

---

# Radioattività Beta

---

Esperimenti su Radioattività Beta

---

Lodovico Lappetito

---

## Sommario

Introduzione .....	3
Setup Sperimentale .....	4
Deflessione in un campo magnetico .....	6
Rilevazione Radiazione Beta mediante Scintillatore Plastico .....	7
Rilevazione Radiazione Beta mediante Scintillatore CsI(Tl) .....	9

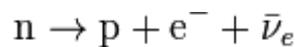
## Introduzione



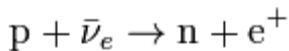
La **radiazione beta** è una forma di radiazione ionizzante emessa da alcuni tipi di nuclei radioattivi.

Questa radiazione assume la forma di particelle beta ( $\beta$ ), che sono elettroni o positroni ad alta energia, espulsi da un nucleo atomico in un processo conosciuto come decadimento beta. Esistono due forme di decadimento beta,  $\beta^-$  e  $\beta^+$ , che emettono rispettivamente un elettrone o un positrone.

Nel decadimento  $\beta^-$ , un neutrone viene convertito in un protone, un elettrone e un antineutrino elettronico (l'antiparticella del neutrino):

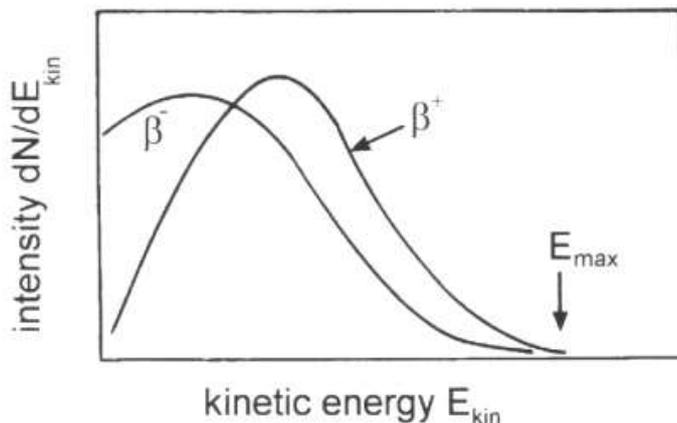


Nel decadimento  $\beta^+$  (osservabile in nuclei ricchi di protoni), un protone interagisce con un antineutrino elettronico per dare un neutrone e un positrone (il decadimento diretto del protone in positrone non è stato ancora osservato):



A causa della presenza del neutrino, l'atomo e la particella beta normalmente non rinculano in direzioni opposte. Questa osservazione sembrava violare il principio della conservazione dell'energia e del momento, ma poiché una tal cosa non sembrava probabile, Wolfgang Pauli postulò l'esistenza di una terza particella neutra il cui nome - **neutrino** - fu coniato dall'italiano Edoardo Amaldi, stretto collaboratore di Enrico Fermi, che a sua volta elaborò una teoria del decadimento beta che ancora oggi può essere considerata valida entro un ottimo livello di approssimazione. Tale decadimento è mediato dalla **forza nucleare debole**.

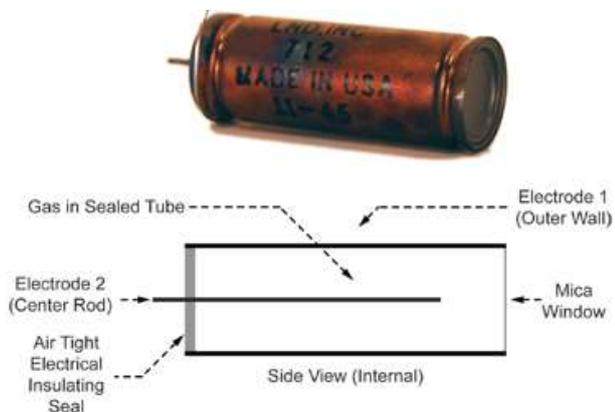
L'interazione delle particelle beta con la materia ha generalmente un raggio d'azione dieci volte superiore, e un potere ionizzante pari a un decimo rispetto all'interazione delle particelle alfa. Vengono bloccate completamente da **pochi millimetri di alluminio**.



Il fatto che nel decadimento beta venga emesso, insieme all'elettrone o al positrone, anche un neutrino, causa il fatto che l'elettrone abbia uno spettro continuo di energie che va da un minimo al massimo che corrisponde alla situazione in cui al neutrino viene conferita energia nulla.

## Setup Sperimentale

Per la rilevazione delle particelle beta è stato utilizzato il seguente tubo geiger :



**Sensore : Geiger tube LND-712**

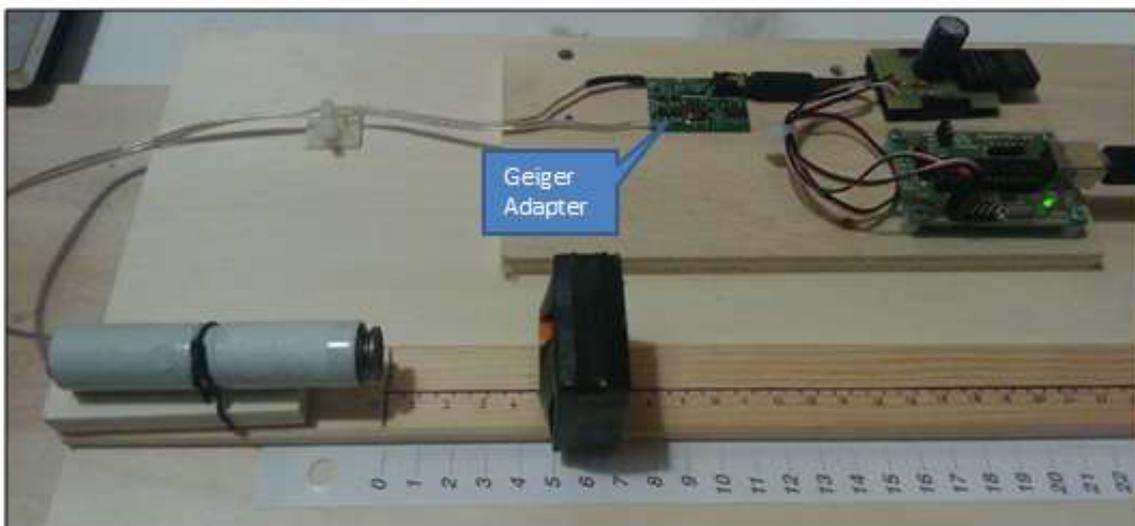
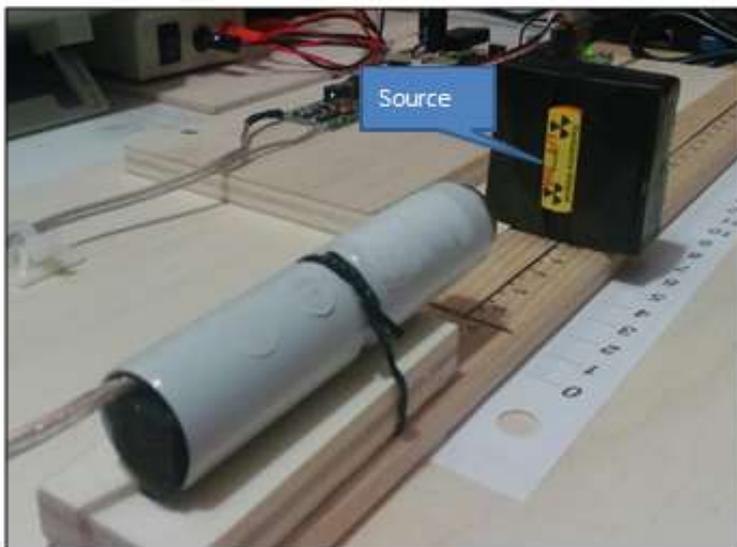
Sensibilità: 18 CPS/mR/h

Bkg: 0.10 CPS

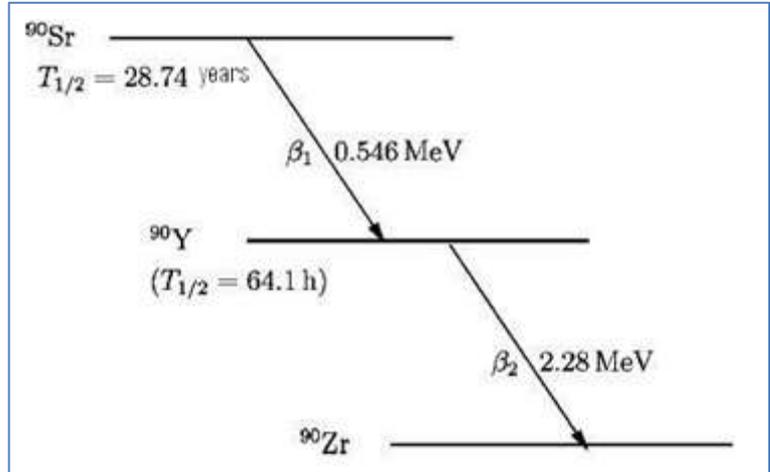
Tensione di lavoro: 500 volt

Resistenza: 5.6 megaohm

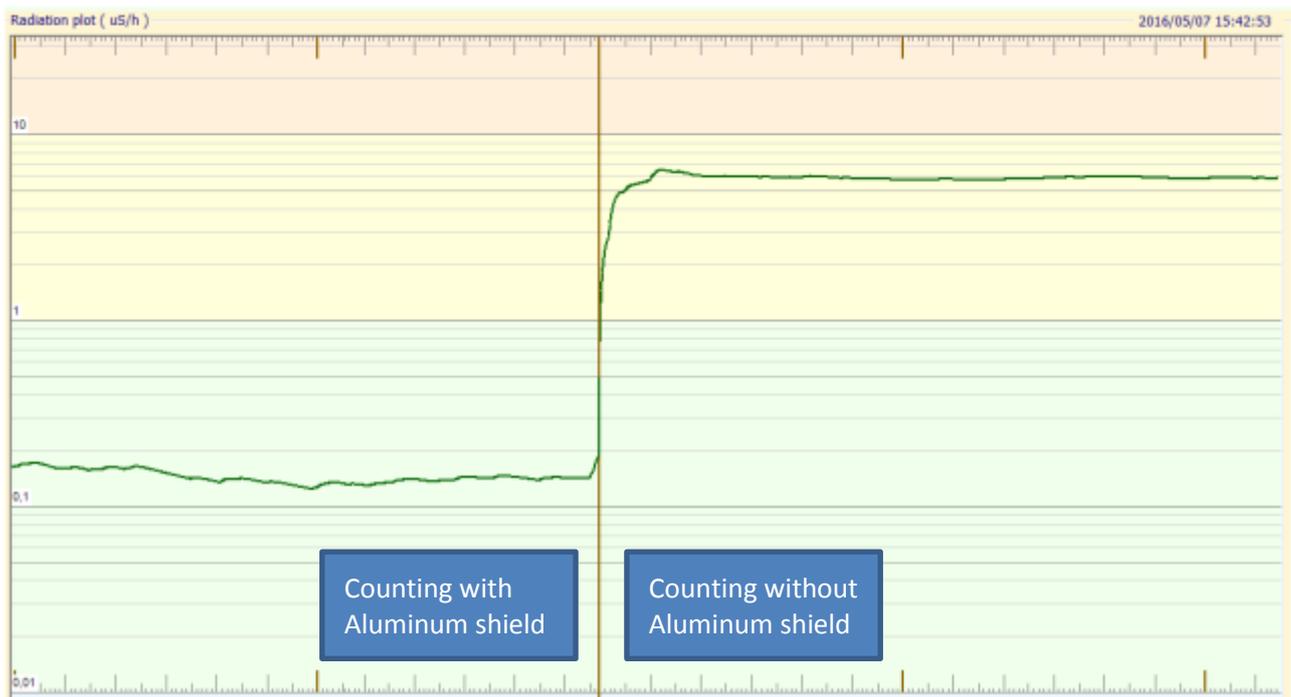
Radiazioni: Alfa+Beta+Gamma



Usando il setup sperimentale descritto nel paragrafo precedente abbiamo fatto la misura della radioattività da particelle beta emessa da una sorgente di 0,1 $\mu$ Ci dell'isotopo Stronzio 90. Come si vede dalla immagine sotto il **decadimento beta dello stronzio 90 da luogo alla emissione di particelle beta con energia massima di 0,546MeV e di 2,28MeV.**

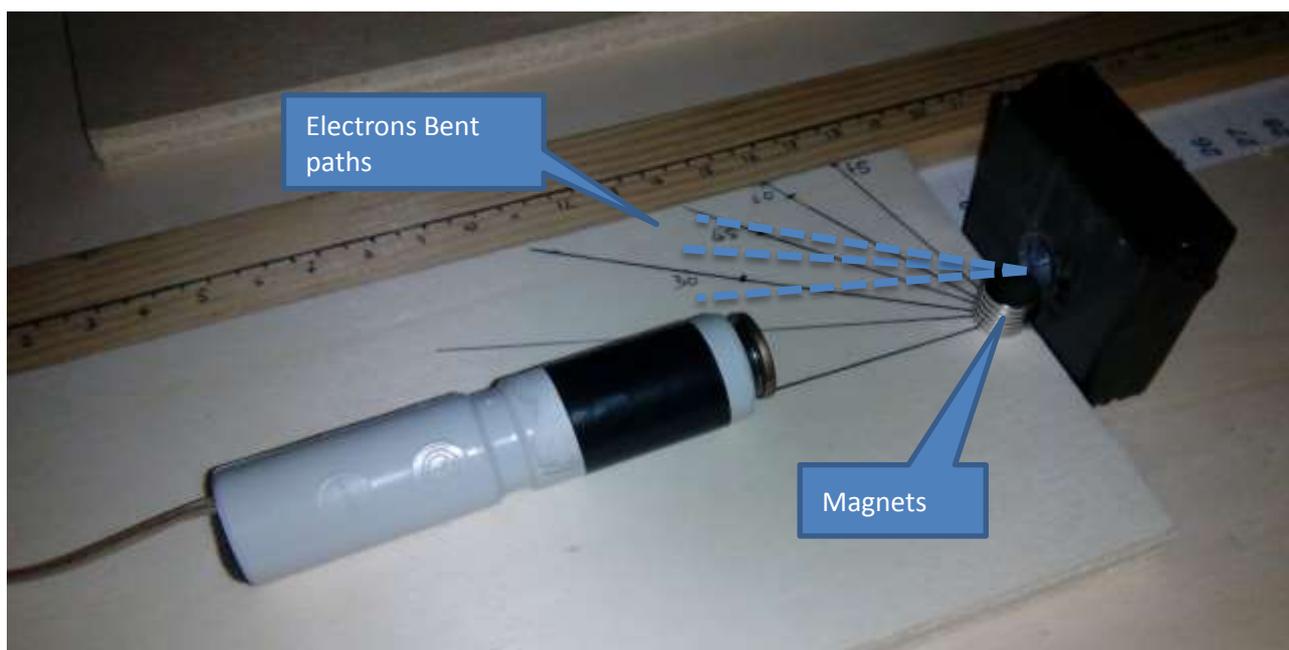
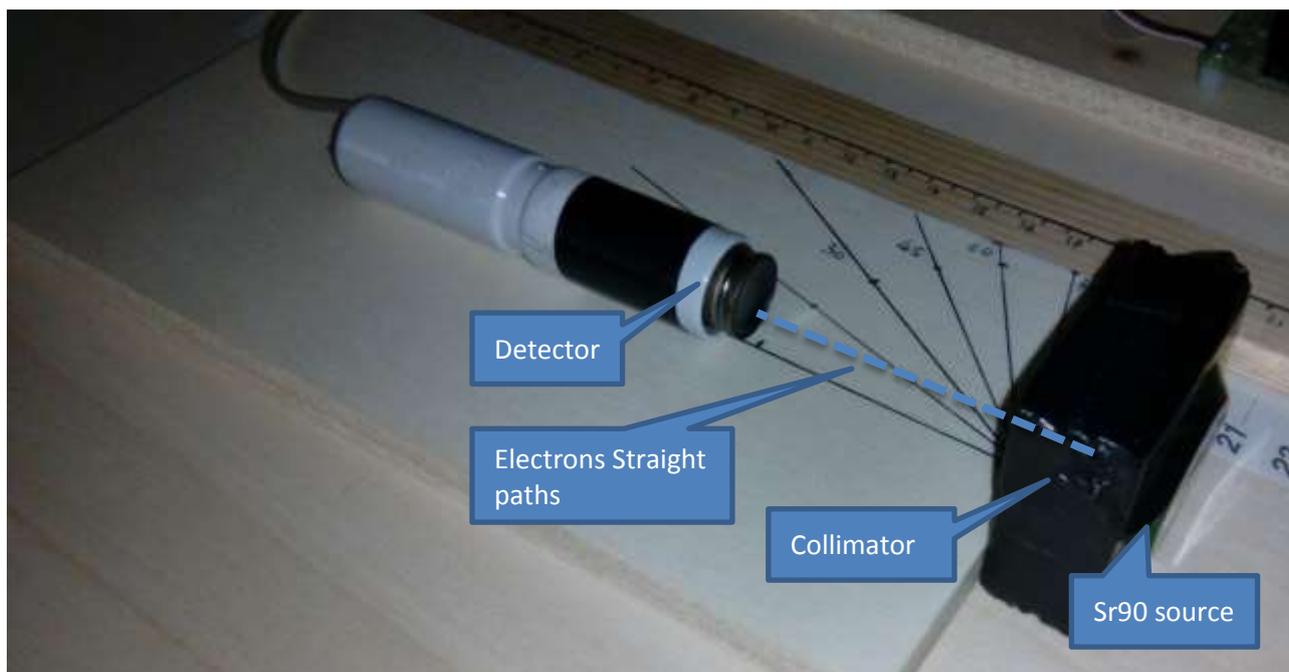


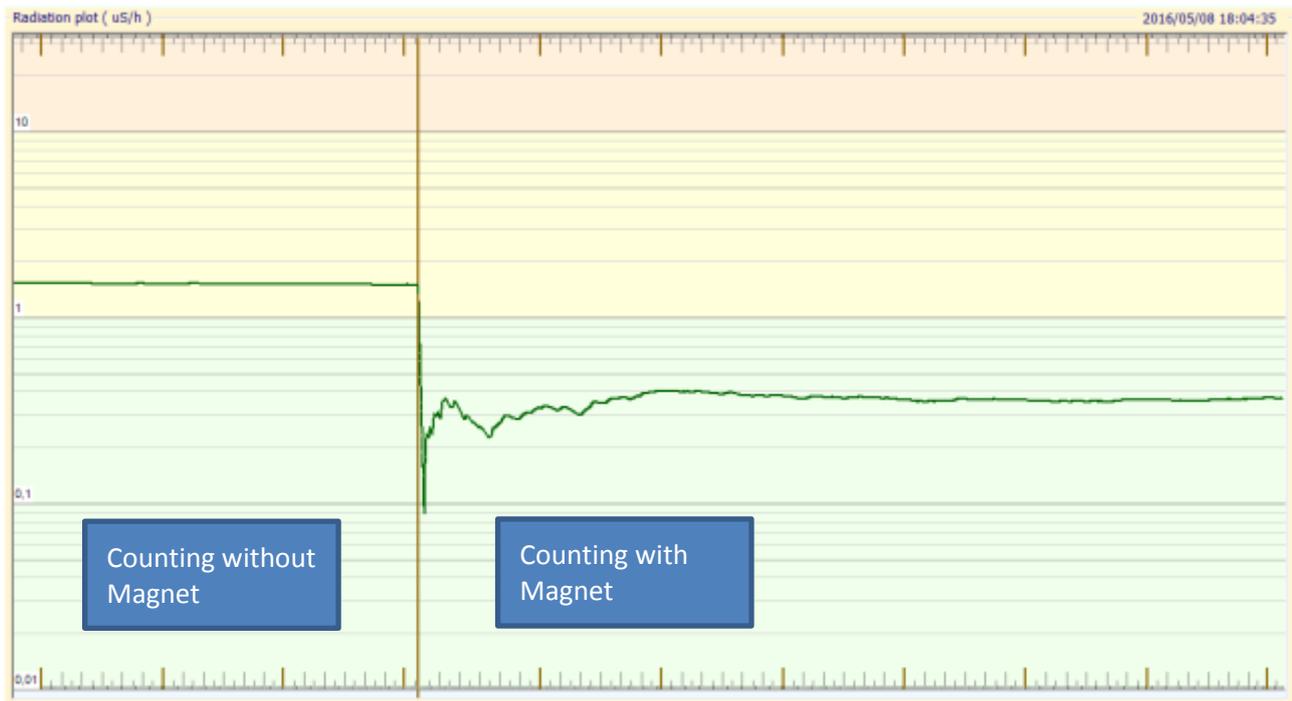
Sono state fatte due misure : la prima schermato il sensore con una lastra di alluminio e la seconda senza schermo, mantenendo fissa la distanza tra sensore e sorgente. Come si può vedere dal grafico riportato sotto l'effetto dello **schermo di alluminio è quello di bloccare completamente le particelle beta** : quando il sensore è schermato viene misurato un livello corrispondente a quello di background.



## Deflessione in un campo magnetico

Gli elettroni che costituiscono l'emissione beta possono essere facilmente deflessi utilizzando il campo magnetico generato da magneti permanenti al neodimio. Nelle figure sotto viene presentato un semplice esperimento qualitativo che dimostra questo fenomeno. L'emissione beta viene collimata con uno schermo di piombo, all'uscita del foro del collimatore viene posto un magnete permanente. Posizionando i magneti come in figura si vede come il conteggio del sensore diminuisca notevolmente : segno che gli elettroni vengono deviati dal campo magnetico e non raggiungono più il sensore.



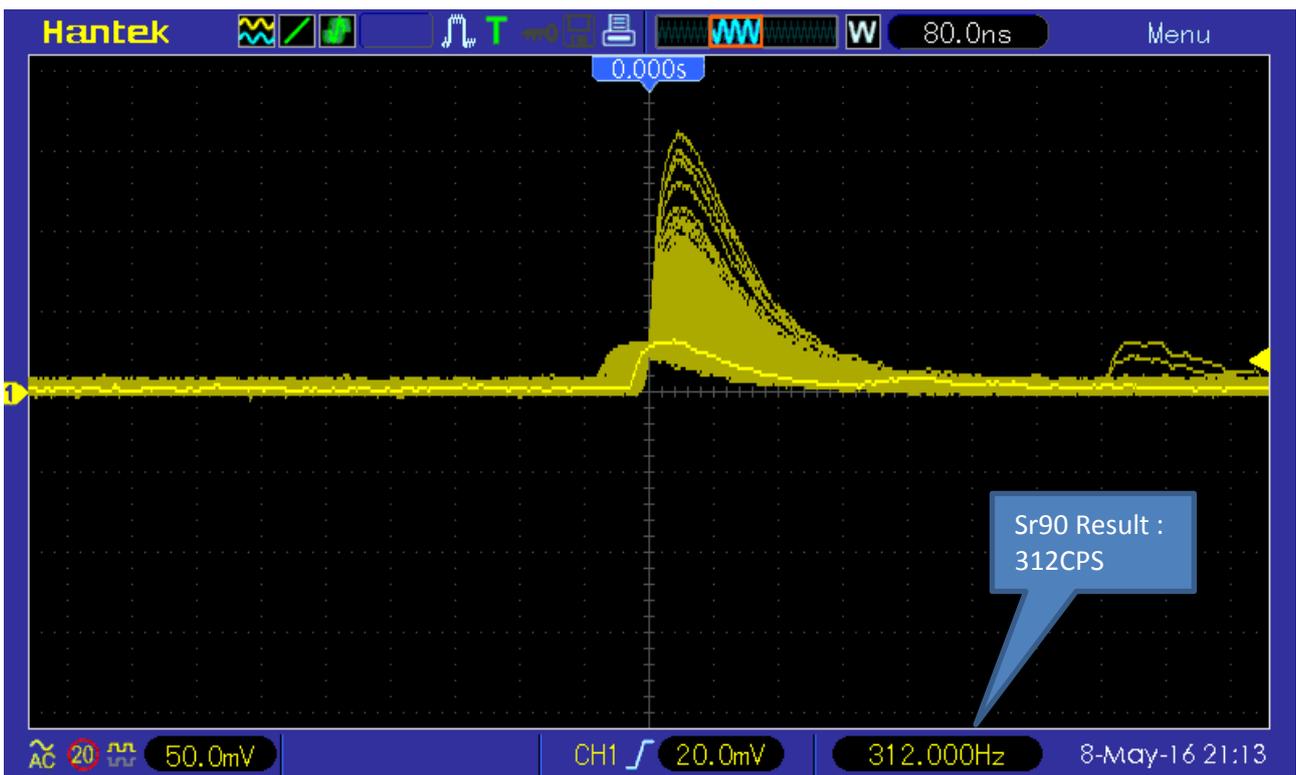
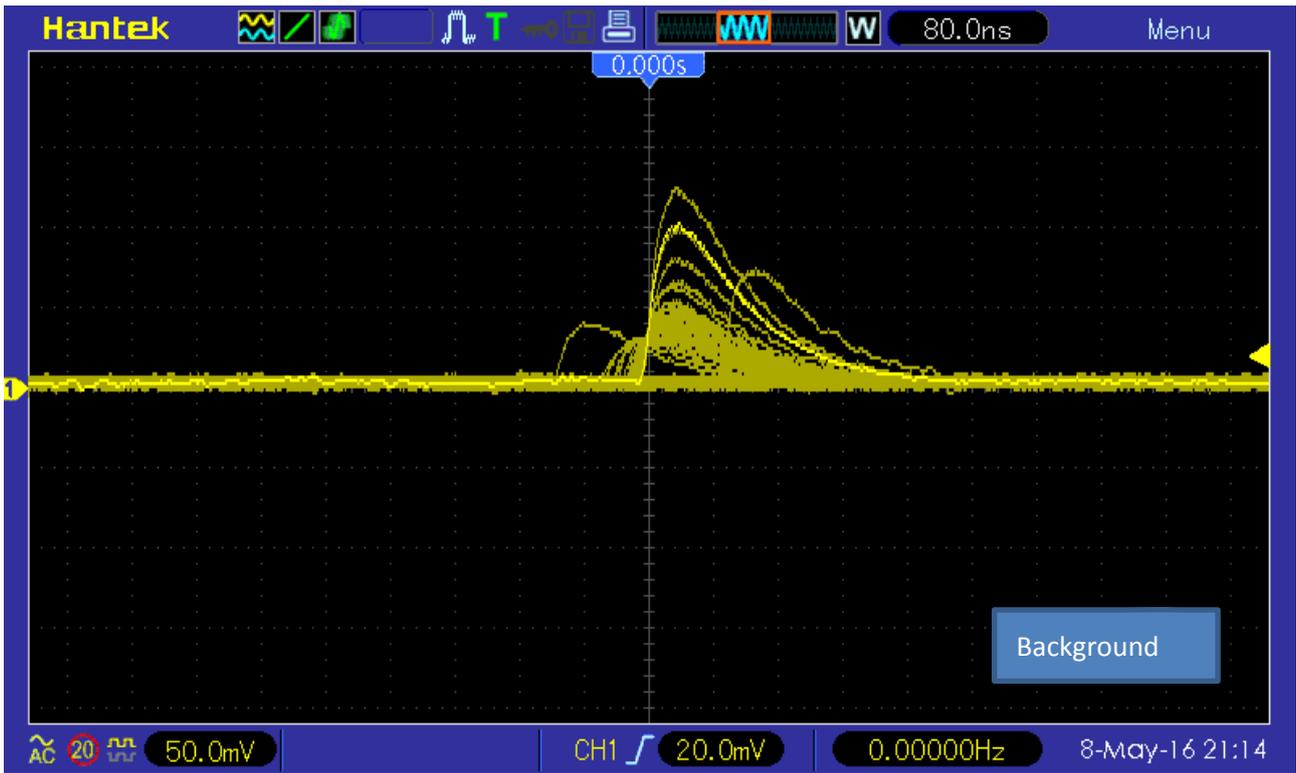


## Rilevazione Radiazione Beta mediante Scintillatore Plastico

Le particelle beta possono anche essere rivelate utilizzando sensori a scintillazione, in particolare scintillatori liquidi e scintillatori plastici. Nella figura sotto viene presentato lo scintillatore plastico, accoppiato ad un fotomoltiplicatore al silicio, utilizzato per le prove. La sorgente beta, 0,1uCi di Sr90, viene appoggiata sul cristallo plastico (opportunamente schermato dalla luce), in prossimità del sensore.



Nelle figure sotto vengono mostrati i tracciati all'oscilloscopio del segnale letto dal SiPM. Si vede che, rispetto al caso senza la sorgente sul cristallo, gli impulsi sono in numero molto maggiore e raggiungono un **valore di conteggio pari a circa 300CPS**.



## Rilevazione Radiazione Beta mediante Scintillatore CsI(Tl)

Abbiamo provato a registrare lo spettro energetico dell'isotopo Sr90 mediante scintillatore CsI(Tl). Il detector è costituito da un cristallo CsI(Tl) dello spessore di solo 1mm, accoppiato con un PMT. Questo detector è pensato per applicazioni XRF, avendo anche una finestra di ingresso di alluminio molto sottile. In questo modo anche le particelle beta possono raggiungere il cristallo scintillatore. Lo spettro che si ottiene è presentato nella figura sotto.

Da notare l'elevato rateo di conteggio : **223CPS**. I picchi al di sotto dei 100keV sono dovuti alla eccitazione **XRF dello iodio, cesio e tallio** contenuti all'interno del cristallo stesso. Dai 100keV agli 800keV è principalmente presente il contributo dovuto alla **radiazione beta**.

