

Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Padova
65/4

INFN/BE-65/5
21 Luglio 1965.

U. Fasoli, D. Toniolo e G. Zago: DIFFUSIONE ELASTICA ED
INELASTICA NEUTRONE-SILICIO FRA 2.3 E 3.8 MeV. -

U. Fasoli, D. Toniolo e G. Zago: DIFFUSIONE ELASTICA ED INELASTICA NEUTRONE-SILICIO FRA 2.3 E 3.8 MeV^(x).

INTRODUZIONE. -

E' stata misurata la sezione d'urto di diffusione elastica ed inelastica di neutroni fra 2.3 e 3.8 MeV da parte del silicio naturale, con la tecnica dei tempi di volo.

Il silicio naturale è composto per il 92.17% da Si^{28} i cui primi livelli hanno energie di eccitazione di 1.772, 4.61, 4.97, 6.27 ecc. MeV. La sezione d'urto di diffusione elastica è stata misurata da Lane et⁽¹⁾ nell'intervallo di energia fra 50 e 2300 KeV. In intervallo d'energia fino a 4 MeV la sola reazione concomitante è la $\text{Si}^{28}(n, \alpha)\text{Mg}^{25}$, reazione che ha una sezione d'urto fra 1/100 e 1/1000 della totale⁽²⁾.

Non esistono attualmente risultati pubblicati sulla reazione di diffusione inelastica.

La misura è stata eseguita all'acceleratore Van de Graaff di Legnaro. In questa nota vengono presentati risultati preliminari sulla sezione d'urto inelastica integrata su tutto l'angolo solido, e sulla sezione d'urto differenziale elastica a 50° fra 2.3 e 3.8 MeV. E' stata anche misurata, con il metodo della trasmissione e con migliore risoluzione energetica, la sezione d'urto totale nell'intervallo d'energia fra 5.0 e 8.5 MeV ove esisteva una sola misura⁽³⁾.

(x) - Lavoro eseguito nel quadro del Contratto EURATOM-CNEN

METODO DI MISURA. -

Come sorgente di neutroni è stata usata la reazione $\text{Li}^7(p,n)\text{Be}^7$. I protoni erano accelerati dal Van de Graaff di Legnaro, dotato di sorgente impulsata con durata degli impulsi di 10 ns e frequenza di 1 Mc/s. La targhetta usata era di Li_2O di circa 100 KeV di spessore.

I campioni di diffusore erano cilindri retti collocati a 9 cm dalla targhetta a zero gradi rispetto alla direzione dei protoni; l'asse del cilindro era normale al piano orizzontale di diffusione. Il campione di silicio metallico (purezza 99%) era di 29 mm di diametro e 54,6 mm di altezza. Un simile campione di politene è stato usato per determinare la sezione d'urto n-Si relativa alla n-p che è nota con buona precisione.

I neutroni diffusi furono rivelati con un contatore formato da uno scintillatore plastico di 5 cm di diametro e 3 cm di altezza visto da un fotomoltiplicatore 56 AVP, contenuto in uno schermo di paraffina e carbonato di litio, situato a 2 m di distanza dal diffusore. La efficienza del rivelatore ha un largo massimo a 1,3 MeV, decresce monotonicamente del 10% fra 1,3 e 4,0 MeV e molto rapidamente al disotto di 1 MeV fino ad annullarsi a 0,4 MeV.

I tempi di volo dei neutroni furono misurati mediante un convertitore "tempo-ampiezza"; i segnali di "start" erano forniti dal contatore e quelli di "stop" da un pick-up elettrostatico comandato dal fascio pulsato. I segnali del convertitore venivano mandati ad un analizzatore LABEN a 512 canali. Ulteriori dati sull'apparato di misura sono contenuti in (4).

Ogni punto è stato ottenuto sottraendo dallo spettro dei neutroni ottenuto col diffusore quello ottenuto senza diffusore, a parità di neutroni di sorgente i quali venivano contati con un "long counter". Il confronto con la sezione d'urto n-p veniva eseguita ripetendo la misura sul politene.

Uno spettro tipico è indicato in fig. 1.

Nell'intervallo di energia considerato la reazione $\text{Li}^7(p,n)\text{Be}^7$ dà luogo anche ad un gruppo di neutroni di energia inferiore di 0,44 MeV ed intensità circa 1/10 rispetto a quello principale. La accuratezza statistica e la risoluzione energetica di questa misura mettono appena in evidenza la presenza di questo gruppo, perciò non è stata apportata alcuna correzione per questo effetto.

I dati furono corretti per l'attenuazione del flusso di neutroni nel diffusore e per scattering multiplo usando il metodo sviluppato da Cranberg e Levin⁽⁵⁾.

La bontà del metodo di correzione venne controllata mediante ripetute misure con campioni di politene di diversa forma e massa.

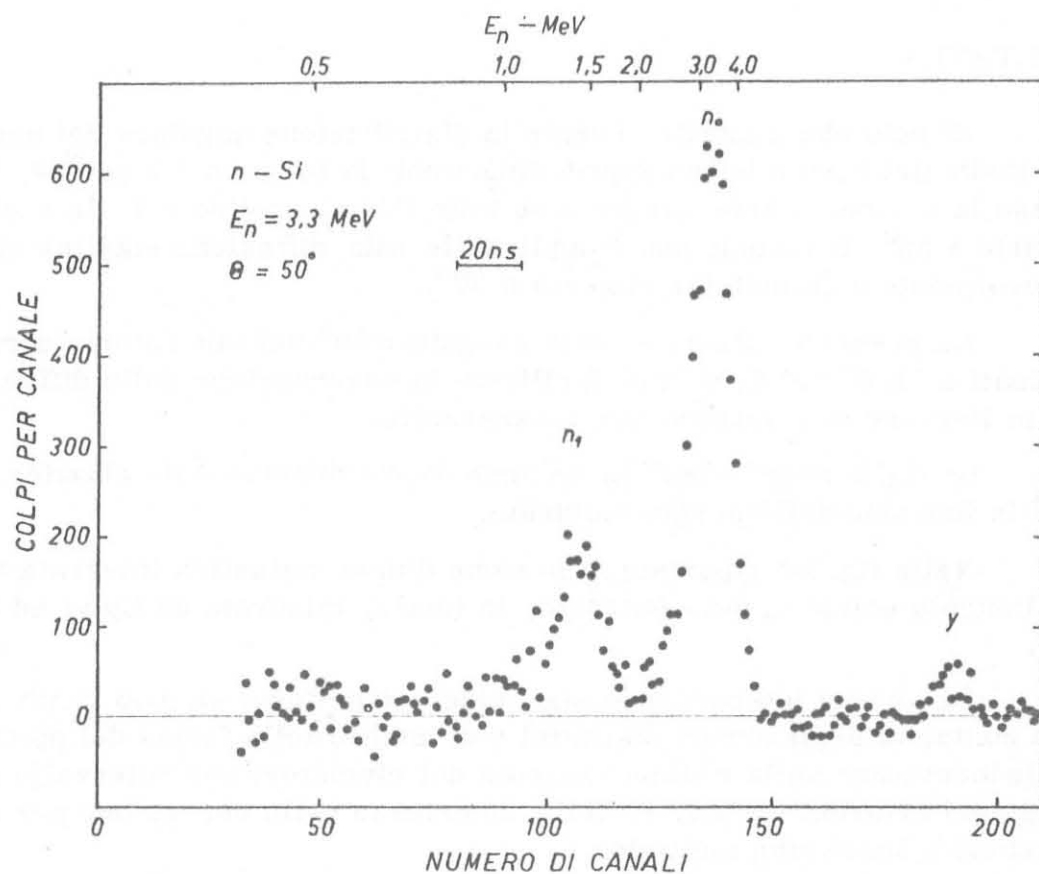


Fig. 1 - Spettro dei tempi di volo di neutroni da 3.3 MeV diffusi dal silicio naturale. Il tempo cresce da destra a sinistra.

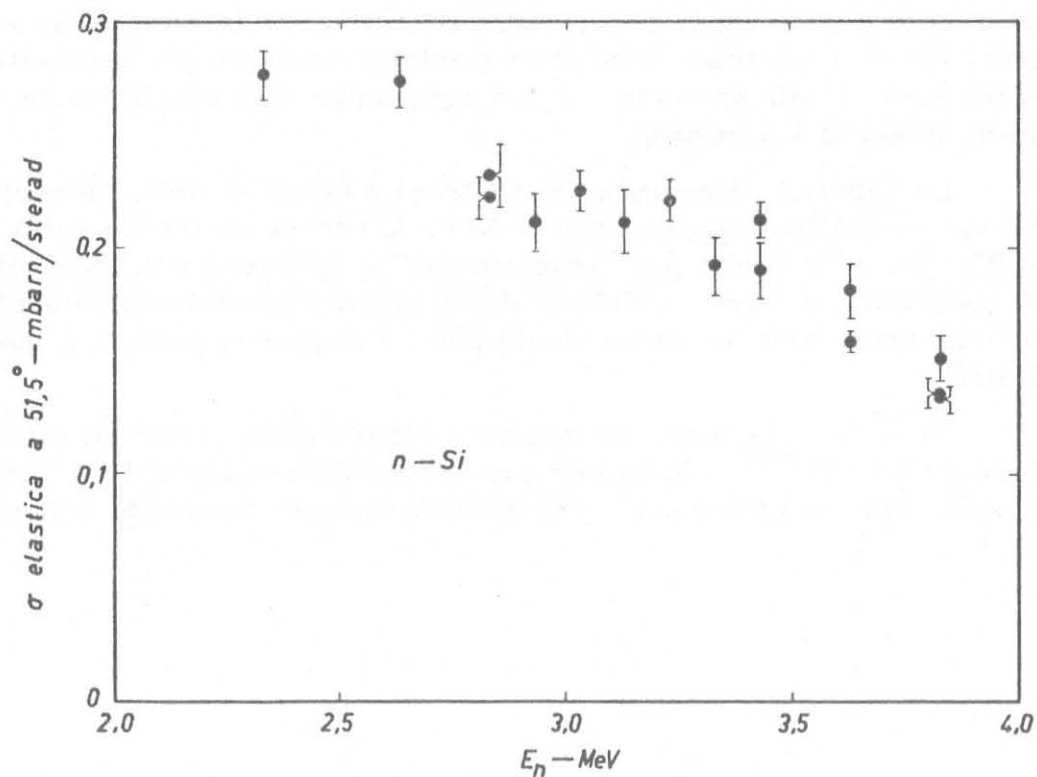


Fig. 2 - Sezione d'urto differenziale di diffusione elastica n-Si a 51.5° (c. m.) in funzione dell'energia dei neutroni incidenti.

RISULTATI. -

E' noto che a queste energie la distribuzione angolare dei neutroni inelastici ha con buona approssimazione la forma $a + b \cos^2 \theta$, in tal caso la sezione d'urto integrata su tutto l'angolo solido è 4 la sezione d'urto a 55° . Il metodo non è applicabile alla diffusione elastica che è notevolmente asimmetrica rispetto a 90° .

La presente misura è stata eseguita a 50° nel laboratorio corrispondenti a $51,5^\circ$ nel C. M. per facilitare la osservazione della diffusione n-p; l'errore così introdotto è trascurabile.

La fig. 2 rappresenta la sezione d'urto differenziale elastica a $51,5^\circ$ in funzione dell'energia incidente.

Nella fig. 3 è riportata la sezione d'urto inelastica integrata su tutto l'angolo solido e, per confronto, la totale, misurata da Calvi ed altri⁽⁶⁾.

Gli errori indicati sono stati calcolati per ogni singolo punto tenendo conto, a) degli errori statistici e di analisi della forma del picco, b) delle incertezze sulla efficienza media del rivelatore nell'intervallo di energia dei neutroni diffusi, c) delle incertezze nella correzione per attenuazione e scattering multiplo.

In fig. 4 è riportata la sezione d'urto totale misurata col metodo della trasmissione sullo stesso campione di silicio usato per la misura di diffusione, nell'intervallo di energia fra 5 e 8,5 MeV. Il metodo dei tempi di volo è stato usato per ridurre il "fondo" della misura dovuto a neutroni spuri. I neutroni sono stati prodotti mediante una targhetta di deuterio gassoso alla pressione di 0,5 atm, lunga 1,25 cm chiusa da una foglia di nickel di 1,5 micron.

Lo "spread" d'energia dei neutroni è circa 50 KeV, l'incertezza del valore dell'energia è circa 10 KeV. L'errore statistico varia fra 1% e 3%. La correzione per "inscattering" è inferiore a 0,3% e quindi non è stata fatta. L'errore globale della misura ottenuto sperimentalmente ripetendo diverse volte alcuni punti è di poco superiore a quello statistico.

Nella fig. 4 la curva tratteggiata rappresenta i risultati ottenuti da Nereson ed altri⁽³⁾ ottenuti con uno spread d'energia del 10%. Tenuto conto della differenza di risoluzione delle due misure l'accordo è buono.

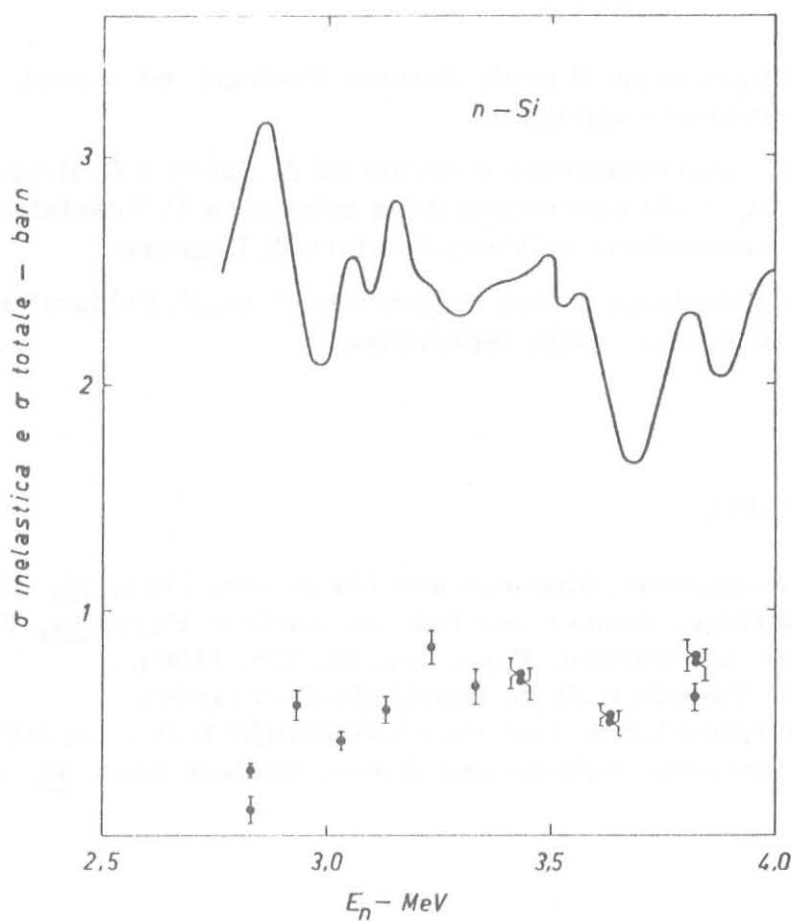


Fig. 3 - Sezione d'urto inelastica n-Si in funzione della energia dei neutroni incidenti. L'errore indicato è quello statistico. La curva continua rappresenta la sezione d'urto totale dedotta dal riferimento (6).

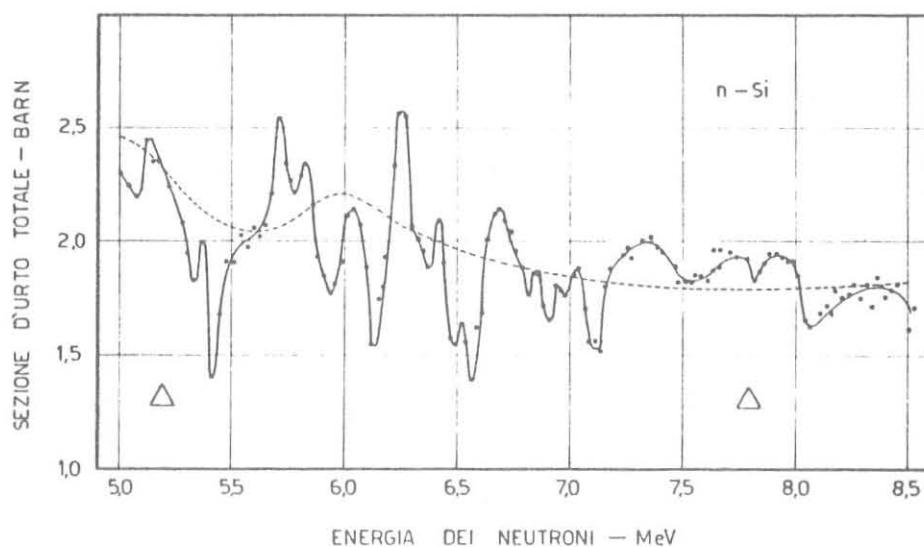


Fig. 4 - Sezione d'urto totale n-Si. La curva tratteggiata rappresenta i risultati ottenuti da Nereson e Darden (v. rif. (3)).

6.

Ringraziamo il prof. Antonio Rostagni ed il prof. Claudio Villi per il loro costante appoggio.

Un ringraziamento è dovuto ad A. Zanon e G. Bressanini per lo aiuto prestato nella esecuzione della misura, a P. Kusstatscher ed il personale del Laboratorio dell'acceleratore di Legnaro.

Desideriamo infine ringraziare il dr. F. Fabiani che ha collaborato nella fase finale della esperienza.

BIBLIOGRAFIA. -

- 1) - Lane, Langsdorf, Monahan and Elvin; Ann. Phys. 12, 135 (1961).
- 2) - Mainsbridge, Bonner and Rabson; Nuclear Phys. 48, 83, (1963).
- 3) - Nereson and Darden; Phys. Rev. 89, 775, (1963).
- 4) - Fasoli, Toniolo e Zago; INFN/BE-64/7 (1964).
- 5) - Cranberg and Levin; Los Alamos Scientific Lab., LA-2177, (1959).
- 6) - Calvi, Ricamo, Rubbino and Zubke, Nuclear Phys. 48, 408, (1963).