

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-78/8(R)
3 Febbraio 1978

P. Di Giacomo e V. Lucherini : SISTEMA MAGNETICO UTILIZZATO
AL LEALE PER SELEZIONARE IL FASCIO DI FOTONI AD ANGOLI
DIVERSI DA 0° .

P. Di Giacomo e V. Lucherini: SISTEMA MAGNETICO UTILIZZATO AL LEALE PER SELEZIONARE IL FASCIO DI FOTONI AD ANGOLI DIVERSI DA 0° .

INTRODUZIONE. -

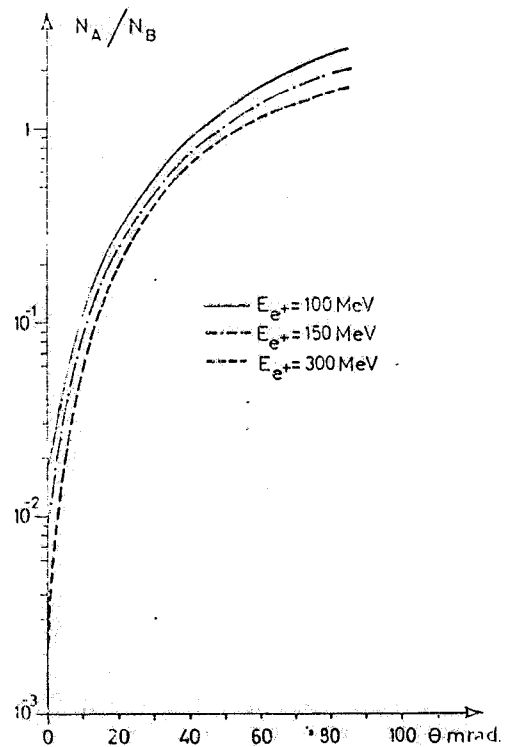
Recentemente presso il LEALE è stato realizzato un fascio di fotoni quasi monocromatici di energia variabile tra 80 MeV e 300 MeV ottenuti per annichilazione del fascio di positroni del Linac⁽¹⁾.

Come è noto, il picco di annichilazione è accompagnato da uno spettro continuo di bremsstrahlung che costituisce un fondo indesiderato. Per ridurre tale fondo:

- è stato usato un bersaglio di idrogeno liquido, essendo in prima approssimazione la sezione d'urto di bremsstrahlung proporzionale a Z^2 e quella di annichilazione a Z ;
- si pensa di selezionare i fotoni ad un angolo diverso da 0° , sfruttando la diversa dipendenza angolare delle sezioni d'urto dei due processi.

Come è noto, infatti, la sezione d'urto di annichilazione decresce più lentamente della sezione d'urto di bremsstrahlung all'aumentare dell'angolo di raccolta dei fotoni, come risulta dalla Fig. 1, in cui è riportato il rapporto tra il numero dei fotoni di annichilazione e quelli di bremsstrahlung per positroni incidenti di energia 100 MeV, 150 MeV, 300 MeV, in funzione dell'angolo di emissione θ .

FIG. 1 - Dipendenza angolare del rapporto tra il numero dei fotoni di annichilazione N_A e il numero di fotoni di bremsstrahlung N_B (da 15 MeV a E_{e^+}), per positroni di energia 100 MeV, 150 MeV, 300 MeV, incidenti su idrogeno (adattata da Ref. (2)).



D'altra parte l'intensità dei fotoni di annichilazione decresce al crescere dell'angolo di raccolta: occorre perciò cercare un compromesso tra le due esigenze contrastanti di disporre di un picco di fotoni di annichilazione sufficientemente intenso e di un buon rapporto annichilazione-bremsstrahlung. La condizione sperimentale più conveniente va naturalmente scelta in base alle esigenze caratteristiche delle reazioni che si intendono studiare. Tuttavia si può in generale affermare che l'angolo di raccolta ottimale dei fotoni è compreso tra 0° e 1.5° (2).

In questa nota descriviamo il dispositivo utilizzato presso il LEALE per variare tra 0° e 1.5° l'angolo di incidenza dei positroni sul bersaglio di annichilazione e quindi anche l'angolo di raccolta del fascio di fotoni.

IL SISTEMA DI DEFLESSIONE DEI POSITRONI.

In Fig. 2 è mostrata la parte finale del canale di trasporto del fascio di positroni, le cui caratteristiche sono state illustrate in dettaglio altrove(1, 3). Ci limitiamo pertanto a descrivere il sistema magnetico che permette di variare la direzione di volo dei positroni rispetto a quella di raccolta dei fotoni.

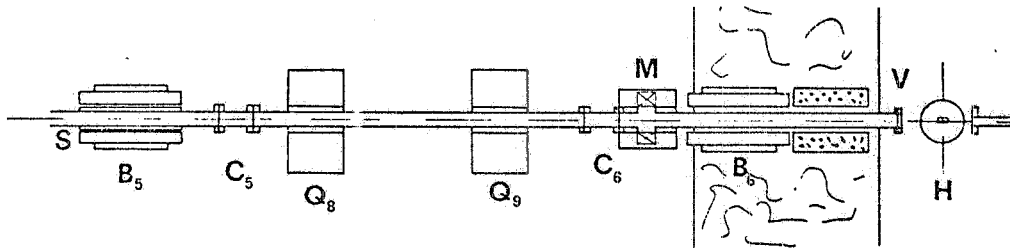


FIG. 2 - Parte finale del canale di trasporto dei positroni del LEALE. B_5, B_6 = magneti; C_5, C_6 = collimatori di rame (diametro 7 mm e 6 mm rispettivamente, spessore 4 cm); Q_8, Q_9 = quadrupoli; S = bobine di correzione; M = monitor di intensità; V = visualizzatore a schermo fluorescente; H = bersaglio di idrogeno.

Esso è costituito dai due magneti ad H (B_5 e B_6) a poli piani e paralleli (dimensioni 40×20 cm², traferro 10,5 cm) che permettono di deflettere i positroni nel piano verticale, secondo lo schema indicato in Fig. 3, dove è illustrato il caso di angolo di incidenza sul bersaglio di H_2 pari a 1° .

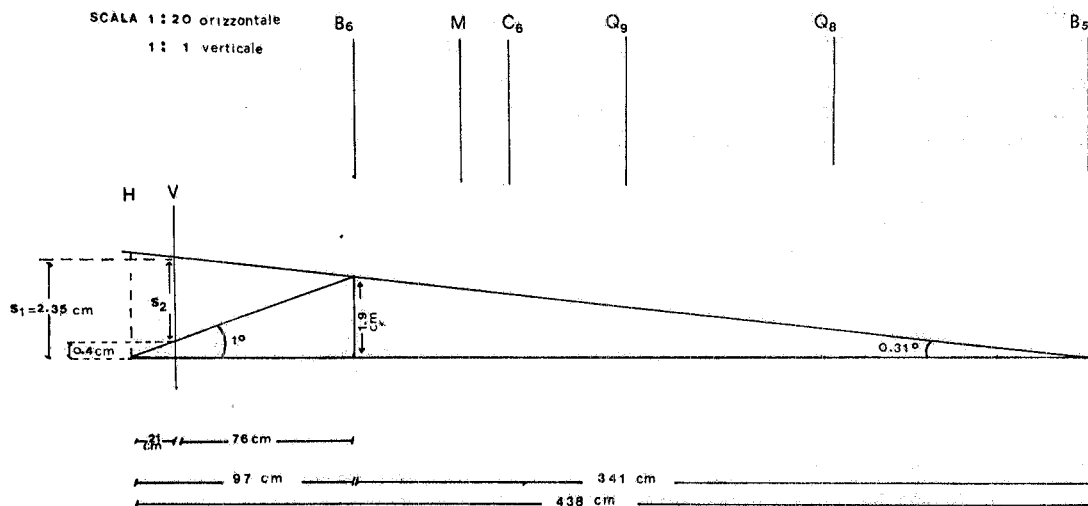


FIG. 3 - Schema del sistema di deflessione del fascio dei positroni, usato nel LEALE per variare l'angolo di raccolta θ dei fotoni tra 0° e 1.5° . E' illustrato il caso $\theta = 1^\circ$ (V = visualizzatore, H = bersaglio di idrogeno, C_5, C_6 = collimatori, Q_8, Q_9 = quadrupoli, M = monitor).

In Fig. 4 è riportata la curva di eccitazione dei magneti B_5 e B_6 .

Per controllare che con B_5 e B_6 spenti il fascio viaggi lungo l'asse ottico del canale, si massimizza sulla Tazza di Faraday l'intensità del fascio trasmesso attraverso i due collimatori di rame C_5 e C_6 (diametro 7 mm e 6 mm rispettivamente e spessore 4 cm) inseribili sulla linea. Il doppietto dei quadrupoli Q_8 e Q_9 , normalmente spenti, viene usato per verificare il corretto allineamento del fascio, osservando sul visualizzatore V l'assenza di effetti di deflessione. Il visualizzatore V è costituito da uno scintillatore plastico, su cui è disegnato un reticolo, osservabile in sala controllo per mezzo di una telecamera.

Per determinare il valore dell'angolo θ di cui viene deviato il fascio di positroni da ciascuno dei magneti B_5 e B_6 si misura il corrispondente spostamento s dell'immagine prodotta dal fascio sul reticolo del visualizzatore V. Sebbene il fascio abbia dimensioni non trascurabili (la sua forma è ellittica con semiasse verticale 4 mm e semiasse orizzontale 7 mm), è possibile apprezzare con buona precisione (~ 0.5 mm) il suo baricentro.

In Fig. 5 sono riportati i valori delle correnti di alimentazione di B_5 e B_6 in funzione dei corrispondenti spostamenti s_1 e s_2 per positroni di energia 150 MeV e 200 MeV. L'andamento lineare delle due curve conferma la buona riproducibilità nella determinazione della posizione del baricentro dell'immagine prodotta dal fascio sullo scintillatore.

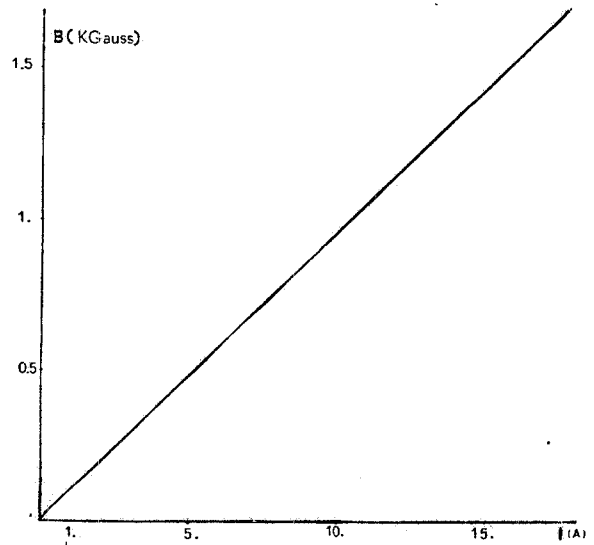
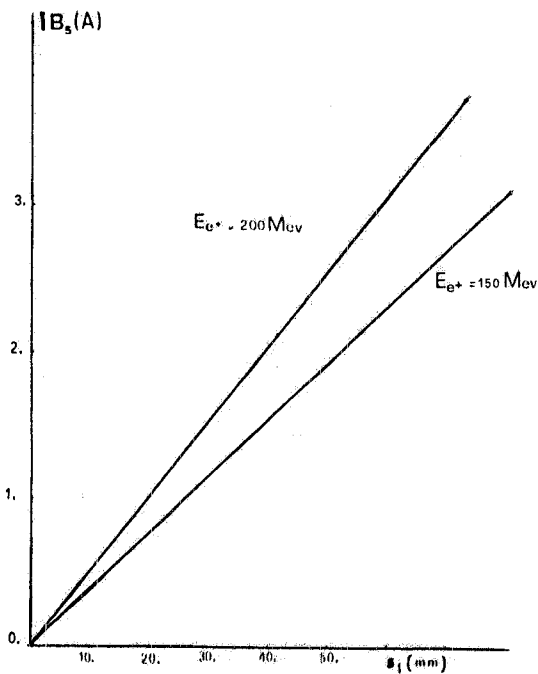
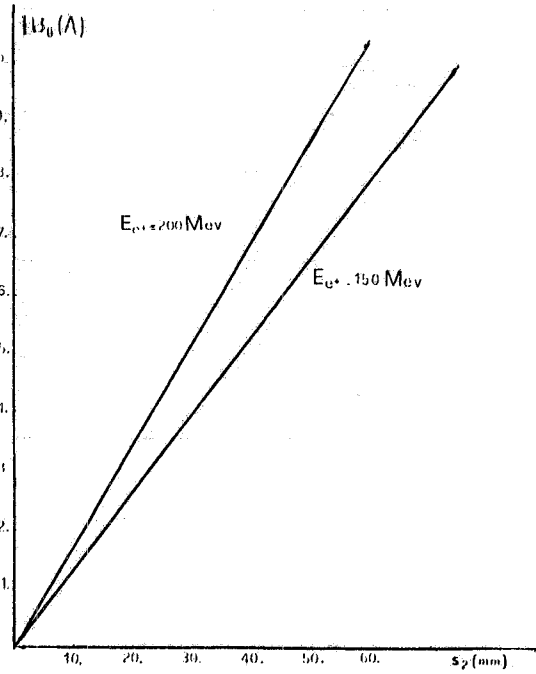


FIG. 4 - Curva di eccitazione dei magneti B_5 e B_6 .



a)



b)

FIG. 5 - Andamento dei valori delle correnti di alimentazione dei magneti B_5 e B_6 in funzione dei corrispondenti spostamenti s_1 e s_2 dell'immagine del fascio dei positroni sul visualizzatore.

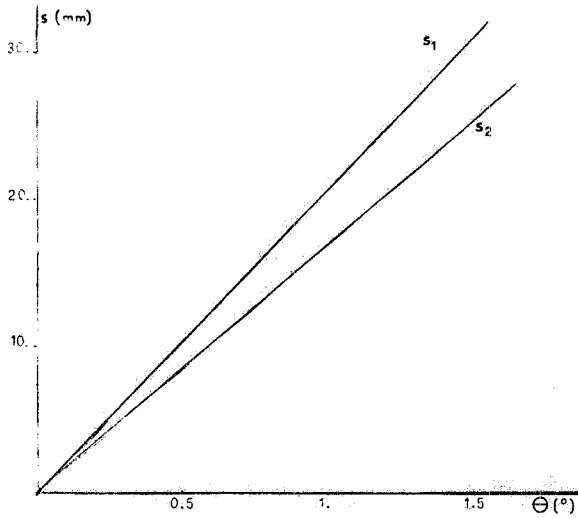


FIG. 6 - Grafico dei valori degli spostamenti s_1 e s_2 in funzione dell'angolo θ di raccolta dei fotoni.

In Fig. 6 è riportato il valore calcolato con semplici considerazioni geometriche degli spostamenti s_1 e s_2 in funzione dell'angolo θ di raccolta dei fotoni.

A controllo della validità della procedura descritta per la determinazione dell'angolo θ , si è pensato di confrontare il valore sperimentale del rapporto α tra la risposta Q del quantmetro (4, 5) e quella T.F. della Tazza di Faraday con quello previsto dal calcolo eseguito da programma nelle stesse condizioni in cui viene effettuata la misura. Infatti tale rapporto è una quantità molto sensibile a piccole variazioni dell'angolo di raccolta θ dei fotoni, a causa della forte dipendenza dall'angolo θ delle sezioni d'urto dei processi di annichilazione e di bremsstrahlung.

per alcuni valori dell'angolo di raccolta dei fotoni, a energie dei positroni 200 MeV. I risultati delle misure sono riportati in Tabella I e in Fig. 7.

Di fatto però la divergenza angolare del fascio dei positroni del LEALE è una caratteristica che non è ancora possibile misurare: perciò è stata osservata la variazione del rapporto α in funzione della corrente dei quadrupoli Q_8 e Q_9 .

TABELLA I - Valori misurati del rapporto α tra la risposta del quantmetro e quella della Tazza di Faraday a diversi valori dell'angolo di raccolta dei fotoni e per diversi valori della corrente del quadrupolo Q_8 (energia dei positroni 200 MeV).

$E_{e^+} = 200 \text{ MeV}$		$\alpha = Q / \text{TF}$		
Q_8	Q_9	$\theta = 0.15 \text{ mrad}$	$\theta = 13.5 \pm 5 \text{ mrad}$	$\theta = 17.5 \pm 5 \text{ mrad}$
I (A)	I (A)			
0	0	0.34 ± 0.03	0.071 ± 0.003	0.033 ± 0.003
1	0	0.34 ± 0.03	0.074 ± 0.003	0.040 ± 0.003
2	0	0.32 ± 0.03	0.074 ± 0.003	0.040 ± 0.003
3	0	0.30 ± 0.03	0.074 ± 0.003	0.044 ± 0.003
4	0	0.22 ± 0.03	0.086 ± 0.003	0.046 ± 0.003

In Fig. 8 è riportato l'andamento del valore calcolato rapporto Q/TF in funzione della divergenza angolare del fascio dei positroni per energia di questi $E_{e^+} = 200.51 \text{ MeV}^{(x)}$.

(x) - La risposta Q del quantmetro è data da: $Q = \int E_\gamma \frac{dN_\gamma(E_\gamma)}{dE_\gamma dt} S \Delta t$, dove: E_γ = energia dei fotoni, $\frac{dN_\gamma(E_\gamma)}{dE_\gamma dt} dE_\gamma$ = numero dei fotoni di energia compresa tra E_γ e $E_\gamma + dE_\gamma$, prodotti nell'unità di tempo; S = sensibilità del quantmetro, il cui valore è stato desunto da Ref. (4); Δt = durata della misura. La risposta TF della Tazza di Faraday è data da: $\text{TF} = N_{e^+} e^+ \Delta t$, dove N_{e^+} = numero dei positroni raccolti nella unità di tempo, e^+ = carica del positrone. Il programma calcola l'integrale $\int E_\gamma n_\gamma(E_\gamma) dE_\gamma$ con $n_\gamma(E_\gamma) = \frac{[dN_\gamma(E_\gamma)]/[dE_\gamma dt]}{N_{e^+}}$ (v. Ref. (6)).

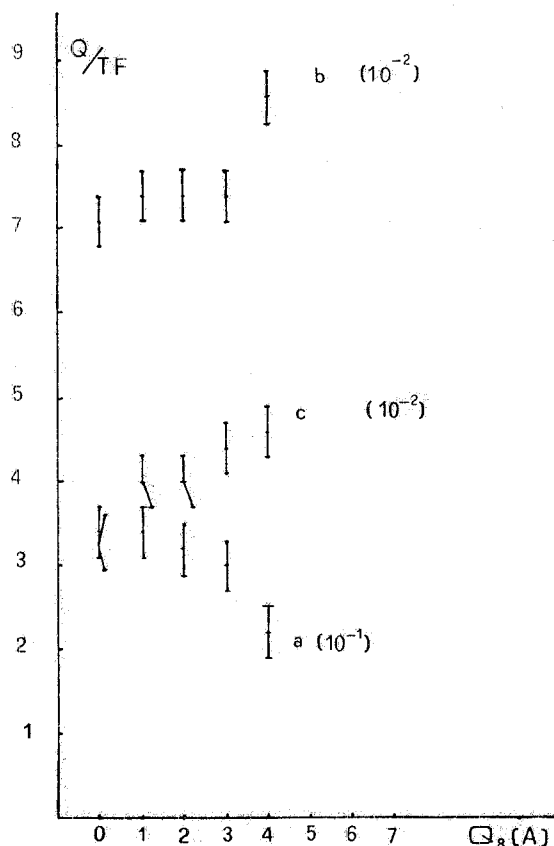


FIG. 7 - Valori misurati del rapporto $\alpha = Q/TF$ in funzione della corrente nel quadrupolo Q_8 , per le seguenti collimazioni del fascio di fotoni: a) 0 ± 5 mrad, b) 13.5 ± 5 mrad, c) 17.5 ± 5 mrad, per energia dei positroni $E_{e^+} = 200$ MeV e con bersaglio di annichilazione 0.7 g/cm^2 di H_2 .

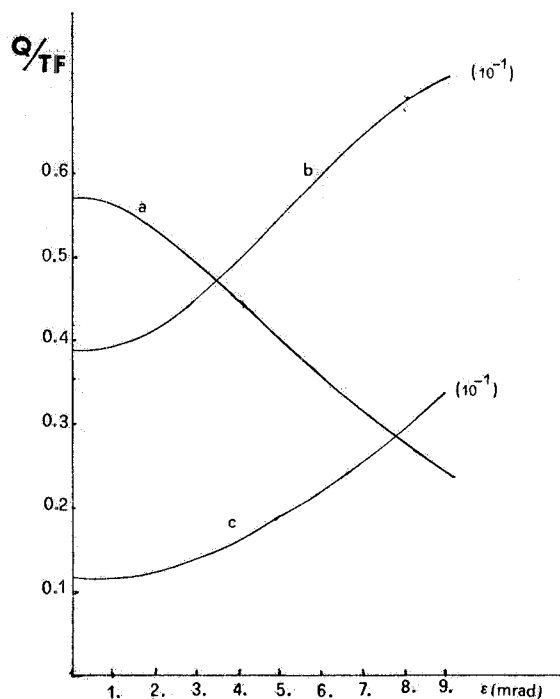


FIG. 8 - Andamento del rapporto Q/TF in funzione della divergenza ϵ del fascio dei positroni calcolato per $E_{e^+} = 200.51$ MeV, spessore del bersaglio di annichilazione 0.7 g/cm^2 di H_2 liquido, per i valori dell'angolo di raccolta dei fotoni di: a) 0 ± 5 mrad, b) 13.5 ± 5 mrad, c) 17.5 ± 5 mrad.

Dal confronto della Fig. 7 con la Fig. 8 si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- 1) per tutti e tre i valori dell'angolo di raccolta dei fotoni i valori sperimentali di α riproducono qualitativamente l'andamento calcolato;
- 2) il confronto quantitativo tra i calcoli e le misure si potrà effettuare soltanto dopo aver tenuto conto in quelli dell'influenza delle dimensioni finite del fascio di positroni e in queste misurando la divergenza angolare del fascio stesso per mezzo di camere a fili.

Tuttavia l'accordo qualitativo ottenuto ci rende confidenti della riproducibilità degli angoli di deviazione e quindi della affidabilità della procedura usata per la deviazione del fascio dei positroni.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - G. P. Capitani, E. De Sanctis, C. Guaraldo, G. Ricco, M. Sanzone, R. Scrimaglio and A. Zucchiatti, The monochromatic gamma beam facility of Frascati Leale Laboratory, Frascati Report LNF-77/45 (1977).
- (2) - E. Mancini and M. Sanzone, Nuclear Instr. and Meth. 66, 87 (1968).
- (3) - G. P. Capitani, E. De Sanctis, S. Faini, C. Guaraldo, R. Malvano, G. Ricco, M. Sanzone e R. Scrimaglio, Stato di avanzamento del progetto gamma monocromatici e programma sperimentale preliminare, Frascati report LNF-72/99 (1972).
- (4) - A. P. Komar, S. P. Kruglov and I. V. Lopatin, Quantameter with constant sensitivity in the energy range 5 MeV to 5 GeV ("Gaussian quantameter"), Nuclear Instr. and Meth. 82, 125 (1970).
- (5) - A. P. Komar, S. P. Kruglov and I. V. Lopatin, Special ionization chambers for absolute measurement of high energy bremsstrahlung intensity, Nuclear Instr. and Meth. 42, 235 (1966).
- (6) - V. Lucherini, Tesi di laurea, Università degli Studi di Roma, Anno accademico 1976/77.

To be submitted to
Lett. Nuovo Cimento

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-78/9(P)
9 Febbraio 1978

G. Dattoli, R. Mignani and D. Prosperi: DIPOLE MAGNETIC
MOMENTS OF CHARMED BARYONS IN A NEW $U(3)$ SCHEME