
Radioattività α β γ

Le Tipologie di
Radioattività

Lodovico Lappetito

Sommario

| | |
|--|---|
| Radioattività α | 3 |
| Radioattività β | 3 |
| Radioattività γ | 3 |
| Setup Sperimentale | 4 |
| Blocco particelle α emesse da capsula di Americio (Americio ^{241}Am) da uno schermo di carta..... | 5 |
| Spintariscopio | 5 |
| Verifica attenuazione in aria per particelle α emesse da capsula di Americio (Americio ^{241}Am)..... | 6 |
| Legge del quadrato della distanza | 7 |
| Assorbimento Radiazione Gamma | 8 |

Radioattività α

Le **particelle alfa**, **raggi alfa** o **elioni** sono una forma di radiazione corpuscolare altamente ionizzante e con un basso potere di penetrazione dovuto all'elevata sezione d'urto. Consistono di due protoni e due neutroni legati insieme dalla forza forte, si tratta quindi di nuclei 4He . Da un punto di vista chimico possono anche essere identificati con il simbolo 4He^{++} . Il decadimento beta è mediato dalla forza debole, mentre il **decadimento alfa** è mediato dalla **forza forte**.

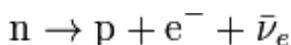
Le particelle alfa sono tipicamente emesse da nuclidi radioattivi degli elementi pesanti, per esempio dagli isotopi dell'uranio, del torio, del radio, ecc., in un processo denominato decadimento alfa. A volte questo decadimento lascia i nuclei in uno stato eccitato, e conseguentemente l'eccesso di energia può essere rimosso con l'emissione di raggi gamma.

I raggi alfa, a causa della loro carica elettrica, interagiscono fortemente con la materia e quindi vengono facilmente assorbiti dai materiali e possono viaggiare solo per pochi centimetri nell'aria.

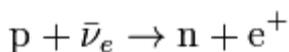
Radioattività β

La **radiazione beta** è una forma di radiazione ionizzante emessa da alcuni tipi di nuclei radioattivi. Questa radiazione assume la forma di **particelle beta** (β), 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, β^- e β^+ , che emettono rispettivamente un elettrone o un positrone.

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



Nel decadimento β^+ (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. Il decadimento beta è mediato dalla forza nucleare debole.

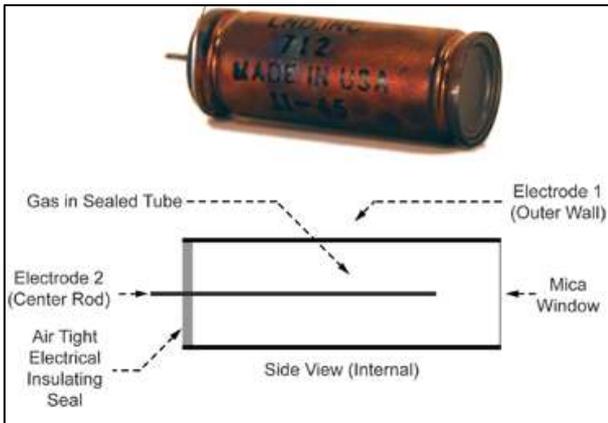
L'interazione delle particelle beta con la materia ha generalmente un raggio d'azione dieci volte superiore, e un potere ionizzante pari a un decimo rispetto all'interazione delle particelle alfa. Vengono bloccate completamente da pochi millimetri di alluminio.

Radioattività γ

In fisica nucleare i **raggi gamma** (spesso indicati con la corrispondente lettera greca minuscola γ) sono una forma di radiazione elettromagnetica ad alta energia, prodotta dal decadimento gamma o da processi subatomici. I raggi gamma sono più penetranti della radiazione particellare prodotta dalle altre forme di decadimento, ovvero decadimento alfa e decadimento beta, a causa della minor tendenza ad interagire con la materia essendo essi fotoni, ma meno ionizzanti.

I raggi gamma si distinguono dai raggi X per la loro origine: i gamma sono prodotti da transizioni nucleari o comunque subatomiche, mentre gli X sono prodotti da transizioni energetiche dovute ad elettroni in rapido spostamento sui loro livelli energetici quantizzati. Poiché è possibile per alcune transizioni elettroniche superare le energie di alcune transizioni nucleari, i Raggi x più energetici si sovrappongono ai raggi gamma più deboli.

Setup Sperimentale



Sensore : Geiger tube LND-712

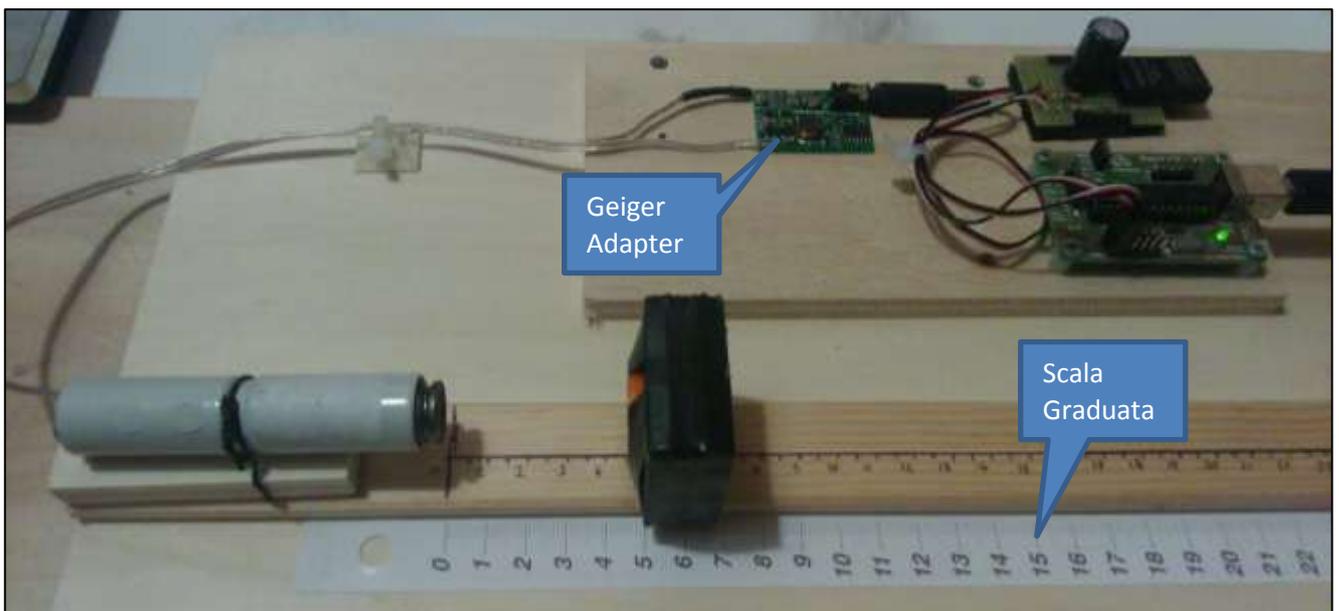
Sens: 18 CPS/mR/h

Bkg: 0.10 CPS

Tensione di lavoro: 500 volt

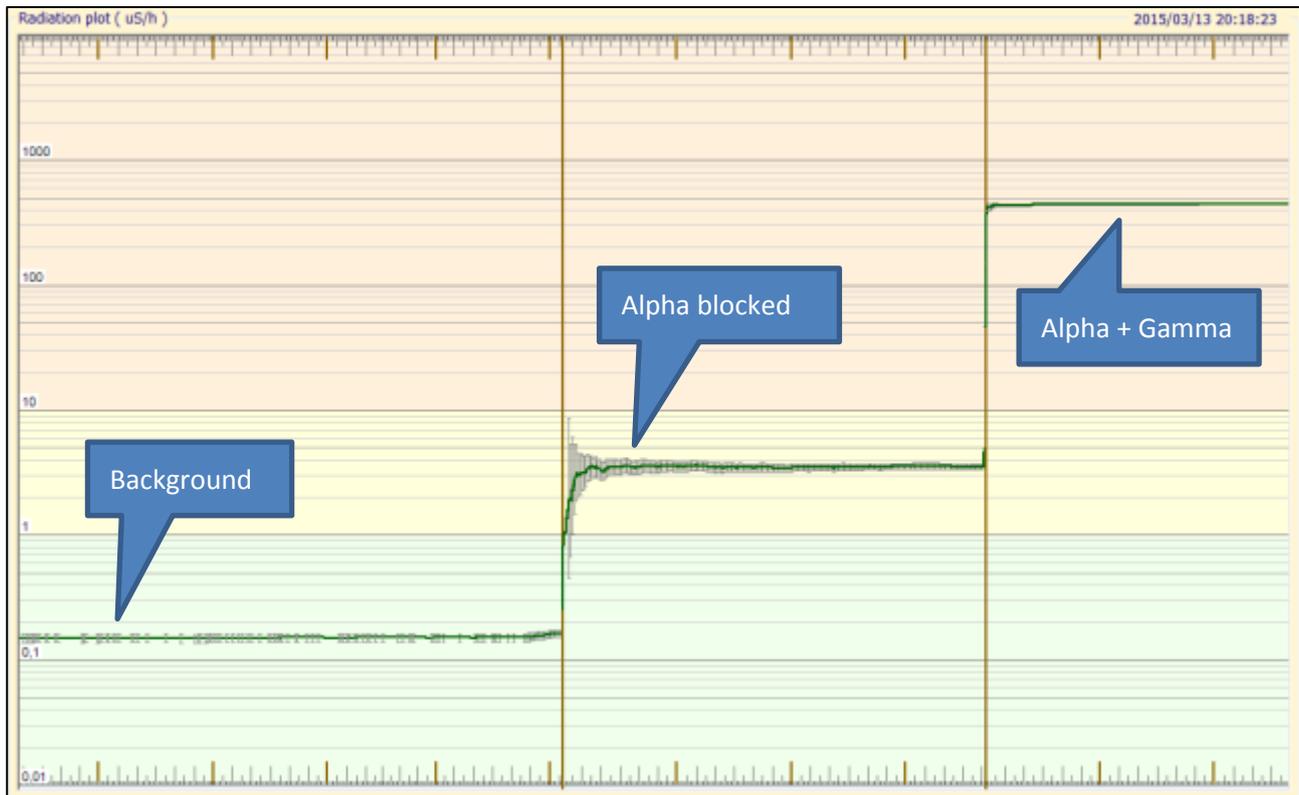
Resistenza: 5.6 megaohm

Radiazioni: Alfa+Beta+Gamma



Setup con detector, sorgente e scala graduata

Blocco particelle α emesse da capsula di Americio (Americio ^{241}Am) da uno schermo di carta



Sensore : LND-712 Geiger Tube
Background : 0,15 $\mu\text{Sv/h}$
Risultato gamma : 3,5 $\mu\text{Sv/h}$
Risultato alfa + gamma : 450 $\mu\text{Sv/h}$

Spintariscopio

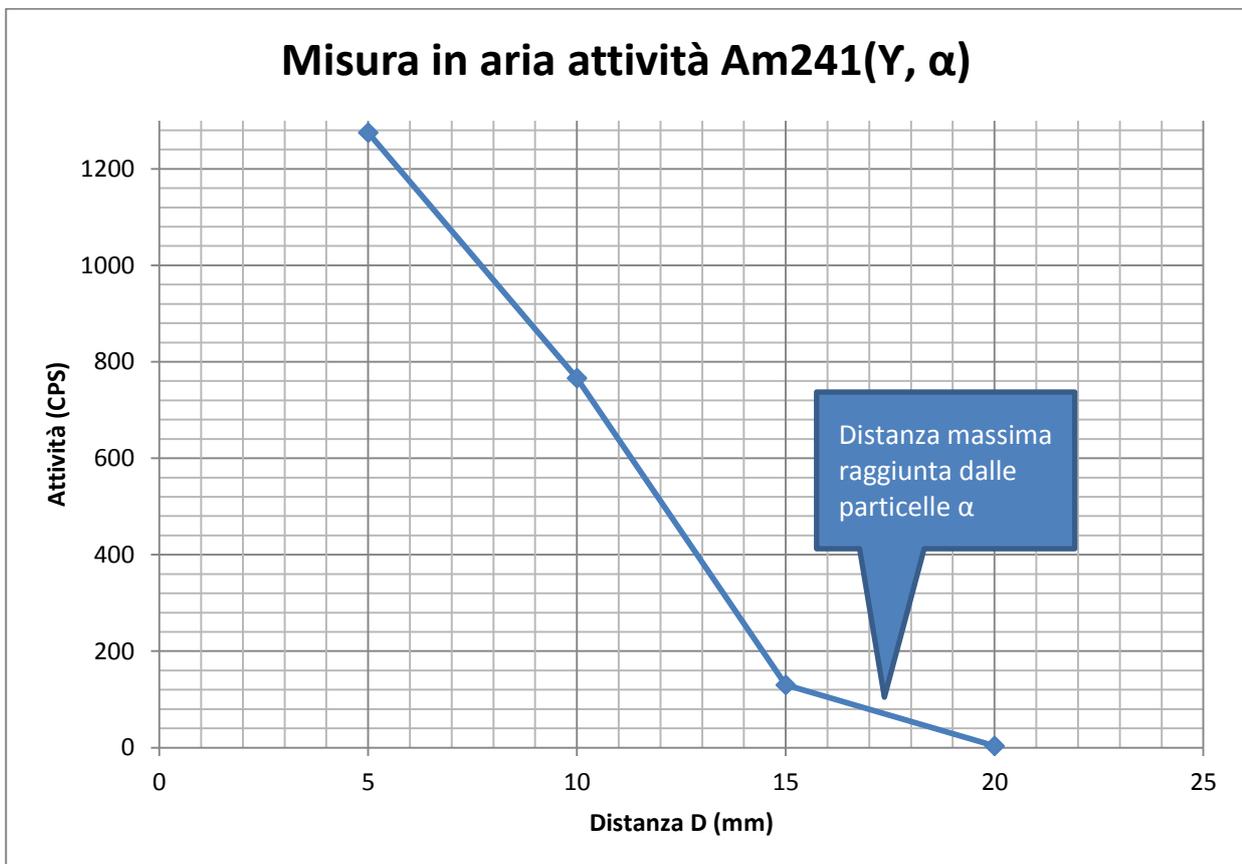


Lo spintariscopio è un dispositivo (detto anche spinteroscopio) ideato da W. Crookes, per l'osservazione delle particelle α emesse da sostanze radioattive e basato sul fenomeno della scintillazione. È costituito da uno schermo, ricoperto di solfuro di zinco, fissato a uno degli estremi di un breve tubo annerito portante all'altro estremo una lente d'ingrandimento. I microscopici lampi di luce che compaiono sullo schermo sono dovuti alle particelle α che incidono su di esso.

Verifica attenuazione in aria per particelle α emesse da capsula di Americio (Americio ^{241}Am)

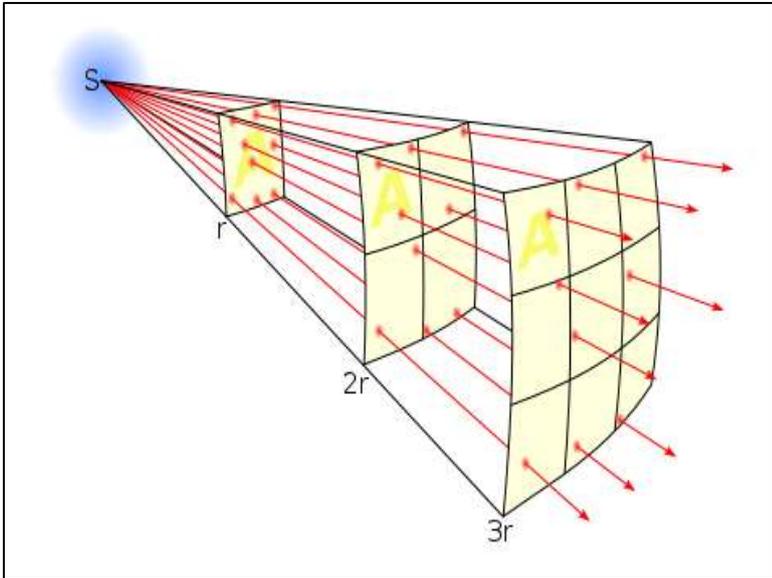
Usando il setup sperimentale descritto nei paragrafi precedenti abbiamo fatto la misura della radioattività da particelle alfa emessa da una sorgente di 0,9 μC di americio, in funzione delle distanza tra la sorgente ed il sensore.

| Distanza d (nm) | Attività (CPS) |
|-----------------|----------------|
| 5 | 1275,0 |
| 10 | 766,0 |
| 15 | 130,0 |
| 20 | 3,4 |



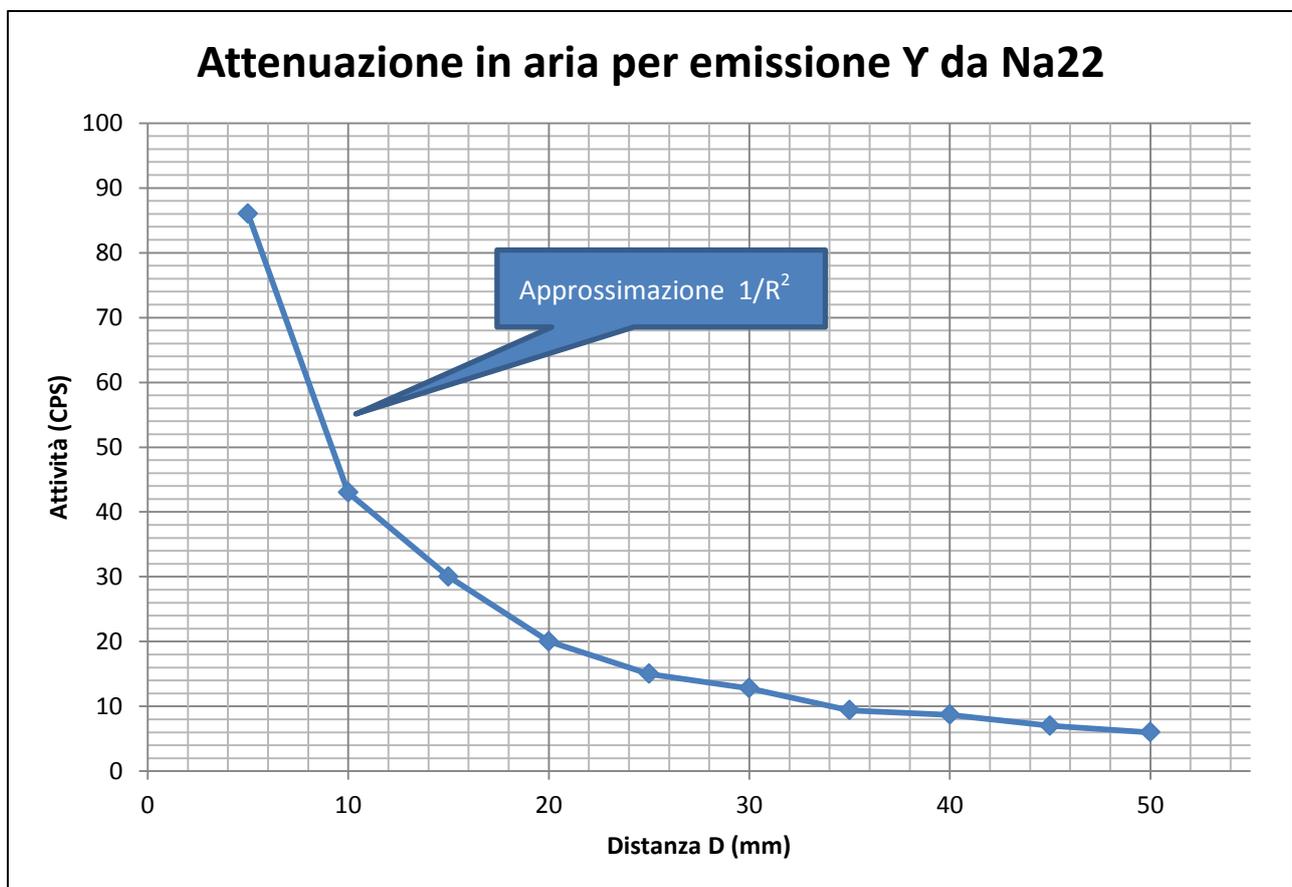
Legge del quadrato della distanza

All'attenuazione con uno schermo viene aggiunto l'effetto angolo solido, che è puramente geometrico e afferma che il numero di fotoni che colpiscono un bersaglio diminuisce in maniera proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente.



La legge dell'inverso del quadrato si applica in genere quando una forza, l'energia, o altra quantità conservata è uniformemente irradiata verso l'esterno da una sorgente puntiforme in uno spazio tridimensionale. Poiché la superficie di una sfera ($4\pi r^2$) è proporzionale al quadrato del raggio, come la radiazione emessa si allontana dalla sorgente, si estende su una superficie che sta aumentando in proporzione al quadrato della distanza dalla fonte. Pertanto, l'intensità della radiazione che passa attraverso qualsiasi unità di superficie (direttamente di fronte alla sorgente puntiforme) è inversamente

proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente puntiforme.

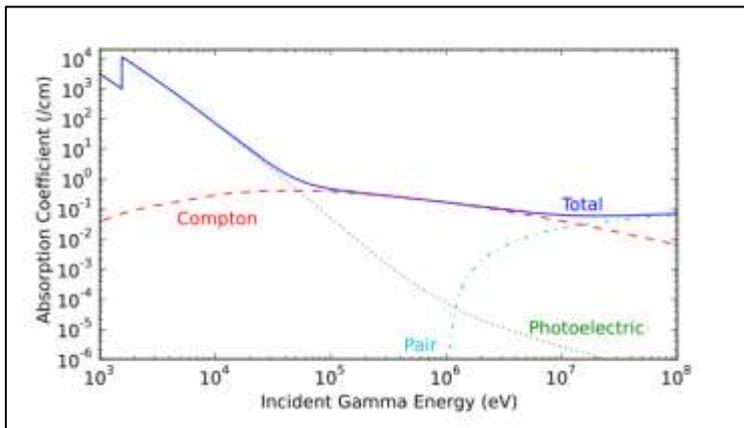


Assorbimento Radiazione Gamma

Quando un raggio gamma passa attraverso la materia, la probabilità di assorbimento è proporzionale allo spessore dello strato, la densità del materiale, e la cross-section di assorbimento del materiale. L'assorbimento totale mostra una diminuzione esponenziale di intensità al crescere della distanza dalla superficie incidente:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

dove x è la distanza dalla superficie incidente, $\mu = n\sigma$ è il coefficiente di assorbimento, misurato in cm^{-1} , n il numero di atomi per cm^3 del materiale (densità atomica) e σ la sezione trasversale di assorbimento in cm^2 . Come passa attraverso la materia, la radiazione gamma perde energia attraverso tre processi: l'effetto fotoelettrico, diffusione Compton e produzione di coppie.



Coefficiente di assorbimento totale per l'alluminio (numero atomico 13) per raggi gamma : è tracciata la curva di assorbimento totale, e il contributo da parte dei tre effetti. Come al solito, l'effetto fotoelettrico è predominante a basse energie, diffusione Compton domina ad energie intermedie, e produzione di coppie domina ad alte energie.

