

## DIFFUSIONE DI RUTHERFORD

Ultima modifica 13.2.2017

### Introduzione

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

### Materiale

La sorgente è un campione di  $^{241}\text{Am}$  la cui attività al momento della preparazione (1990) era 330 kBq. Ha tempo di dimezzamento 432.2 anni per fissione spontanea o decadimento  $\alpha$  (energia  $\approx 5.5$  MeV) ed emette anche radiazione  $\gamma$  (energia  $\approx 59.5$  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  $\mu\text{m}$ .

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  $\mu\text{m}$ ) ed alluminio (spessore 7  $\mu\text{m}$ ) 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 1mm e 5 mm.

La camera può essere evacuata utilizzando la pompa a vuoto: tramite rubinetti però possibile isolare la camera dalla pompa o mettere la pompa in comunicazione con l'ambiente esterno. Due manometri misurano la pressione in due punti diversi del tubo di collegamento.

Assicurarsi che il rubinetto sulla camera sia aperto e quello di sfiato della pompa chiuso e attivare la pompa fino a quando il manometro 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 fotodiodo 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  $4.5 \times 4.5$  mm<sup>2</sup>; particelle  $\alpha$  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  $\sim 4.5$  ms) di un fattore  $\sim 500$ , e lo discrimina ad una soglia regolabile, fornendo un impulso logico TTL (ampiezza 0-5 V) di durata massima  $4.5 \mu$  s. E' dotato di un ingresso e due uscite (analogica e digitale per il segnale discriminato) con connettori BNC.

I segnali logici TTL possono essere contati usando un contatore da banco, oppure un contatore NIM dopo essere stati convertiti nel formato logico NIM da un convertitore NIM-TTL.

L'analizzatore multicanale Nucleus PCA-II contiene un ADC di tipo Wilkinson che misura l'ampiezza di picco del segnale al suo ingresso (se questa supera una soglia prefissata), digitizzandola e riportandola in un istogramma. Il segnale di ingresso deve essere positivo (0-8V) con tempo di salita minimo  $0.5 \mu$  s e tempo di picco 1-6  $\mu$  s. Fare riferimento alla documentazione specifica su come operare il multicanale e salvare i dati raccolti su file.

### Misure da effettuare

- Conteggi con sorgente e rivelatore in asse e fuori asse ( $15^\circ$ ), 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 angolare del fascio di particelle. Prestare attenzione alla ripetibilità del posizionamento angolare della sorgente, determinando l'errore corrispondente.
- 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  $10^\circ$ , da  $0^\circ$  a  $\pm 70^\circ$ ). Se necessario utilizzare la fessura da 5 mm solo per gli angoli maggiori e calcolare il fattore di normalizzazione del flusso nelle 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.

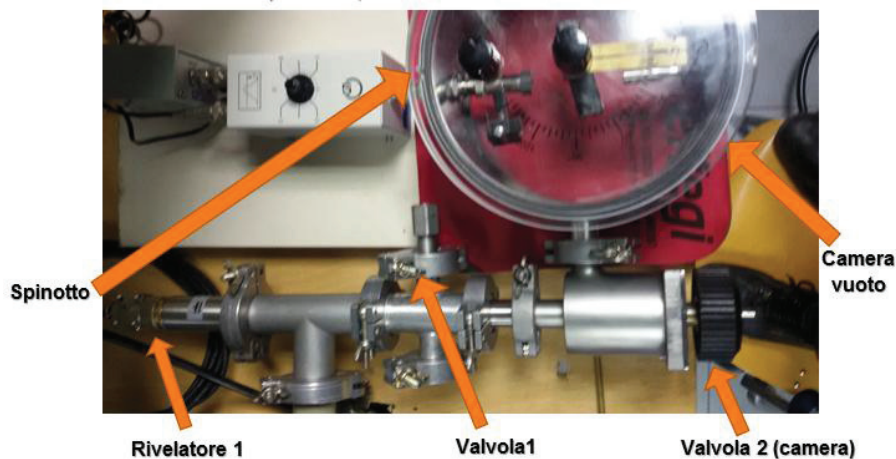
- Determinazione del numero atomico dell'alluminio confrontando i conteggi con i due materiali ad almeno tre angoli diversi.
- Stimare con l'analizzatore multicanale la perdita di energia delle particelle nel bersaglio e confrontarla con la predizione.
- Stima della sezione d'urto totale dalle misure effettuate, determinando quali siano i fattori ignoti che influiscono maggiormente sulla accuratezza di tale stima: confronto con la predizione teorica.

#### **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  $\alpha$  e non  $\beta$ ?
- E' necessaria l'evacuazione della camera?
- Altre emissioni radioattive della sorgente hanno un'influenza sulla misura?
- Stima del *range* massimo delle particelle  $\alpha$ .
- Errore sistematico sull'angolo di diffusione dovuto alla geometria e alla precisione di posizionamento.
- Tempo di misura dedicato ad ogni posizione angolare e criterio con cui è stato scelto, in relazione agli errori di misura.
- 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.

## Procedure



## SVUOTAMENTO CAMERA

- Accensione taratura rivelatori: a camera aperta e valvole aperte, accendere gli strumenti di misura del vuoto connessi con i rispettivi rivelatori:
  - (a) Dispositivo di lettura INDICATORE 1, dispositivo a sinistra (interruttore frontale rivelatore 1 sull'ingresso), ruotare il trimmer "103" sul pannello frontale.
  - (b) Dispositivo di lettura INDICATORE 2, dispositivo a destra (interruttore lato posteriore rivelatore 2 sulla camera), ruotare con un piccolo cacciavite il trimmer situato nel lato posteriore, "ATM" in alto del modulo di lettura usato.
- Chiusura camera: chiudere la camera con il coperchio controllando che lo spinotto combaci con il foro sul coperchio.
- Chiusura valvole: chiudere le valvole 1 e 2.

- Accensione pompa rotativa: premere l'interruttore frontale "pompa", attendere qualche minuto per veder scendere la pressione sull'indicatore del rivelatore 1.
- Vuoto camera: aprire lentamente la valvola 2 della camera a vuoto; scenderà la pressione nell'indicatore del rivelatore 2.
- Inizio misure: accendere il resto dell'elettronica ed il PC autenticandosi come utente "studenti" con password "lab4b1", quindi avviare il programma "PCA".



## RIEMPIMENTO CAMERA

- Chiusura camera: con la camera sotto vuoto e la pompa accesa, chiudere la valvola 2 (precedentemente aperta); la pressione nella camera salirà (lettura dell'indicatore del rivelatore 2).
- Spegnimento della pompa.
- Riempimento camera: aprire *lentamente* la valvola 1; la pressione salirà negli indicatori dei rivelatori 1 e 2 fino alla pressione atmosferica.
- Apertura della camera.

