

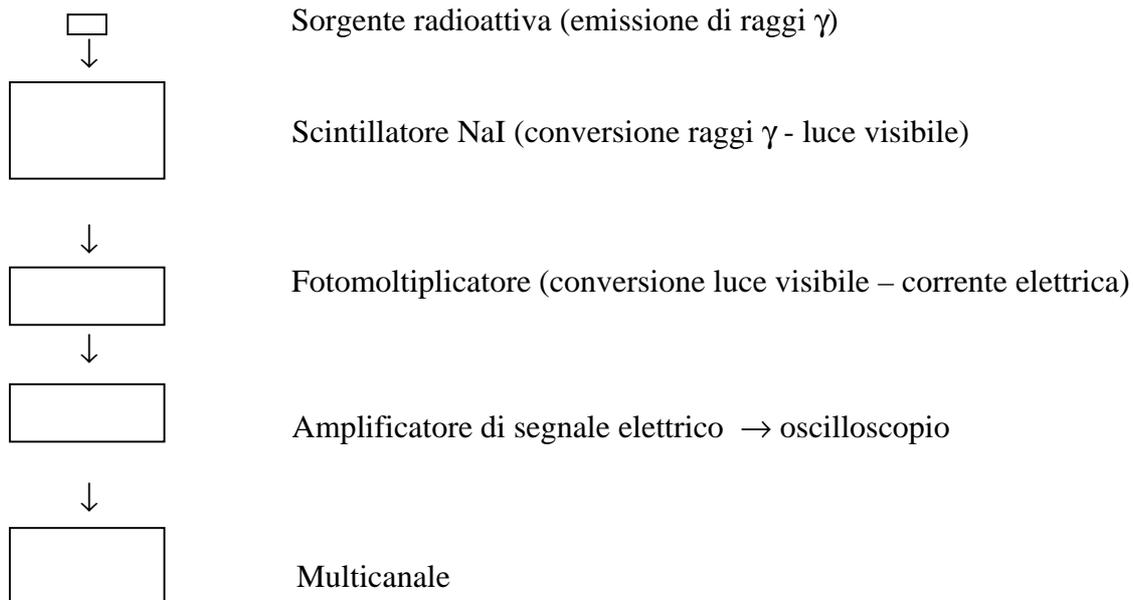
INCONTRI DI FISICA 2002  
INFN – LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI  
16-18 SETTEMBRE 2002

Relazione di: MARIA GABRIELLA SOLIVETTI

SPETTROMETRIA  $\gamma$

Scopo: calcolo della massa dell'elettrone

Apparato strumentale (volutamente ridotto all'essenziale):



Considerazioni teoriche:

Sono state prese in esame tre sorgenti: Cesio 137; Cobalto 60; Sodio 22. Esse emettono raggi  $\gamma$  che nello scintillatore NaI danno luogo a tre processi :

- effetto fotoelettrico**, i.e. eccitazione o ionizzazione dell'atomo in conseguenza dell'assorbimento del raggio  $\gamma$  incidente da parte di un elettrone atomico e conseguente diseccitazione dell'atomo con emissione di fotone. Tale processo domina per energie del fotone incidente fino a circa 0.1 MeV.
- effetto Compton**, i.e. diffusione del raggio  $\gamma$  da parte di un elettrone atomico quasi-libero. Tale processo domina per energie del fotone incidente intorno ad 1 MeV.
- produzione di coppie**  $e^+ / e^-$  nel campo coulombiano del nucleo atomico. Tale processo domina per energie del fotone incidente maggiori di 2 MeV.

La strumentazione indicata fornisce in uscita sul multicanale uno spettro d'ampiezza che dipende da:

- 1) le interazioni subite dalla radiazione ;
- 2) la geometria propria del rivelatore.

Infatti, elettroni e fotoni emessi nei processi a), b), c) producono processi "secondari" di eccitazione di livelli molecolari in un materiale fluorescente primario che emette luce UV; quindi un secondo materiale fluorescente trasforma la radiazione UV in luce visibile adatta al fotomoltiplicatore che la traduce in una tensione di uscita.

La risposta fornita dal multicanale consiste di un grafico canale–conteggio che ha bisogno di una calibrazione in energia tramite le conoscenze teoriche sul valore dei picchi degli spettri dei materiali presi in esame.

Come è noto nell'effetto Compton un fotone di energia  $h\nu$  nell'interagire con un elettrone cede ad esso parte della sua energia e nell'urto viene deviato rispetto alla direzione incidente di un angolo  $\vartheta$ .

$T' = h\nu - h\nu' = m_e c^2 \frac{1 - \cos\vartheta}{1 + \frac{1 - \cos\vartheta}{\lambda}}$  dove  $T'$  è l'energia acquistata dall'elettrone dopo l'urto e

il parametro  $\lambda = \frac{h\nu}{m_e c^2}$ . Tale espressione per  $\vartheta = \pi$  diventa  $T' = h\nu \frac{2\lambda}{1 + 2\lambda}$

Sullo spettro del Sodio 22 si cerca di individuare il valore del *Compton edge* che corrisponde all'energia di un fotone che nel processo Compton subisce una diffusione con un angolo  $\vartheta = \pi$

Dallo studio dell'assorbimento per effetto Compton ci si aspetta uno spettro continuo per energie comprese tra zero e il *Compton edge* seguito da un gap di assenza di assorbimento e quindi un picco che teoricamente dovrebbe essere una  $\delta$  di Dirac che corrisponde ad un assorbimento completo. Nella realtà dell'esperimento le fluttuazioni del numero di eccitazioni e ionizzazioni, il rumore elettronico, la deriva delle caratteristiche del sistema hanno fatto ottenere questo risultato nel quale il *Compton edge* può essere individuato nel punto dove la curva decresce più rapidamente prima

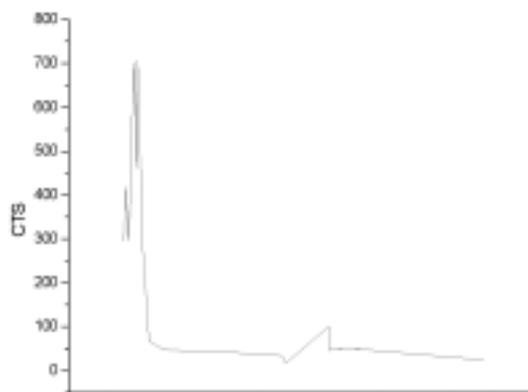
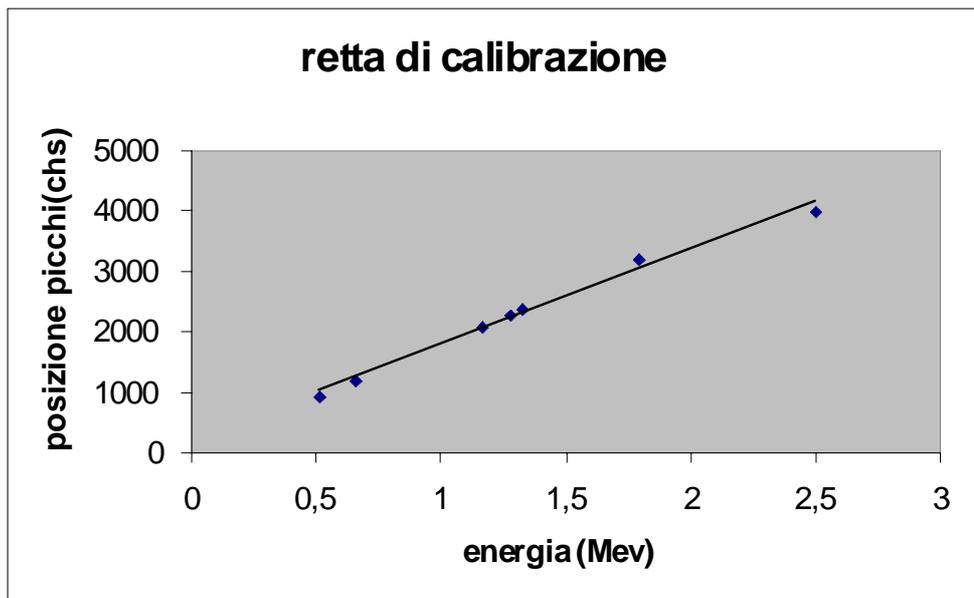




Tabella di calibrazione per poter convertire il numero di canale in energia

Valori teorici di energia in MeV	posizione del picco (chs)
0.511	919
0.662	1179
1.17	2069
1.28	2257
1.33	2360
1.79	3182
2.5	3977

Dalla retta di calibrazione si ottiene che il canale 1889, punto individuato come *Compton edge*, corrisponde ad una energia di 1.07 MeV.



Con questo valore il parametro  $L = \frac{T'}{2(\hbar\nu - T')} = \frac{E_{CE}}{2(E_0 - E_{CE})} = \frac{1.07}{2(1.28 - 1.07)} = 2.55$

e di conseguenza  $m_e = \frac{E_0}{L} = \frac{1.28}{2.55} = 502 \text{ KeV} / c^2$

Tale risultato, considerando la strumentazione utilizzata e tutte le approssimazioni effettuate, anche senza il calcolo preciso dell'errore, rimandato ad ulteriori approfondimenti, è da considerarsi pienamente soddisfacente.