

L'attività del gruppo in questo campo si è finora limitata alla raccolta di informazioni circa vetri ed altri materiali pesanti trasparenti, solidi o liquidi (ad es. soluzione di Zn Br, largamente usata negli U.S.A. per la costruzione di schermi trasparenti di protezione contro le radiazioni in impianti industriali⁽⁸⁾). Sono stati presi contatti con tutti i principali fabbricanti di vetro in Italia, con la Chance Brothers e con la St. Gobain di Parigi. Attualmente l'attenzione del gruppo è concentrata (oltre che sui vetri della Chance Brothers) su un tipo di vetro protettivo della St. Gobain, sullo "Strass al tallio" (suggerito dal Prof. Onorato) che sembra possa essere prodotto, in qualche forma utilizzabile, da una vetreria di Venezia, e sui "cristalli di Boemia" prodotti da una ditta di Praga^(*). Altri tipi di vetri (Schott, Corning Glass, ecc.) di cui possediamo le caratteristiche, sembrano decisamente inferiori ai vetri della Chance Brothers.

Una possibilità non ancora tentata potrebbe essere quella di risvegliare sul problema l'interessamento del Laboratorio di Precisione dell'Esercito Italiano, che ci ha fornito un campione di vetro al Pb di sua fabbricazione, alquanto giallastro.

In aggiunta a queste ricerche abbiamo anche cercato di escogitare qualche accorgimento che permetta di sfruttare meglio le caratteristiche dei materiali esistenti sul mercato o di quelli eventualmente migliori che venissero prodotti in futuro. Le nostre idee in proposito sono già abbastanza definite, ma debbono ottenere conferma da alcune prove in corso di progettazione.

(*) Di tutti questi prodotti abbiamo richiesto caratteristiche precise, che però non abbiamo ancora ricevuto.

4. Preventivo di spesa, personale necessario e tempo.

Il preventivo allegato è stato compilato in modo necessariamente un po' generico, perchè una previsione esatta della strumentazione, del tempo e del lavoro necessari richiederebbe la formulazione di un progetto dettagliato, che il gruppo non ha avuto finora il tempo e la possibilità di fare. Il criterio generale adottato è stato quello di prevedere la costituzione di un laboratorio elettronico largamente indipendente dalle attrezzature già esistenti o in corso di preparazione per la esecuzione del programma scientifico attuale del gruppo. Il preventivo stesso potrebbe però venire più o meno sensibilmente ridotto qualora ottenesse totale o parziale approvazione il programma per il completamento dell'attrezzatura generica del Laboratorio di Elettronica.

Nel presente preventivo di spesa le voci che potrebbero venire assorbite dal programma integrativo di cui sopra sono contrassegnate con un asterisco e raccolte in gruppo sotto la dizione "Attrezzature per tarature, prove e varie".

- 4.1. Preventivo di tempo e personale necessario.

Le due questioni sono naturalmente interdipendenti. Dalle notizie contenute nella letteratura si può dedurre indirettamente che in media un tempo dell'ordine di due anni è intercorso fra la impostazione del problema (nei termini prospettati da Hofstadter e Kantz⁽¹⁾, che accesero l'interesse di vari laboratori Statunitensi) e l'ottenimento dei primi risultati sperimentali. Assai difficile è naturalmente la valutazione della frazione di tempo dedicata a questa attività da ciascuno dei componenti i gruppi di ricerca. Una valutazione ragionevole pensiamo che sia un fisico (giovane) a "pieno tempo" (nel senso letterale della parola).

Tenendo conto: a) del fatto che si può trar profitto dell'esperienza accumulata da altri, b) delle maggiori difficoltà di approvvigionamento dei materiali e degli apparecchi

e della minore efficienza della nostra organizzazione di officina, c) della situazione media (per quel che riguarda incarichi didattici ecc.) dei nostri fisici giovani, noi pensiamo che una previsione ragionevole possa essere quella di un periodo di lavoro di 18-24 mesi per un gruppo costituito da 2 fisici giovani (sotto la direzione di un fisico anziano) o da un fisico giovane ed uno anziano. Questo, naturalmente, nell'ipotesi che il finanziamento sia adeguato ed adeguatamente distribuito.

- 4.2. Preventivo di spesa per l'acquisto o la costruzione delle apparecchiature.

Il preventivo di finanziamento allegato non include nè gli stipendi dei ricercatori, nè il costo del lavoro di officina (sia meccanico che di radiomontaggio). A questo proposito vogliamo mettere in evidenza il fatto che il costo dei singoli apparecchi è preventivato grosso modo attinendosi ai prezzi degli apparecchi stessi (o di apparecchi simili) sul mercato, e che sensibili economie possono realizzarsi in molti casi facendo costruire gli apparecchi in Istituto; ma queste economie sono in generale più che assorbite dal costo di tutto il lavoro minuto, difficilmente preventivabile, per la preparazione degli accessori e l'"assiemaggio".

Noi riteniamo comunque che il carico di lavoro che nel complesso ne deriverebbe alle nostre officine possa essere assorbito nel periodo di 18-24 mesi, prima indicato, dal personale attuale nella situazione oggi prevedibile delle attività dell'Istituto (cioè a meno che altre nuove attività non vengano iniziate).

Per quel che riguarda la distribuzione del finanziamento nel tempo, si può valutare che circa £. 6.000.000 siano necessari per il primo anno, di cui la maggior parte entro i primi 4 mesi per l'ordinazione degli apparecchi più urgenti

per le prove sistematiche connesse con la scelta del vetro e lo studio degli accorgimenti tecnici ideati per migliorare le prestazioni del contatore. Questa cifra corrisponde a tutta il gruppo di spese (C) ed a parte delle voci elencate nel gruppo (B).

dezzetta

BIBLIOGRAFIA

- (1) A. Kantz, R. Hofstadter - Nucleonics, 12(3), 36 (1954).
- (2) T. Yamagata, M. Yoshimire - Prestampato non pubblicato, comunicazione privata, Giugno 1955.
- (3) G. Bernardini - Comunicazione al Simposio 1956, CERN Ginevra, Giugno 1956.
- (4) M.H.L. Jester - UCRL 2990, 1955 (Berkeley).
- (5) C.E. Swartz - BNL 2686, 1956 (Brookhaven).
- (6) Chance Brothers Limited - Comunicazione OS 25, Maggio 1955.
- (7) Cassels - Comunicazione al Simposio 1956, CERN Ginevra, Giugno 1956.
- (8) W.B. Doe - ANL 4879 - Chemistry, 1952 (Chicago).

PREVENTIVO DI FINANZIAMENTO

(Esclusi stipendi ricercatori e lavoro d'officina)

A. Contatore di Cerenkov vero e proprio (lunghezza ~ 30 unità di radiazione, diametro ~ 15 u.r.)

Vetro al Pb ⁽¹⁾	2.000.000
7 Fotomoltiplicatori Dumont 6364	1.500.000
Scatola e sostegno	500.000
Schermi magnetici (ferro e μ -metal)	500.000
1 Pannello controllo	50.000
1 Preamplificatore	50.000
1 Impulsatore di luce per taratura continua	150.000
	<hr/>
	4.750.000

B. Elettronica - Spettrometro

1 Alimentatore 5 KV	300.000
2 Amplificatori lineari ($T_R = 10^{-7}$ s)	500.000
1 Alimentatore anodico	300.000
1 Circuito coincidenza	200.000
1 Analizzatore di impulsi ⁽²⁾ (grey wedge analyzer)	2.000.000
Accessori	150.000
	<hr/>
	3.450.000

C. Attrezzature per tarature, prove e varie

* 1 Discriminatore a finestra	500.000
* 1 Scala rapida (0.1-0.2 μ s)	700.000
* 1 Oscillografo	1.500.000
* 1 Alimentatore 2 KV	150.000
* Attrezzature ottiche varie	500.000
* 2 F.M. Ausiliari	150.000
* Elettronica per detti	100.000
* 2 Cristalli NaI	200.000
* Strumenti misura	200.000
* Impulsatore calibro	200.000
* 1 Impulsatore rapido	150.000
* Accessori	150.000
	<hr/>
	4.500.000

TOTALE GENERALE

12.700.000

(1) Swartz (rif. 5) cita un costo di \$ 900 per un cilindro lungo ~14 u.r. e diametro ~12 u.r.

(2) Un discriminatore a 100 canali, con presentazione oscillografica diretta (con memoria) costa dell'ordine di 10 milioni. Presso di noi esiste già un discriminatore mod. Gatti a 10 canali, che andrebbe completato con l'aggiunta di almeno altri 10 canali e 20 scale di demoltiplicazione, con una spesa complessiva di ~ £ 1.400.000.