

Rivelazione di radiazione γ

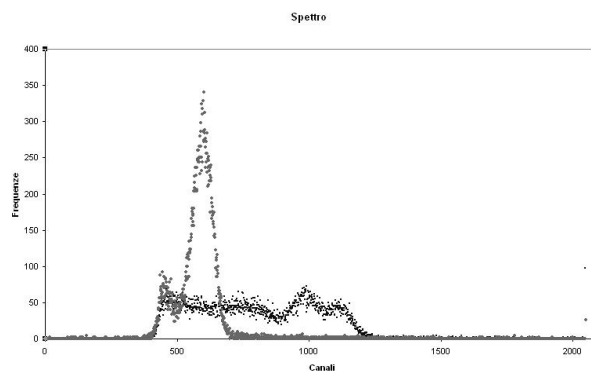
Misura dell'attività di una sorgente di ^{137}Ce e ^{60}Co mediante confronto con una sorgente di attività nota.

**Berritta M., Cassia G., Chisari M., De Domenico M., Messina E.,
Zuccarello F.**

Università degli studi di Catania

Sommario

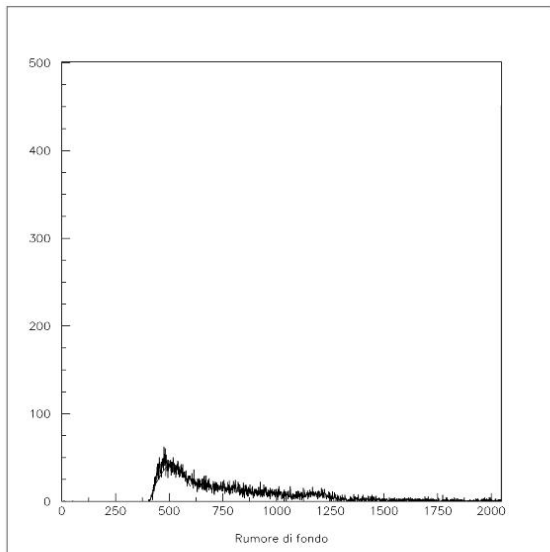
Presentiamo i risultati della misura della attività di una sorgente di ^{60}Co e confronto con il suo valore teorico noto dalla legge di decadimento, ed inoltre la misura della attività incognita di una sorgente di ^{137}Ce . Entrambe le misure di attività si sono fatte mediante il confronto con una sorgente campione di ^{137}Ce .



1 Apparato sperimentale

I γ emessi dalle sorgenti radioattive sono rivelati da uno scintillatore inorganico di NaI . Lo scintillatore è collegato ad un fotomoltiplicatore (tra un dinodo ed il successivo è mantenuta una d.d.p. di $150V$) direttamente collegato ad un preamplificatore di corrente ed alla relativa elettronica¹.

Il discriminatore è settato in modo tale da eliminare la radiazione a bassa energia dovuta sostanzialmente al rumore di fondo, di cui si riporta il grafico della distribuzione:



Questo è possibile perchè l'emissione del ^{137}Ce e del ^{60}Co sono note e superiori al range di taglio.

I dati vengono acquisiti attraverso un'interfaccia SCSI gestita da un software dedicato.

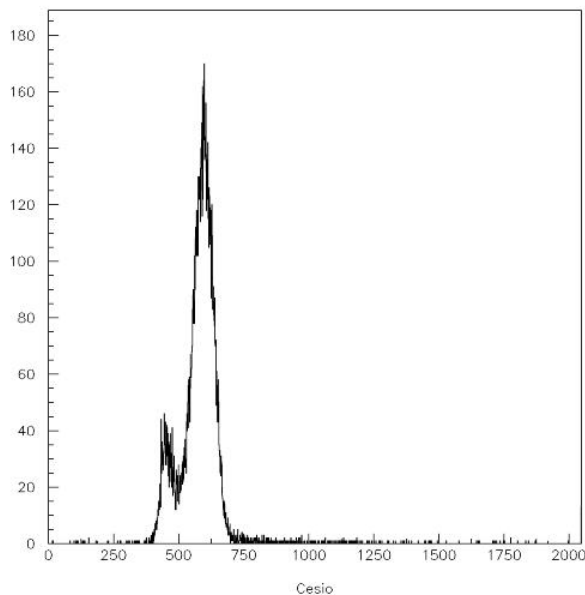
¹L'elettronica dell'ADC è positiva, mentre quella del gate generator è negativa, di conseguenza accoppiato all'amplificatore è associato un differenziatore, che rende il segnale bipolare, risolvendo in ultima analisi tali incongruenze.

2 Modo di operare

La radiazione γ incidente sullo scintillatore inorganico, avendo energia maggiore di quella necessaria per sollecitare i modi di oscillazione propria del sistema, genera, supponendo uno scattering elastico $\gamma \rightarrow e^-$ i due effetti: *Compton* e *fotoelettrico*.

Gli elettroni scatterati creano ora un campo in grado di eccitare un numero di modi proporzionale alla loro energia (ovvero all'energia trasferitagli dal γ). Gli atomi decadendo emettono un numero N di fotoni proporzionale, salvo fenomeni di *quencing*, all'energia del γ iniziale.

Si è rilevato lo spettro di emissione del ^{137}Ce noto che riportiamo di seguito:

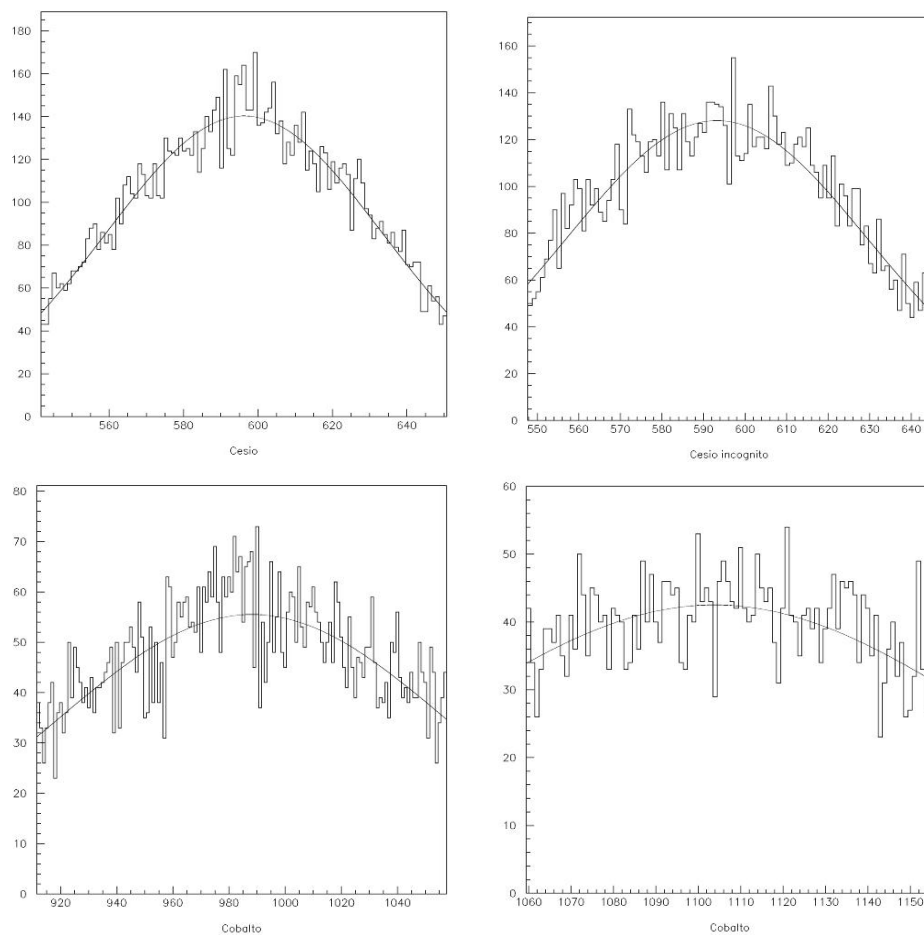


Eseguendo un fit gaussiano sul picco fotoelettrico, trascurando l'effetto Compton², abbiamo misurato la relativa costante che fornisce il numero di conteggi in un intervallo di tempo fissato, ottenendo così l'attività del campione relativa all'angolo solido sotteso dallo scintillatore.

Analogamente si è operato per le altre sorgenti³, ottenendo i seguenti grafici di fit:

²Supposto uguale in tutte le misure così come il rumore di fondo.

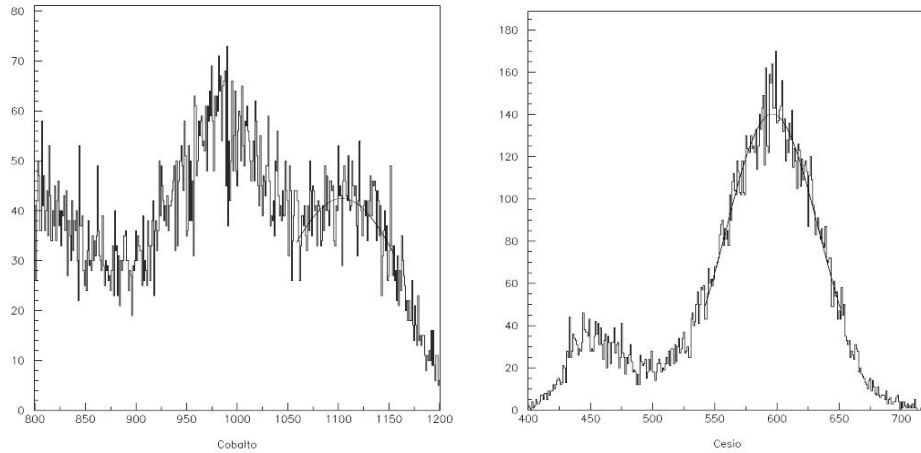
³Il ^{60}Co presenta due picchi e dunque l'attività totale sarà data dalla somma delle due attività relative a ciascun picco.



ed ottenendo infine i dati rilevati in tabella:

	N.par.rivelate	Tempo di misura (s)	Attività(mBq)
^{137}Ce	140.320 ± 13.13	1801	77.91 ± 1.06
^{60}Co	55.525 ± 8.42	3608	15.39 ± 0.27
^{60}Co	42.519 ± 7.50	3608	11.78 ± 0.27
^{137}Ce incog.	128.170 ± 13.67	1804	71.05 ± 1.04

Riportiamo nei seguenti grafici il una visione più ampia della regione di fit:



Possiamo ora ricavare l'emissione su 4π del ^{137}Ce e del ^{60}Co sapendo che l'attività della sorgente campione è 32.86 KBq (a partire da quella tabulata (38.1 KBq) mediante la legge di decadimento (2) considerando inoltre che la vita media è di trent'anni e il valore dell'attività risale al 1998). La formula utilizzata è

$$X_{4\pi} = \frac{C_{e_{4\pi}}}{C_{e_{\Omega}}} X_{\Omega} \quad (1)$$

Riportiamo nella seguente tabella i valori ottenuti

Sorgente	Attività (KBq)	Err.relativo
^{60}Co	12.56 ± 3.34	26.5%
^{137}Ce incog.	36.03 ± 7.24	20.1%

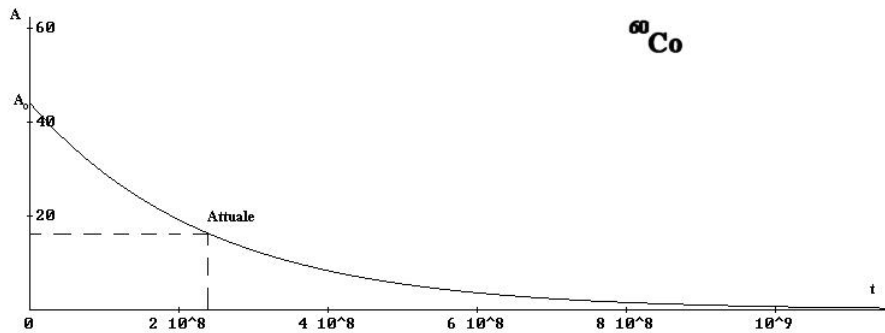
Vogliamo ora confrontare il valore da noi ricavato per l'attività del ^{60}Co a partire dal valore stimato nel novembre del 1998⁴ sapendo che la vita del media del cobalto è di circa cinque anni.

A tal proposito calcoliamo l'attività teorica del ^{60}Co prevista per il 2005 attraverso la curva di decadimento che segue la seguente equazione

$$A = A_0 e^{-\frac{0.69}{T_{1/2}} t} \quad (2)$$

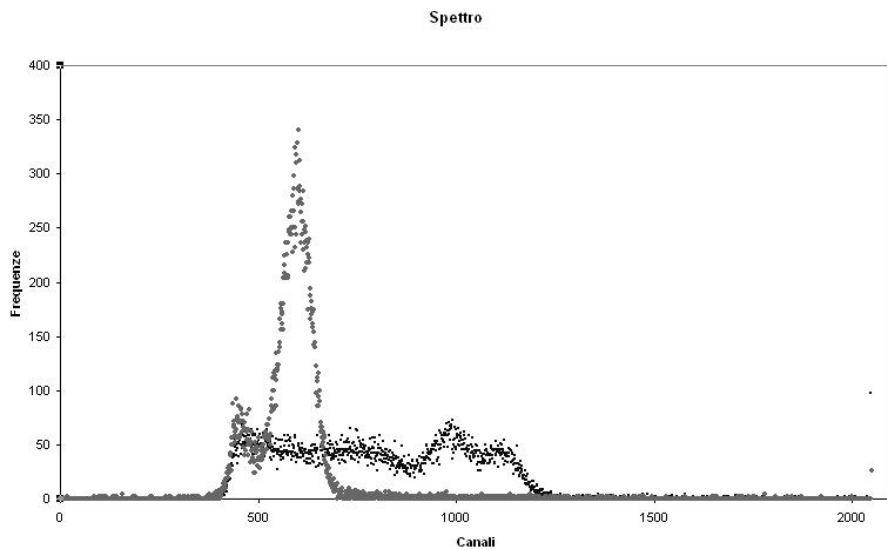
Dove A è l'attività al tempo t e $T_{\frac{1}{2}}$ il tempo di dimezzamento.

⁴Il valore dato al momento dell'acquisto è di 44.3 KBq



Il valore ricavato è pari a 19.073 KBq . Possiamo vedere come tale valore sia in disaccordo con il valore ricavato sperimentalmente per confronto con una sorgente nota : tale valore risulta notevolmente inferiore pur tenendo conto dell'errore sulla misura. Tali discrepanze potrebbero essere dovute a problemi di angolo solido, infatti è sufficiente una minima deviazione dell'inclinazione della sorgente per ridurre notevolmente la superficie effettiva di rivelazione.

Riportiamo in fine uno spettro dell'attività della sorgente di ^{60}Co e ^{137}Ce .



Vediamo che il picco più alto è quello del ^{137}Ce che cade circa a 0.5 Mev mentre i due picchi più bassi sono quelli relativi al ^{60}Co che cadono circa ad 1 Mev ; Nello spettro è possibile vedere pure la distribuzione dovuta all'effetto Compton sovrapposto al rumore di fondo dovuto ai raggi cosmici.