

DIFFUSIONE DI RUTHERFORD

Introduzione

L'esperienza consiste nello studiare la deflessione di particelle α in vari materiali trovandone la dipendenza dall'angolo di deflessione e dal numero atomico del materiale diffondente.

Materiale

La sorgente è un campione di ^{241}Am la cui attività al momento della preparazione (1990) era 330 kBq. Ha tempo di dimezzamento 432.2 anni per fissione spontanea o decadimento α (energia ≈ 5.5 MeV) ed emette anche radiazione γ (energia ≈ 59.5 keV).

La sorgente ha un diametro di 2.5 mm ed è contenuta in un foglio metallico montato all'interno di un contenitore metallico di diametro 10 mm ad un'estremità del quale c'è una rondella metallica dal cui foro vengono emesse le particelle attraverso un foglio d'oro di spessore 3 μm .

All'interno della camera (diametro 19 cm ed altezza 11 cm) ci sono dei supporti girevoli per il materiale su cui effettuare la diffusione. Sono a disposizione due lamine metalliche: oro (spessore 2 μm) ed alluminio (spessore 7 μm) montate in lastre di plastica (5 \times 5 cm) con aperture di 12 mm di diametro.

NON TOCCARE LE LAMINE CON LE DITA!

Sono disponibili anche dei collimatori di plastica con fessure di ampiezza 1 mm e 5 mm.

La camera può essere evacuata utilizzando la pompa a vuoto: assicurarsi che il rubinetto sulla camera sia aperto e quello di sfiato della pompa chiuso, attivare la pompa fino a quando il barometro (che misura la pressione nel tubo) non indica più diminuzione di pressione, quindi chiudere il rubinetto sulla camera, spegnere e sfiatare la pompa. Prima di riempire nuovamente la camera spostare l'eventuale lamina metallica lontano dal foro di ingresso dell'aria.

Il rivelatore a semiconduttore (un fotodiode di silicio) è fisso e dotato di una fessura di collimazione di 2 \times 6 mm che può essere ruotata. La superficie efficace del rivelatore è 4.5 \times 4.5 mm²; particelle α vengono completamente assorbite nella regione di svuotamento e l'ampiezza dell'impulso risultante è proporzionale all'energia rilasciata.

L'alimentatore-preamplificatore-discriminatore alimenta il rivelatore, ne amplifica il segnale analogico (di polarità negativa e durata ~ 4.5 ms) di un fattore ~ 500 , e lo discrimina formando un impulso logico TTL (ampiezza 0-5V) di durata massima 4.5μ s. E' dotato di un ingresso e due uscite (analogica e digitale) con connettori BNC.

I segnali logici TTL possono essere contati usando il contatore da banco, oppure in un contatore NIM dopo essere passati in un convertitore NIM-TTL.

Misure da effettuare

- Conteggi con sorgente e rivelatore in asse e fuori asse (15°), camera non evacuata o evacuata, in presenza o assenza di bersaglio metallico, in funzione della pressione nella camera.
- Calibrazione della scala angolare: determinazione della posizione di massimo conteggio e della forma del fascio di particelle.
- Conteggi con sorgente e rivelatore dallo stesso lato del bersaglio metallico, per verificare l'esistenza di diffusione all'indietro.
- Conteggi con bersaglio d'oro e collimatore da 1 mm in funzione dell'angolo di diffusione (positivi e negativi, in passi non superiori a 10° , da 0° a $\pm 70^\circ$. Se necessario utilizzare la fessura da 5 mm solo per gli angoli maggiori e calcolare il fattore di normalizzazione per le due condizioni.

Riportare gli errori sul conteggio e sull'angolo per ogni punto sperimentale, ed effettuare un *fit* statistico del grafico ottenuto alla distribuzione di Rutherford.

- Determinazione del numero atomico dell'alluminio confrontando i conteggi con i due materiali ad almeno tre angoli diversi.
- Stimare con l'analizzatore multicanale la perdita di energia delle particelle nel bersaglio e confrontarla con la predizione.
- Stima della sezione d'urto totale dalle misure effettuate. Confronto con la predizione teorica e discussione di eventuali discrepanze.

Punti per discussione quantitativa

- Prima di iniziare l'esperienza stimare un limite massimo per la dose (in Sv) che riceverete dalla sorgente durante lo svolgimento dell'esperienza.
- La diffusione di Rutherford e sue condizioni di validità.
- Differenze qualitative rispetto all'esperienza originaria di Geiger e Marsden.
- Perché l'esperienza viene effettuata con particelle α e non β ?
- E' necessaria l'evacuazione della camera?
- Altre emissioni radioattive della sorgente hanno un'influenza sulla misura?
- Stima del *range* massimo delle particelle α .
- Errore sull'angolo di diffusione dovuto alla geometria e alla precisione di posizionamento. Si tratta di errore sistematico o accidentale?
- Numero di conteggi necessari in ogni punto per avere una precisione statistica superiore a quella corrispondente all'errore sull'angolo.
- Fondo in assenza di sorgente e sua origine. Fondo in presenza di sorgente senza bersaglio; ha la stessa origine del caso precedente? Stima dell'errore sistematico dovuto al fondo.
- Effetto della diffusione multipla e sua importanza.
- Stima degli errori di misura dovuti a condizioni ambientali (luce, alimentazione, livello di vuoto, ecc.)
- Stima dell'errore sistematico totale sulla misura e sua sorgente principale.