

## Esercitazioni n.13-16 (A.A. 2002-03)

### Realizzazione dell'esperimento

Scopo dell'esperimento e' la misura dello spettro in energia Compton (ottenuto con tre sorgenti diverse:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) e da questo la determinazione della massa dell'elettrone.

Inoltre sara' possibile misurare la risoluzione in energia del rivelatore e l'attivita' precisa delle sorgenti utilizzate (quest'ultimo punto non e' obbligatorio).

1) Una volta montato il circuito completo, verificare:

- funzione di trasferimento del sistema amplificatore + filtro (vedi fig. 1)
- linearita' del sistema amplificatore + filtro + comparatore (oppure solo sistema amplificatore + filtro); mandare in ingresso segnali tipo fotomoltiplicatore con diverse ampiezze utilizzando la scheda generatore di segnali arbitrari (oppure sinusoidi a varie frequenze nel range della larghezza di banda del segnale). Evidenziare con alcune misure anche la zona non lineare (vedi fig. 2).

2) Verificare all'oscilloscopio la massima ampiezza dei segnali da misurare. Si consideri che il secondo picco del cobalto dovrebbe fornire i segnali piu' ampi. Controllare che l'intervallo di variazione dei segnali in ingresso corrisponda ad una zona lineare della risposta del sistema. Controllare che sia possibile regolare la soglia del comparatore in modo da coprire interamente l'intervallo di variabilita' dei segnali in ingresso al comparatore.

3) Misura dello spettro con sorgenti di  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ :

- misura dei conteggi dovuti al rumore di fondo  $N_F$  variando la tensione di soglia (mantenere le sorgenti lontane dallo scintillatore);
- misura dei conteggi dovuti al segnale + rumore di fondo variando la tensione di soglia ( $N_T = N_S + N_F$ )
- sottrazione del fondo ( $N_S = N_T - N_F$ )
- $N_S$  rappresenta la cumulativa (complementare) dello spettro in tensione dei segnali rivelati:

$$N_S = \int_{V_{soglia}}^{\infty} \frac{dn}{dV} dV$$

(vedi fig.3,4,5 in alto)

Nel valutare l'incertezza sulle grandezze misurate direttamente,  $N_T$  ed  $N_F$ , considerare valida la statistica di Poisson. (N.B. La grandezza  $N_S$  non e' misurata direttamente!)

4) Derivando  $N_S$  rispetto a  $V_{soglia}$  si ottiene direttamente lo spettro in tensione dei segnali:

$$\frac{dn}{dV_{soglia}} = - \frac{dN_S}{dV_{soglia}}$$

(vedi fig. 3,4,5 in basso).

5) Fare un fit con una gaussiana per ognuno dei cinque picchi cosi' ottenuti (2 del cobalto, 2 del sodio ed uno del cesio). Come risultato si ottengono 5 valori medi e 5 deviazioni standard:

$V(\text{Na1})$ ,  $V(\text{Na2})$ ,  $V(\text{Cs})$ ,  $V(\text{Co1})$ ,  $V(\text{Co2})$

$\sigma_V(\text{Na1})$ ,  $\sigma_V(\text{Na2})$ ,  $\sigma_V(\text{Cs})$ ,  $\sigma_V(\text{Co1})$ ,  $\sigma_V(\text{Co2})$

Nel caso dello spettro del cesio (e se possibile per quello del sodio) fare un fit del continuo Compton fino al Compton edge con una funzione tipo Fermi-Dirac:  $\text{cost}/\{1+\exp[(V-V_C)/V_{KT}]\}$ . Come risultato si ottiene il valor medio della distribuzione (il Compton edge) ed il "KT", cioe' l'allargamento dovuto alla risoluzione del rivelatore:  $V_C(\text{Cs})$  e  $V_{KT}(\text{Cs})$

6) Calibrazione in energia:

Considerando che esiste una relazione lineare fra la tensione di soglia e l'energia depositata nello scintillatore (che nel caso dei fotopicchi corrisponde ad assorbimento totale),  $V_{soglia} = aE + b$ , graficare i valori  $V(\text{Na1})$ ,  $V(\text{Na2})$ ,  $V(\text{Cs})$ ,  $V(\text{Co1})$ ,  $V(\text{Co2})$  in funzione della corrispondente energia dei fotopicchi (vedi fig.7) e fare un fit lineare. I parametri  $a$  e  $b$  trovati (con i loro errori) consentono di trasformare le tensioni misurate in energie.

7) Misura della massa dell'elettrone. Verifica del processo Compton.

I due valori di energia misurati per il cesio, cioè il valor medio del fotopicco  $E_0(\text{Cs})$  e del Compton edge  $E_C(\text{Cs})$  consentono di misurare la massa dell'elettrone e quindi di verificare la validità della relazione fra le energie in base all'ipotesi del processo Compton, cioè di diffusione di fotoni su elettroni.

$$E_C(\text{Cs}) = \frac{E_0(\text{Cs})}{1 + \frac{m_e c^2}{2E_0(\text{Cs})}} \quad \Rightarrow \quad m_e c^2 = 2E_0(\text{Cs}) \cdot \left( \frac{E_0(\text{Cs})}{E_C(\text{Cs})} - 1 \right)$$

8) Misura della risoluzione in energia e sua parametrizzazione.

Si graficano per i cinque picchi i valori di  $\sigma_E/E$  in funzione di  $E$ . Si fa un fit con una funzione del

tipo  $\frac{\sigma_E}{E} = \frac{c}{\sqrt{E}} + d$

I parametri  $c$  e  $d$  trovati (vedi fig.8) consentono la valutazione della risoluzione a qualunque energia, utile nel programma di simulazione Monte Carlo dell'esperimento.

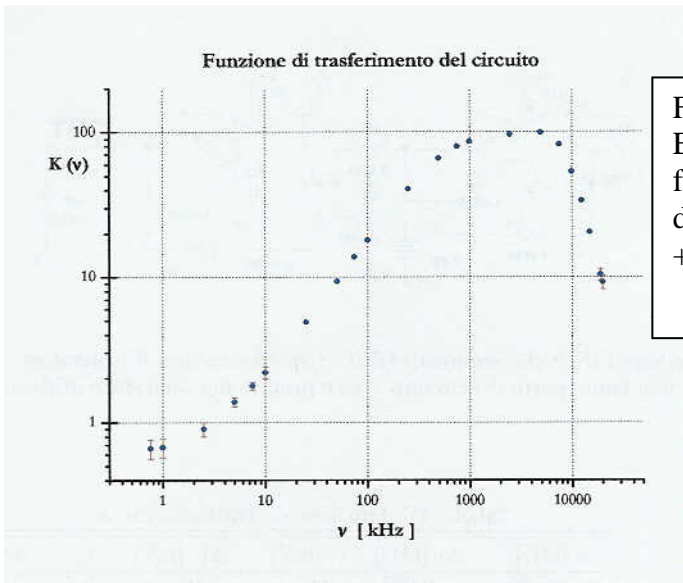


Fig.1  
Esempio di misura della funzione di trasferimento del sistema amplificatore + filtro

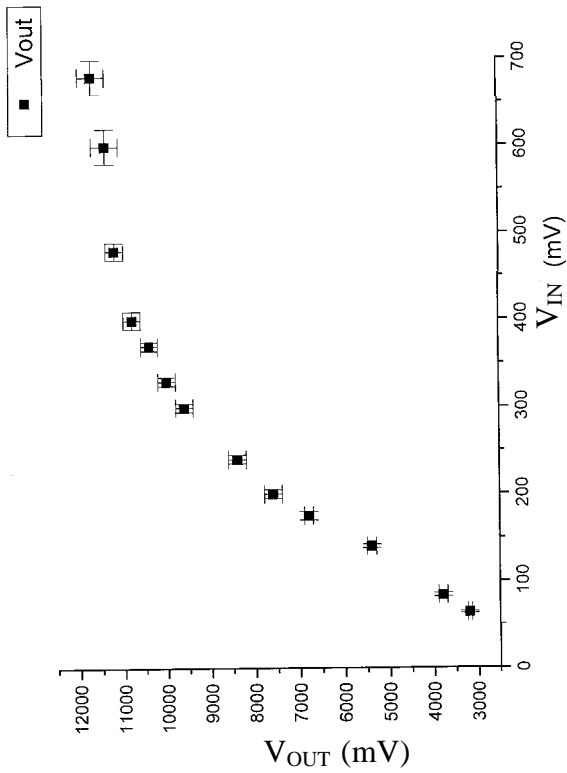


Fig.2  
Esempio di verifica della linearita' del circuito

Fig.3  
Esempio di cumulativa (in  
alto) e spettro del  $^{137}\text{Cs}$  (in  
basso)

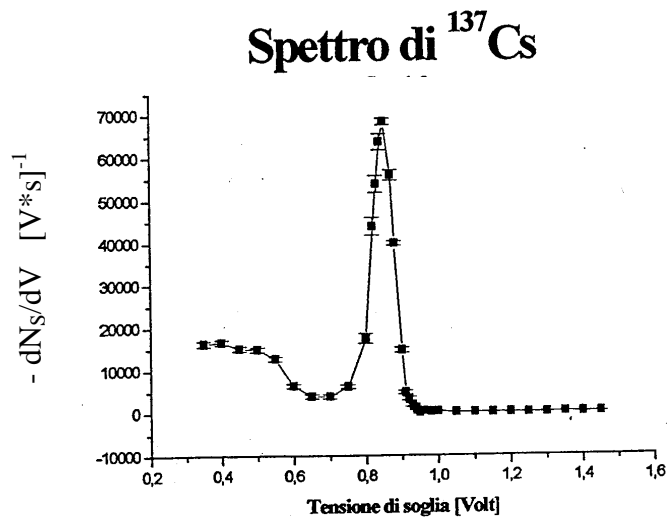
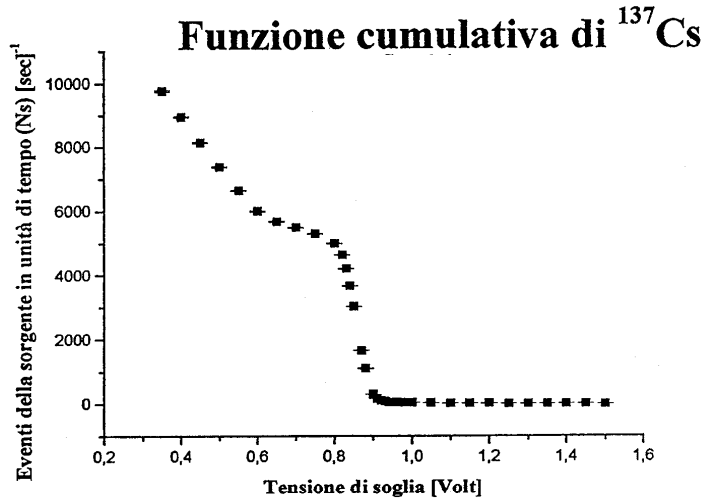
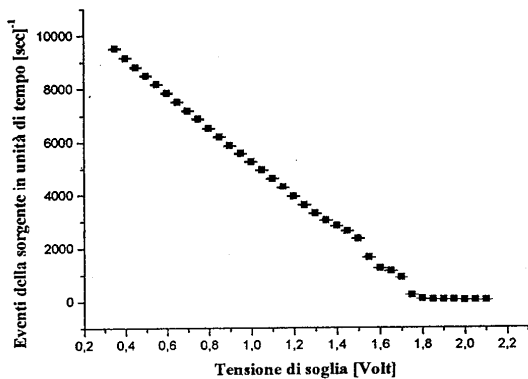


Fig.4  
Esempio di cumulativa (in  
alto) e spettro del  $^{60}\text{Co}$  (in  
basso)

### Funzione cumulativa di $^{60}\text{Co}$



### Spettro di $^{60}\text{Co}$

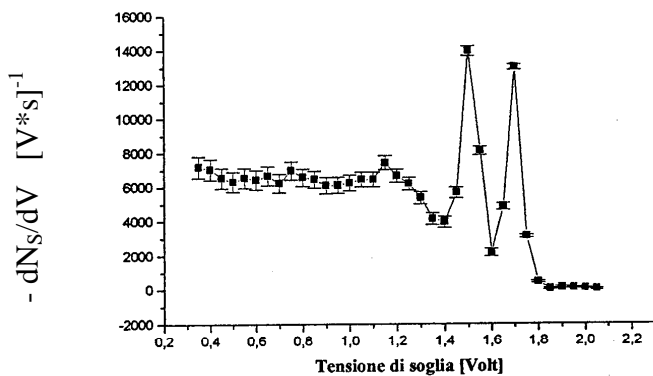
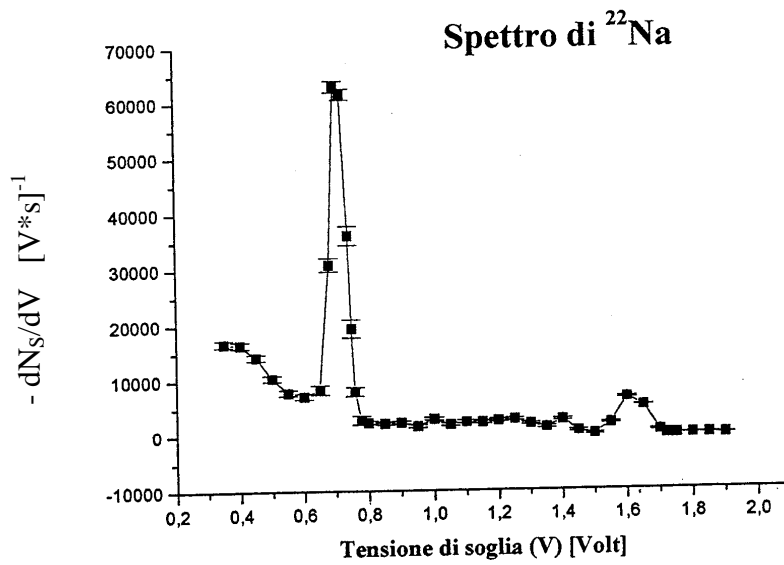
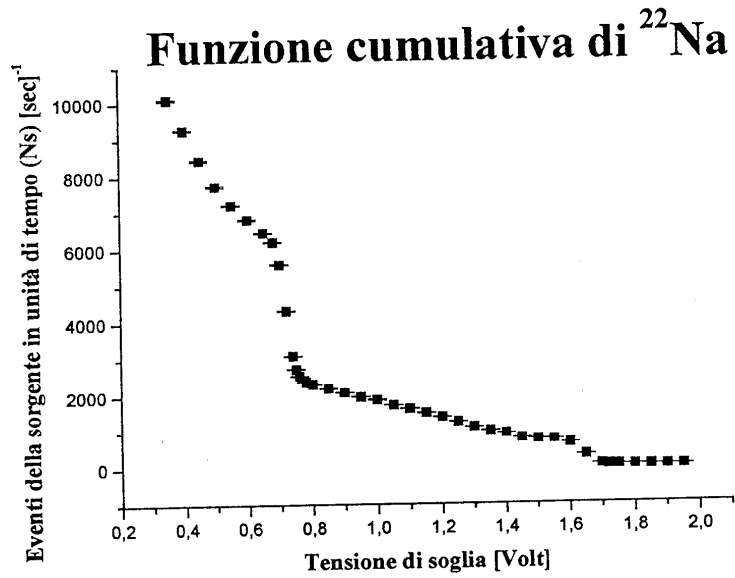


Fig.5  
Esempio di cumulativa (in  
alto) e spettro del  $^{22}\text{Na}$  (in  
basso)



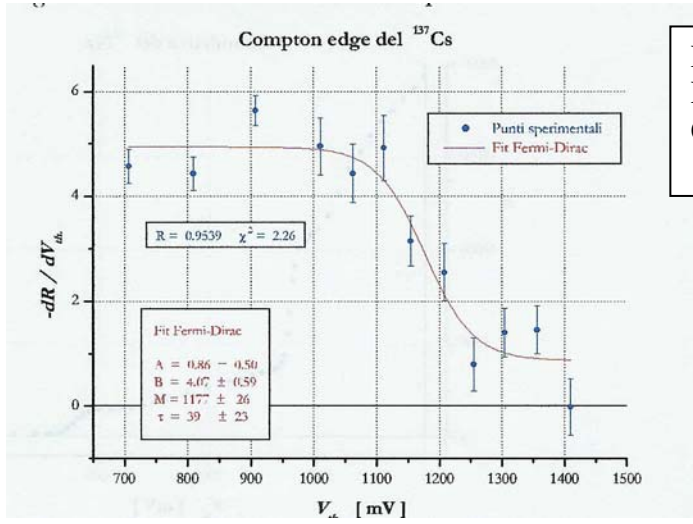
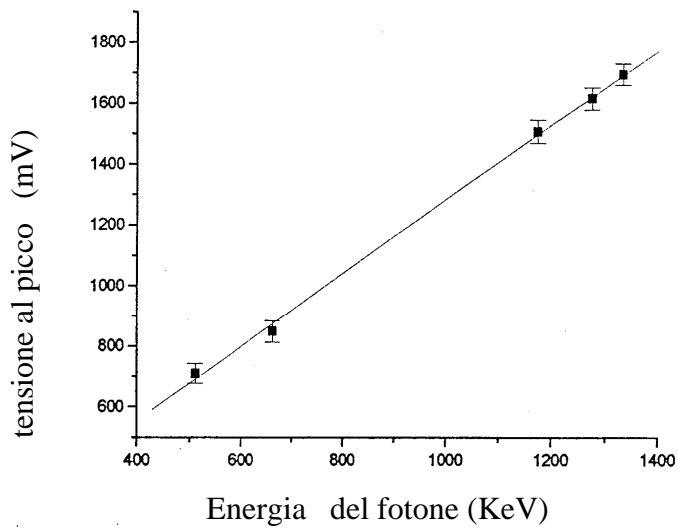


Fig.6  
Esempio di fit del continuo  
Compton

Fig.7  
Esempio di calibrazione in  
energia



$Y=A+B*X$

Parametro	Valore	Errore
A	70,40276	9,5172
B	1,217	0,02572

Coeff. di Correlazione: 0,99933



Fig.8  
Esempio di misura della  
risoluzione in energia

