

Esperienza Laboratorio di Fisica Medica: Spettroscopia

Simone Lossano, Lorenzo Marini, Jake Harold Pensavalle

November 18, 2019

Contents

1	Linearità, risoluzione energetica e calibrazione	3
2	Verifica di $1/r^2$	6
3	Calcolo di μ/ρ di Cu e di Al	6
3.1	Confronto $\frac{\mu}{\rho}$ tra dati sperimentali e tabulati	7
4	Calcolo dell'efficienza intrinseca di picco in funzione dell'energia	7
5	Referenze	8

1 Linearità, risoluzione energetica e calibrazione

Nella prima parte di questa esperienza, abbiamo preso dimestichezza con la strumentazione, andando ad acquisire lo spettro delle sorgenti radioattive alla distanza fissata di $476 \pm 1mm$ sulla scala millimetrata alla base del setup, mentre la superficie del rivelatore si trova a $66 \pm 1mm$. Prima di tutto si verifica la linearità di risposta del rivelatore, registrando un certo numero di spettri e andando a controllare che i picchi siano all'energie aspettate e che rispettino una legge lineare. Note le energie delle sorgenti, andiamo a calibrare la scala del multicanale trovando una relazione che fornisce CHN(E) e, tramite la relazione inversa E(CHN), troviamo la scala del multicanale calibrata in energia.

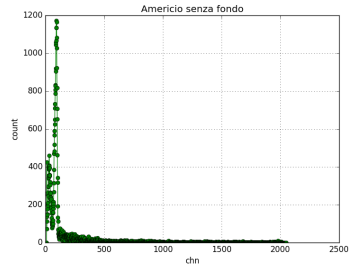
Isotopo	Energia dei Fotopicchi [KeV]
Am241	60
Na22	511,1274
Cs137	662
Co60	1174,1323

Tab.1: Energie dei fotopicchi dei vari isotopi.

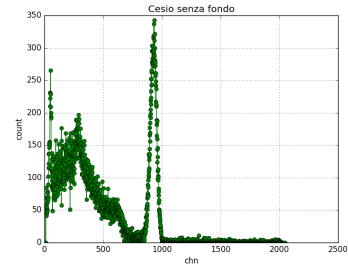
La calibrazione viene eseguita tramite una funzione di fit lineare i cui parametri sono riportati nella tabella (2):

Coefficiente lineare	intercetta	χ^2_{redux}	pvalue
0.737 ± 0.005	-16.37 ± 0.1	0.2	0.998

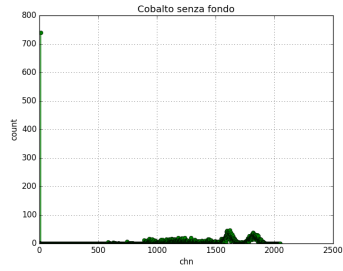
Tab.2: risultati del fit. Il valore non ottimale del chi quadro è dovuto al fatto che si sono usati pochi punti per il fit.



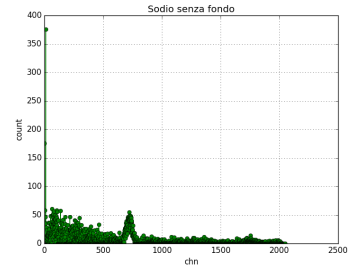
(a)



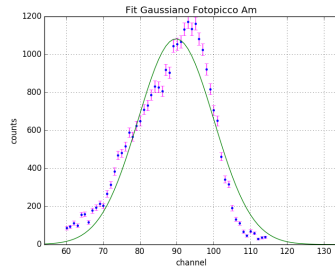
(b)



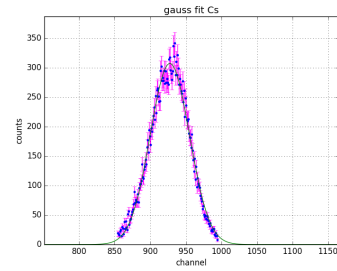
(c)



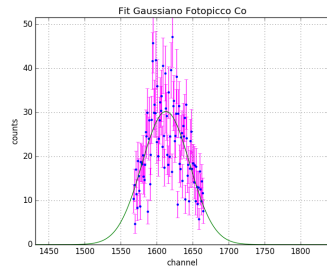
(d)



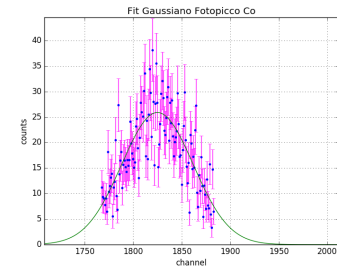
(e)



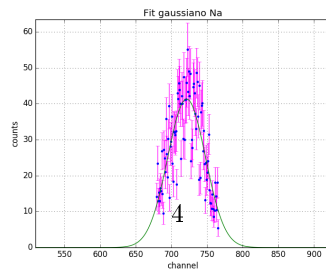
(f)



(g)



(h)



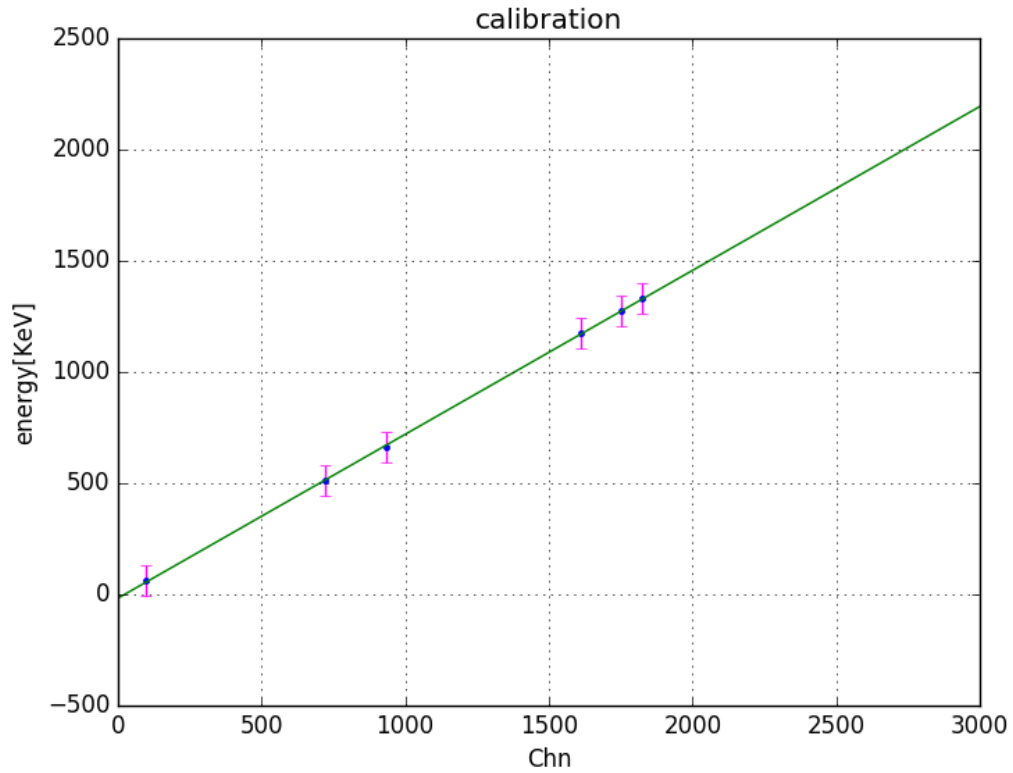
(i)

Grafici degli spettri a cui è stato sottratto opportunamente il fondo e fit gaussiani dei picchi. In particolare, si riconoscono nello spettro del Cs137 l' X-Ray Photopeak e il picco di backscatter. Del Co60 si distinguono entrambi i picchi mentre per il Na22 la statistica non è sufficiente per distinguere il secondo picco con il metodo del fit gaussiano. In generale i risultati ottenuti per questi ultimi due elementi possono essere migliorati tramite acquisizioni più lunghe e sottraendo il continuum oltre al fondo acquisito.

Dai fit gaussiani si può ricavare la risoluzione energetica, usando la FWHM.

Isotopo	Risoluzione energetica [KeV]
Am241	26.496
Na22	61.450
Cs137	70.730
Co60	78.069,85.875

Tab.3:Risoluzione energetica dei vari isotopi.



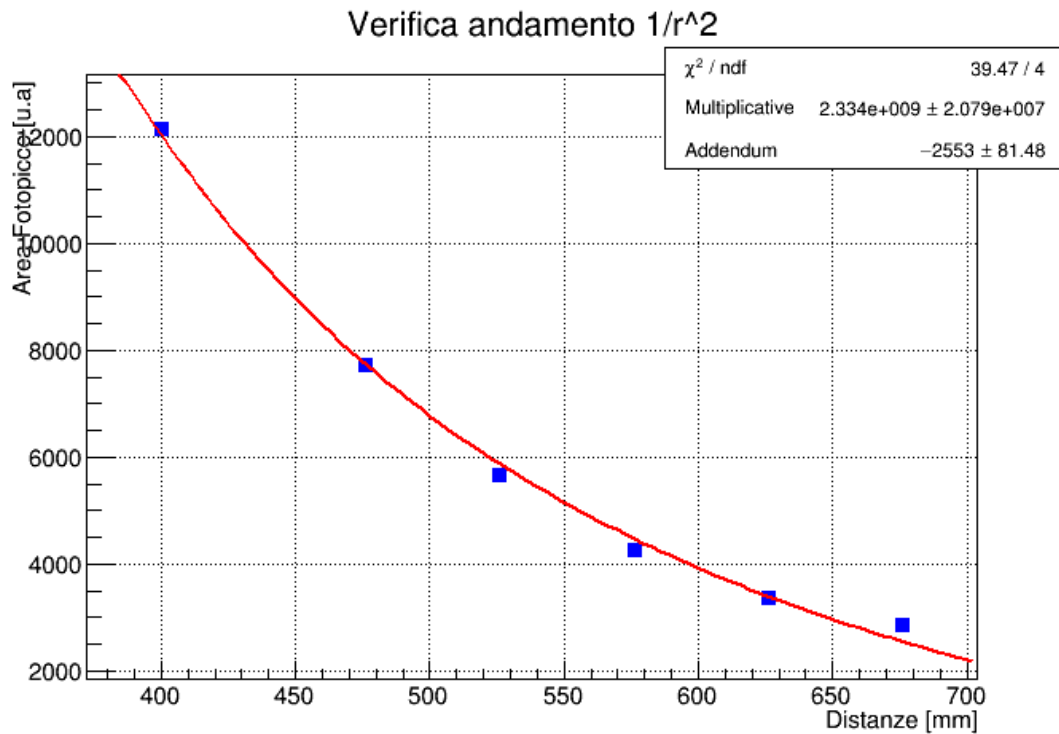
Calibrazione del rivelatore. Il punto corrispondente al secondo picco del sodio è stato stimato visivamente nello spettro

2 Verifica di $1/r^2$

In questa sezione si verifica l'andamento del rate dei conteggi in funzione della distanza della sorgente dal rivelatore. Per il calcolo dei conteggi ed il fit è stata considerata l'area sotto il fotopicco in quanto corrispondente al numero totale dei conteggi sotto al picco. Si sono eliminati gli outlier corrispondenti alle distanze più piccole tra sorgente e rivelatore, poichè, come aspettato, stando troppo vicino a quest'ultimo, vi sono fenomeni di pile-up che rendono invalide tali acquisizioni. Come modello si è utilizzato

$$A_{fotopicco} = \frac{C}{r^2} + B \quad (1)$$

Con A e B parametri stimati dal fit.



Andamento area sotto il fotopicco in funzione della distanza.

3 Calcolo di μ/ρ di Cu e di Al

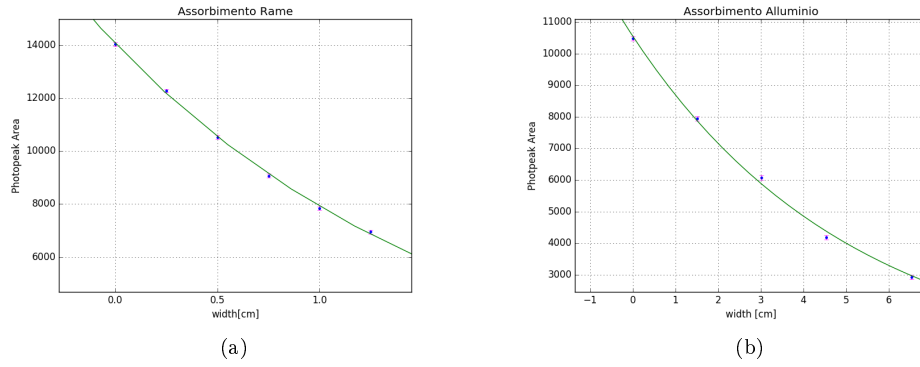
Si vogliono studiare i μ di attenuazione di rame e alluminio. La misura viene fatta con una sorgente di Cs137 (in quanto presenta un unico fotopicco ed ha un'attività sufficiente per ottenere un buon numero di acquisizioni), frapponendo vari spessori dei materiali. La misura viene fatta per il Cu e successivamente con Al, la sorgente è stata posta ad una distanza di $400 \pm 1\text{mm}$. Per la misura del μ del Cu, i dischi sono stati posti su un supporto collimatore (il più possibile vicino alla sorgente) e la prima acquisizione è stata fatta con la sola presenza del supporto senza spessori. La funzione di fit utilizzata è:

$$A_{fotopicco} = A_0 e^{-\mu x} + B \quad (2)$$

Con A_0 e B parametri liberi.

Materiale	μ	costante additiva	χ^2_{redux}	pvalue
Cu	0.575 ± 0.009	14068.144 ± 78.833	1.8	0.113
Al	0.194 ± 0.06	10553 ± 148.143	8.213	0.000

Tab.4: risultati del fit esponenziale. Il valore non ottimale del chi quadro è dovuto al fatto che si sono usati pochi punti per il fit, limitati dal numero di spessori utilizzati.



Grafici assorbimento del rame e dell'alluminio.

3.1 Confronto $\frac{\mu}{\rho}$ tra dati sperimentali e tabulati

Conoscendo la densità del materiale si può stimare il rapporto $\frac{\mu}{\rho}$:

Materiale	$\frac{\mu}{\rho}_{exp} [\frac{cm^2}{gr}]$	$\frac{\mu}{\rho}_{theo} [\frac{cm^2}{gr}]$
Cu	0.065 ± 0.001	0.066
Al	0.072 ± 0.003	0.068

Tab.5: Confronto tra valori sperimentali e valori attesi. Possiamo notare un buon accordo tra i valori.

4 Calcolo dell'efficienza intrinseca di picco in funzione dell'energia

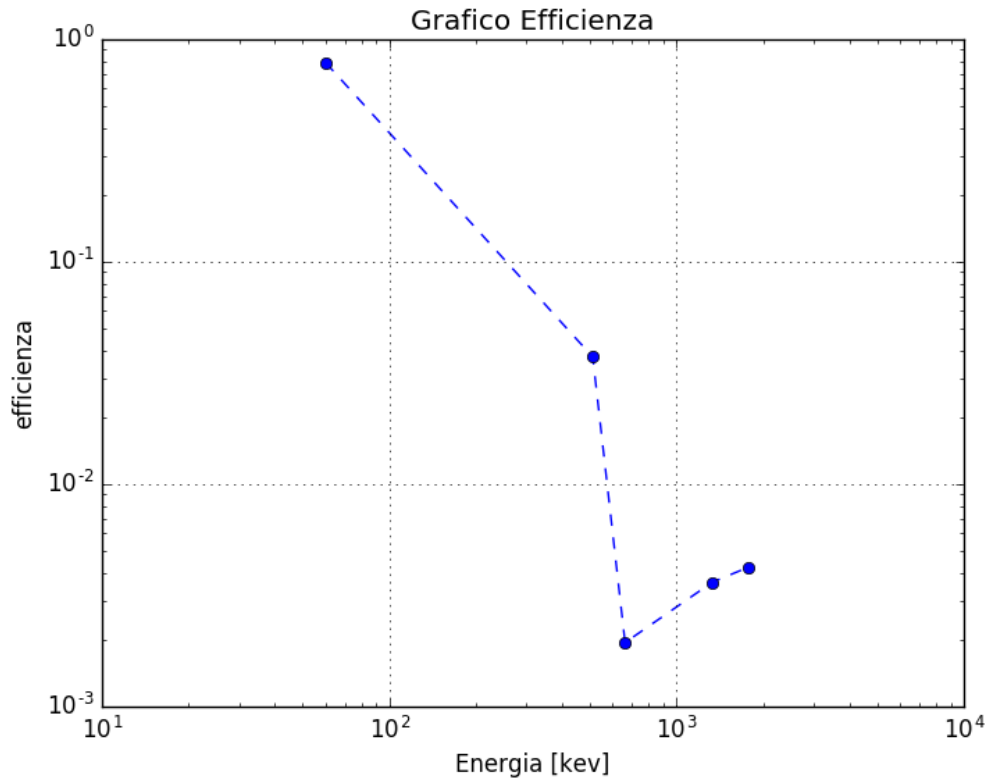
Utilizzando una attività al tempo zero nominale di 74 kBq e usando come tempo di riferimento il giorno 18/02/05 ($t = 14.72$ yr), si possono calcolare le attività e si possono calcolare le efficienze utilizzando:

$$\epsilon_{int} = \epsilon_{abs} 4 \frac{\pi}{\omega} \quad (3)$$

Dove ω è l'accettanza geometrica stimata dalla geometria del sistema, ed $\epsilon_{abs} = \frac{eventi rilevati}{eventi totali}$ dove il numero di eventi totali si stima sapendo l'attività e i tempi di misura.

Isotopo	Attività [KBq]
Am241	71.478
Na22	0.23
Cs137	45.39
Co60	4.30

Tab.6: Attività dei vari isotopi.



Efficienza in funzione dell'energia. Le scarse efficienze per il Co e Na sono dovute alla statistica non ottimale per quei punti. Per un migliore confronto con il plot di riferimento sul manuale del rivelatore, si rimanda ad un'acquisizione dati sufficiente per tali sorgenti.

5 Referenze

Il repository su GitHub in cui vi sono immagini, programmi Python e Root è <https://github.com/Jake145/Gruppo-3-Lab-Fisica-Medica.git>