STUDIO SULLA RADIOATTIVITÀ NATURALE DEL POTASSIO

ABSTRACT
Tutti i giorni siamo esposti a radiazione di origine naturale, che sia proveniente dal Sole, dall'ambiente o perfino da ciò che mangiamo. La radioattività ci circonda ma è troppo debole per effettivamente arrecare danno al nostro corpo. Un frutto noto per contenere tracce di elementi radioattivi è la banana, che conta circa 130Bq/Kg. L'esperienza mira a misurare lo spessore minimo di foglietti di alluminio necessario per schermare un campione di KCl contenente naturalmente Potassio radioattivo proprio come tutti gli elementi che contengono questo metallo alcalino, proprio come le banane.

Leonardo Revello
Alessandro Busca
Emanuele Eirale

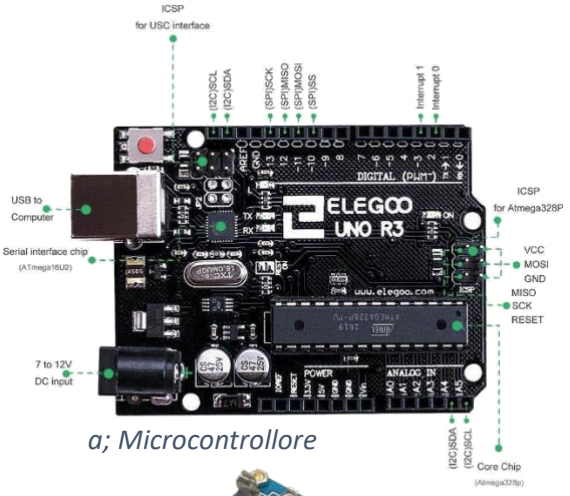
OBIETTIVI

L'obiettivo di questa esperienza è determinare lo spessore necessario di una lamina di alluminio in modo tale da schermare le radiazioni emesse dal decadimento del ^{40}K.

STRUMENTI UTILIZZATI

Materiali e strumenti:

1. Microcontrollore single-board [Elegoo Uno R3]
2. Modulo LCD1602
3. Breadboard e cavi elettrici di collegamento, USB-B
4. Sensore Geiger: Radiation D-v1.1 CAJOE
5. Supporto in compensato
6. Cloruro di Potassio [12636]
7. Fogli di alluminio, spessore (0.10± 0.05)mm
8. Computer Portatile per la registrazione dati
9. Bilancia



a; Microcontrollore

b; Sensore Geiger

Per questo esperimento sono stati impiegati (143.18±0.01)g di KCl contenuti in un recipiente di alluminio cilindrico.

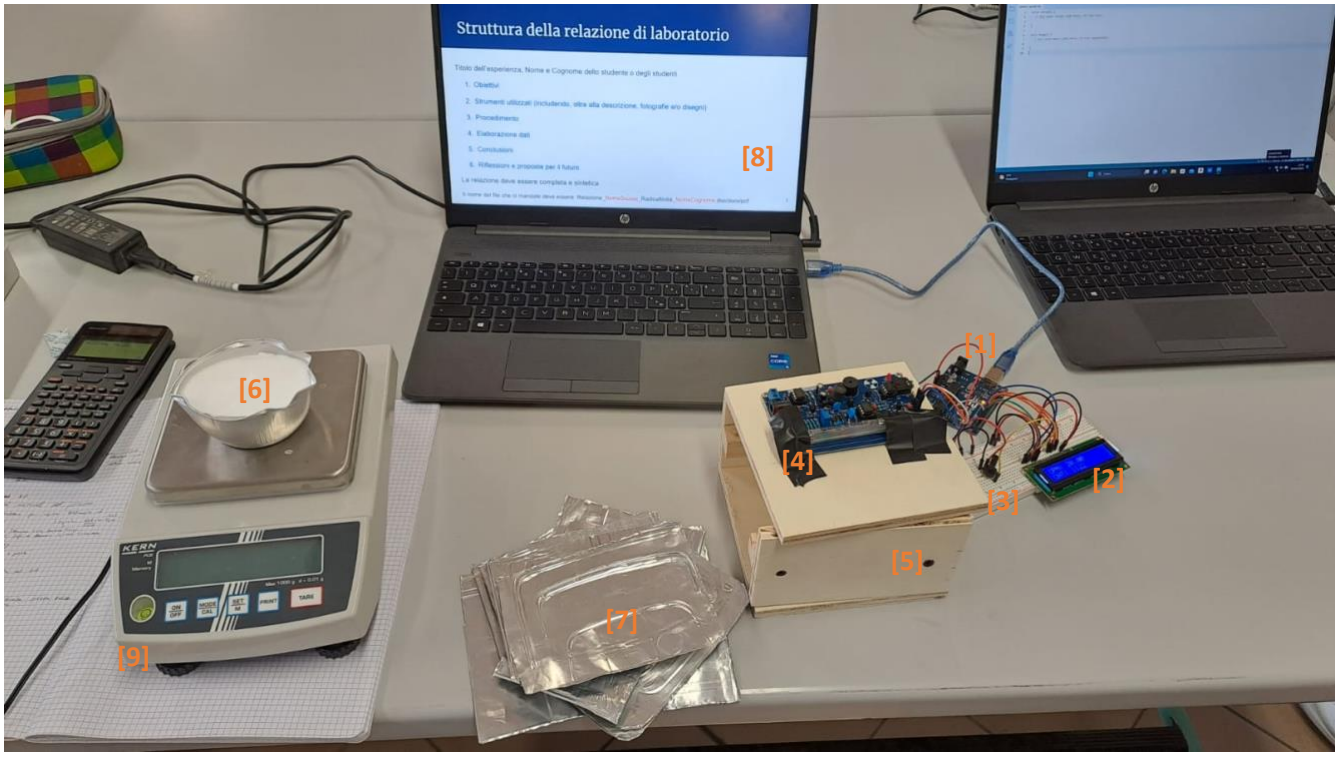
Il microcontrollore è stato configurato e collegato tramite i cavi e il breadboard al pannello LCD e al sensore Geiger, il quale è stato assicurato a un pannello di compensato in modo da poter essere rivolto direttamente al di sopra del campione di KCl.

Ambiente:

L'esperimento è stato condotto nell'ambiente chiuso e controllato di un laboratorio che si trova nel piano interrato di una struttura a tre piani in muratura e cemento armato, la cui temperatura oscilla negli intervalli fra 19 °C e 22°C con un'umidità compresa fra il 40% e il 50%. Il laboratorio è situato ad una altitudine di 172 m sul livello del mare alla latitudine di 44,69660.

Questi dati vengono riportati perché la posizione geografica e la composizione dei materiali della struttura possono influire sulla quantità di radiazioni rilevate dal sensore. È stato infatti necessario misurare le radiazioni di fondo.

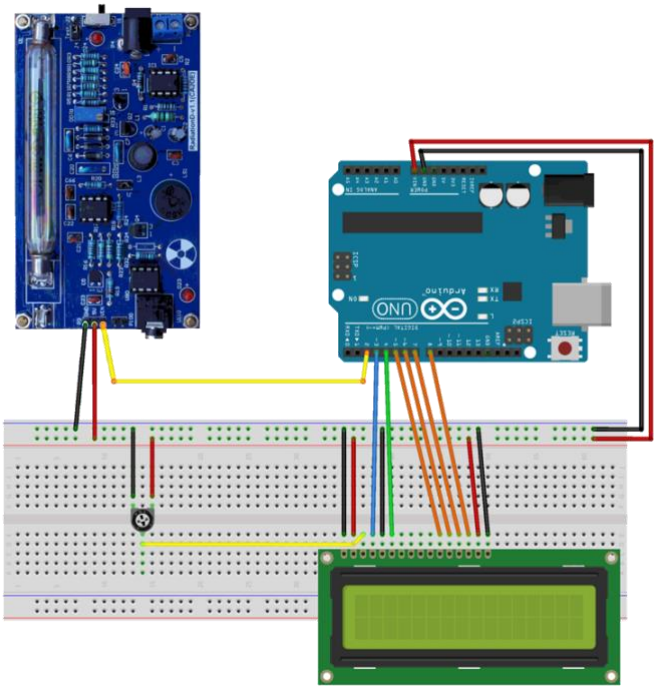
Piano di Lavoro:



PROCEDIMENTO

Assemblaggio

Durante la fase preparatoria di assemblaggio sono stati configurati il microcontrollore e lo schermo LCD con un semplice programma di test per verificare il corretto funzionamento dell'apparato. Nel mentre è stato assicurato il sensore Geiger con del nastro isolate al pannello superiore del supporto in compensato. Questo è stato poi collegato al microcontrollore per la gestione I/O e al breadboard per l'alimentazione, il pannello e il sensore sono poi stati orientati verso il basso appoggiandoli alla struttura in semilavorato.
Il rivelatore è impostato per dare 3 segnali di output, ovvero elettronico-logico (0,1) verso il microcontrollore, uno acustico e uno visivo grazie ai led installati sulla scheda del sensore. Questo è equipaggiato con un J305 Geiger-Müller Tube, che compone il cuore del rivelatore. È infatti questo piccolo strumento a rilevare principalmente i decadimenti β- (con rilascio di un elettrone) dall'ambiente e in seguito dal campione grazie al catodo all'Ossido di Stagno presente all'interno del tubo di vetro sottile (la densità delle pareti è di circa 50±10 cg/cm^2) riempito con gas nobili (generalmente Ar o Ne).



A; Sensori e microcontrollore assemblati

Il rivelatore capta i raggi β- e invia un segnale logico-digitale al microcontrollore che tiene traccia del numero e ne elabora il valore per minuto (verrà da qui in avanti riferito come CPM: Count Per Minute) mostrandolo sul display LCD.

Misura del fondo

Per ridurre le imprecisioni delle misurazioni date dal disturbo ambientale si è poi misurato i CPM di fondo. Questi possono derivare da radiazioni provenienti dall'esterno, dalla radiazione solare ai raggi cosmici che interagiscono con le particelle dell'atmosfera, oppure quelle derivate dalla traccia di materiali radioattivi presenti nei materiali edili o in generali presenti all'interno della struttura del laboratorio.
Il rivelatore è stato attivato e mantenuto in funzione per circa 30 minuti raggiungendo un totale di 716 conteggi (N) corrispondenti a (23,9 ± 0,9) CPM ottenuti seguendo la formula:

$$(\overline{CMP} = \frac{N}{30\ min} \pm IA = \frac{\sqrt{716}}{30\ min})$$

Misura emissione radioattività non attenuata del KCl

Dopo aver stabilito il valore di fondo si è potuto procedere alla misurazione dei CPM per il campione di KCl, dal peso di (143.18±0.01)g nel caso di questo esperimento che corrispondono a circa 1.9mol, senza alcuna schermatura fra il recipiente e il sensore. Sappiamo che il 93.258% del $^{39}{}_{19}K$ presente in natura è stabile come anche il 6.730% di $^{41}{}_{19}K$, mentre il restante 0.012% di $^{40}{}_{19}K$ è instabile e tende a decadere, nell'89% dei casi in Ca con un decadimento β-, che saremo in grado di rilevare e nel restante 11% in Ar con decadimento γ non rilevabile dal sensore. Sono state effettuate due misurazioni, rispettivamente di 3 e 4 minuti, le quali hanno entrambe ripotato un CPM assoluto di 76.

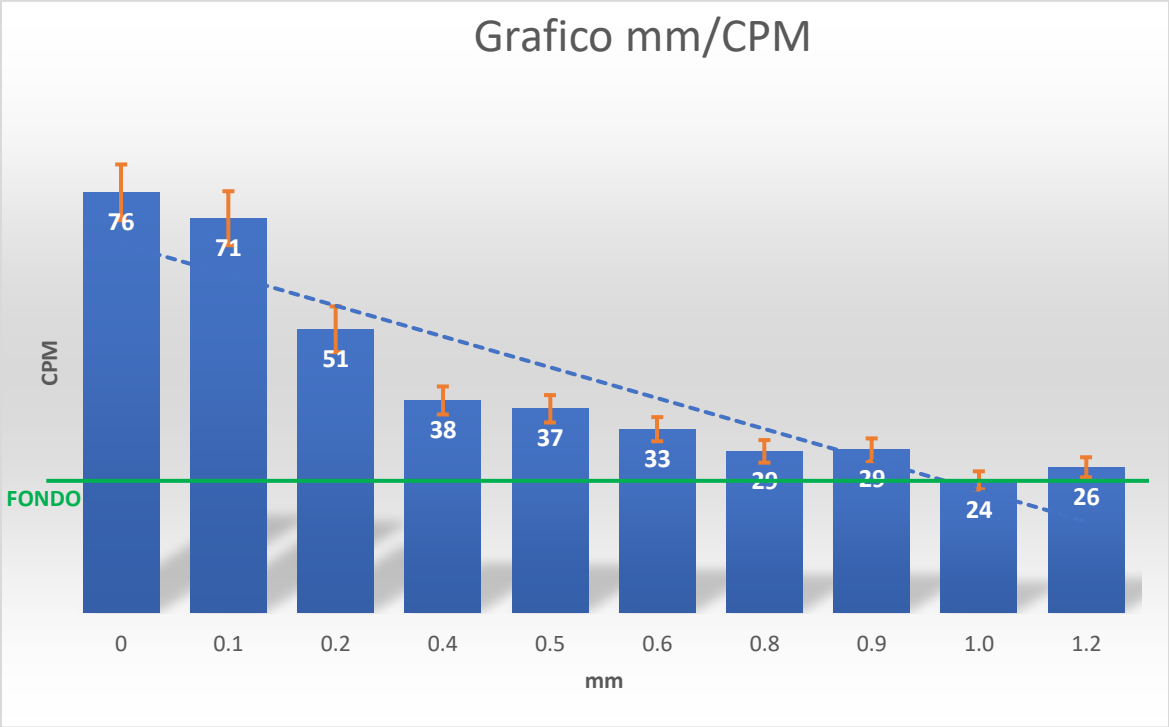
Misure attenuate del KCl

Dopodiché si è proceduto a misurare i CPM aggiungendo progressivamente uno strato di alluminio dallo spessore di (0.10± 0.05)mm come schermatura per osservare il cambiamento, ci si aspetta una riduzione, dei CPM rilevati dal rivelatore. Per ogni misurazione si è cercato di ottenere più di 200 conteggi totali in modo da poter mantenere l'incertezza relativa intorno al 7%. I campioni sono stati misurati con spessori di schermatura in alluminio di 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 0.9, 1.0 e 1.2 mm, questi però non sono perfettamente sovrapposti l'uno all'altro quindi rimangono degli strati d'aria fra i vari livelli.

ELABORAZIONE DATI

In seguito viene riportata la tabella con i dati ottenuti dalle misurazioni:

STRATO DI ALLUMINIO [mm]	0	0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2
CPT	303	227	213	153	229	220	231	203	205	214	209
T[min]	4	3	3	3	6	6	7	7	7	9	8
CPM [1/min]	76	76	71	51	38	37	33	29	29	24	26
IA	4	5	5	4	3	2	2	2	2	2	2
Er%	5.7	6.6	6.9	8.1	6.6	6.7	6.6	7.0	7.0	6.8	6.9



CONCLUSIONI

Dai dati ottenuti si evince che uno strato dallo spessore di circa 1.0mm è sufficiente per schermare i raggi β- emessi dal $^{40}_{19}K$ presente nel campione e per raggiungere un livello approssimabile ai CPM di fondo. Le fluttuazioni rilevate in seguito possono essere legate all'effetto fotoelettrico delle lamine di alluminio, le quali possono interagire con la radiazione γ risultante dall'11% dei decadimenti del potassio e rilasciare un elettrone (radiazione β-) ed essere quindi captate dal rivelatore.

RIFLESSIONI E PROPOSTE PER IL FUTURO

Per esperienze future è consigliabile utilizzare degli strati in metallo più omogenei in modo tale da garantire una migliore adesione fra i livelli e ottenere misurazioni più precise siccome le particelle emesse dal decadimento potrebbero interagire con l'aria presente fra i vari strati di alluminio. In aggiunta sarebbe consigliabile effettuare le misurazioni del fondo lo stesso giorno rispetto alla misurazione del campione in modo da evitare possibili incongruenze nei valori di fondo dati da diverse condizioni ambientali. Si potrebbe inoltre ulteriormente migliorare l'esperienza utilizzando più rilevatori Geiger, uno per ogni direzione ad esempio, per poter captare al meglio tutti i raggi β- provenienti dal campione e non solamente quelli diretti verso l'alto come nel caso dell'esperimento, e quindi utilizzare un contenitore in materiale maggiormente inerte alle radiazioni in modo da non effettuare una schermatura con il recipiente stesso, il quale potrebbe anche venire testato in diverse forme e volumi per osservare se questi influiscono sulle rilevazioni finali.