

INFN/BE - 68/12

30 Dicembre 1968

U. Abbondanno, R. Giacomich, L. Granata, M. Lagonegro e G. Pauli:

**RISULTATI PRELIMINARI DELLO STUDIO DELLA REAZIONE**

**$Ti^{50}(p, n)V^{50}$**

RISULTATI PRELIMINARI DELLO STUDIO DELLA REAZIONE



U. Abbondanno, R. Giacomich, L. Granata, M. Lagonegro e G. Pauli

Istituto di Fisica dell'Università - Trieste

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sottosezione di Trieste

## 1. - INTRODUZIONE

In questo rapporto sono presentati i risultati preliminari relativi allo studio della reazione  $Ti^{50}(p,n)V^{50}$  iniziato presso l'acceleratore Van de Graaff dei Laboratori Nazionali di Legnaro.

Scopo dell'esperienza è di fornire informazioni sulle caratteristiche spettroscopiche del nucleo residuo  $V^{50}$  e di determinare le funzioni di eccitazione del nucleo composto  $V^{51}$ , in un intervallo di energia dei protoni incidenti che si estende per circa 2 MeV a partire dall'energia di soglia della reazione.

Lo schema più probabile dei livelli di bassa energia del  $V^{50}$  è riportato in Fig. 1. Tali livelli sono stati determinati studiando la reazione  $Ti^{50}(p,n\gamma)V^{50}$  con l'uso di un rivelatore al germanio (<sup>1</sup>), e la reazione  $Ti^{51}(p,d)V^{50}$  mediante uno spettrometro magnetico di elevata risoluzione (<sup>2</sup>). I livelli del  $V^{50}$  sono stati cercati anche mediante misure di spettrometria dei neutroni emessi nella reazione (p,n), effettuate con il metodo dei rivelatori di soglia (<sup>3</sup>), ma i risultati ottenuti non sono in accordo soddisfacente con quelli delle misure più sopra citate.

Sulle funzioni di eccitazione del  $V^{51}$  non esistono dati.

## 2. - PROCEDIMENTO SPERIMENTALE

Le misure preliminari sono consistite nel determinare la distribuzione energetica dei neutroni emessi nella reazione  $Ti^{50}(p,n)V^{50}$  a  $0^\circ$ , mediante la tecnica dei tempi di volo con fascio pulsato e per energie dei protoni inci-

denti comprese fra 3.8 MeV e 4.5 MeV.

Poichè i valori  $-Q$  della reazione corrispondenti al livello fondamentale e ai primi sei livelli eccitati del  $V^{50}$  sono rispettivamente (<sup>2</sup>) (in MeV)

$$\begin{aligned} Q_0 &= - 2.997 & Q_1 &= - 3.222 & Q_2 &= - 3.317 & Q_3 &= - 3.352 \\ Q_4 &= - 3.382 & Q_5 &= - 3.833 & Q_6 &= - 3.902 , \end{aligned}$$

i neutroni emessi nella reazione potevano avere una energia massima di circa 1.5 MeV.

Le misure sono state fatte con impulsi di protoni di durata inferiore a 2 nsec e frequenza di ripetizione di 1 Mc. La corrente media fornita in targhetta era compresa fra 0.5 e 1.5  $\mu A$ .

La targhetta era costituita da un deposito di  $TiO$ , arricchito in  $Ti^{50}$ , evaporato su di un supporto di tantalio.

La strumentazione per le misure di tempo di volo era di tipo convenzionale ed è rappresentata in Fig. 2. Per la rivelazione dei neutroni si è usato uno scintillatore NE 102 A di  $2" \times 1\frac{1}{2}"$  accoppiato con un fotomoltiplicatore XP 1021. Come "monitor" è stato usato un "long counter" di tipo convenzionale.

### 3. - TARATURA DEL DISPOSITIVO SPERIMENTALE

#### a) Predisposizione delle soglie nel canale lento e nel canale veloce dello spettrometro a tempi di volo per neutroni.

Per predisporre in modo riproducibile la soglia di rivelazione dei neutroni nel canale lento si è tarata la risposta dello spettrometro con gamma

di energie note ( $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Na}^{22}$ ,  $\text{Co}^{60}$  e  $\text{Bi}^{207}$ ) e si è quindi provveduto a normalizzare corrispondentemente l'uscita di un generatore di impulsi di precisione. La soglia del discriminatore nel canale lento è stata quindi fissata a circa 25 keV di elettrone corrispondenti con buona approssimazione a 200 keV di neutrone ( $^{4,5}$ ).

Analogamente, nel canale veloce si è disposta la soglia di scatto del "time pick off" a circa 12,5 keV di elettrone corrispondenti a 100 keV di neutrone.

b) Taratura temporale del multicanale.

La scala temporale del convertitore tempo-ampiezza è stata calibrata con due metodi diversi.

Il primo metodo è consentito nell'inserire dei cavi di ritardo tarati nel canale di stop, cioè nel canale connesso con il pick-up che registra il passaggio degli impulsi di protoni. I risultati di questa misura sono riportati in Fig. 3.

Il secondo metodo è consistito nel rilevare le caratteristiche di uno spettro casuale ottenuto rendendo gli impulsi del canale di start, connesso con il rivelatore di neutroni, indipendenti dagli impulsi del canale di stop. Lo spettro delle coincidenze casuali così ottenuto dovrebbe risultare, nella ipotesi della linearità della conversione tempo-ampiezza, perfettamente piatto. Il "best-fit" eseguito col metodo dei minimi quadrati su tale spettro ha però indicato che la conversione tempo-ampiezza non era perfettamente lineare. Questo calcolo ha permesso di rappresentare la corrispondenza fra la variabile tempo  $t$ , e i canali  $c$  del multicanale con la formula

$$t_c = \frac{\int_0^{t_c} N_c d_c}{\int_0^{t_c} N_c d_c} t_c$$

dove  $N_c$  è il numero di conteggi per canale dato dal best-fit, e  $t_c$  è un tempo noto, dato dal tempo di volo, contato a partire dal picco gamma, dei neutroni emessi nella reazione  $Ti^{50}(p,n)V^{50}$  e corrispondenti a un particolare livello del  $V^{50}$  e ad una specificata energia dei protoni incidenti.

c) Determinazione dell'efficienza del rivelatore di neutroni.

La determinazione dell'efficienza del rivelatore di neutroni è stata effettuata rivelando i neutroni prodotti con la reazione  $T(p,n)He^3$ , indotta da protoni di energia da 1.6 MeV a 3.5 MeV.

Il rivelatore di neutroni era posto a  $0^\circ$  rispetto alla direzione dei protoni incidenti, mentre un "long counter" posto a  $90^\circ$  serviva da "monitor". I neutroni emessi a  $0^\circ$  avevano energie comprese tra 0.224 MeV e 1.171 MeV. In Fig. 4 è riportata la curva di efficienza così misurata. Nella stessa figura è riportata anche la curva di efficienza calcolata con la formula (6)

$$\epsilon = \left(1 - \frac{B}{E}\right) \frac{n_H \sigma_H}{n_H \sigma_H + n_C \sigma_C} \left[1 - e^{-(n_H \sigma_H + n_C \sigma_C) L}\right]$$

dove il taglio in energia B è uguale a 236 keV.

4. - RISULTATI SPERIMENTALI

Le misure degli spettri di tempo di volo dei neutroni emessi nella rea

zioni  $Ti^{50}(p,n)V^{50}$  sono state fatte avendo preso una distanza di volo di 4.02 metri. In questo modo la risoluzione complessiva è risultata di circa 5 nsec ed è stato possibile separare i tre gruppi di neutroni corrispondenti ai livelli II, III e IV del  $V^{50}$  fino all'energia massima dei protoni incidenti.

Le misure sono state fatte per le seguenti energie dei protoni incidenti (keV): 3900, 3950, 4000, 4025, 4050, 4075, 4100, 4125, 4150, 4175, 4200, 4250, 4300, 4400 e 4500.

Nelle Fig. 5 e 6 sono mostrati due spettri corrispondenti alle energie dei protoni di 3.9 MeV e 4.175 MeV.

Un'altra serie di misure è stata fatta avendo preso una distanza di volo di 0.5 metri allo scopo di determinare la produzione totale di neutroni associati con i livelli del  $V^{50}$ . In Fig. 7 è mostrato l'andamento della produzione totale di neutroni in funzione dell'energia dei protoni incidenti.

In Fig. 8 è riportata, in funzione dell'energia dei protoni incidenti, la produzione di neutroni relativa ai singoli livelli del  $V^{50}$  e normalizzata alla produzione totale.

Queste misure preliminari hanno consentito di verificare che il sistema composto  $V^{51}$  può decadere mediante emissione di neutroni nei livelli del  $V^{50}$  a 320 keV, 355 keV, 385 keV e 225 keV. Non si è avuta invece nessuna indicazione di un decadimento al livello fondamentale e ai due livelli a 835 keV e 905 keV.

Le misure hanno anche indicato una struttura a massimi e minimi nello andamento della produzione di neutroni in funzione dell'energia dei protoni, come appare dalla Fig. 8.

B I B L I O G R A F I A

- (<sup>1</sup>) P. BLASI, P.R. MAURENZIG e N. TACCETTI: Boll. S.I.F., 62 (1968) 33.
- (<sup>2</sup>) J.B. BALL and R.F. SWEET: Phys. Rev. 140 B (1965) 904.
- (<sup>3</sup>) G.J. McCALLUM, A.T.G. FERGUSON and G.S. MANI: Nucl. Phys. 17 (1960)  
116.
- (<sup>4</sup>) M. GETTNER and W. SELOVE: Rev. Sci. Instr. 31 (1960) 450.
- (<sup>5</sup>) H.C. EVANS and E.H. BELLAMY: Proc. Phys. Soc., 74 (1959) 483.
- (<sup>6</sup>) J.B. MARION e J.L. FOWLER: Fast Neutron Physics, Interscience Publishers, Inc. New York, 1963.

\* \* \*

#### DIDASCALIE DELLE FIGURE

Fig. 1 - Schema dei livelli del  $V^{50}$ .

Fig. 2 - Schema a blocchi dell'apparecchiatura sperimentale.

Fig. 3 - Taratura della linearità del convertitore Tempo-ampiezza col metodo dei ritardi tarati.

Fig. 4 - Efficienza del rivelatore di neutroni.

Fig. 5 - Spettro dei neutroni a  $E_p = 3.9$  MeV.

Fig. 6 - Spettro dei neutroni a  $E_p = 4.175$  MeV.

Fig. 7 - Produzione totale di neutroni.

Fig. 8 - Produzione di neutroni normalizzata alla produzione totale.

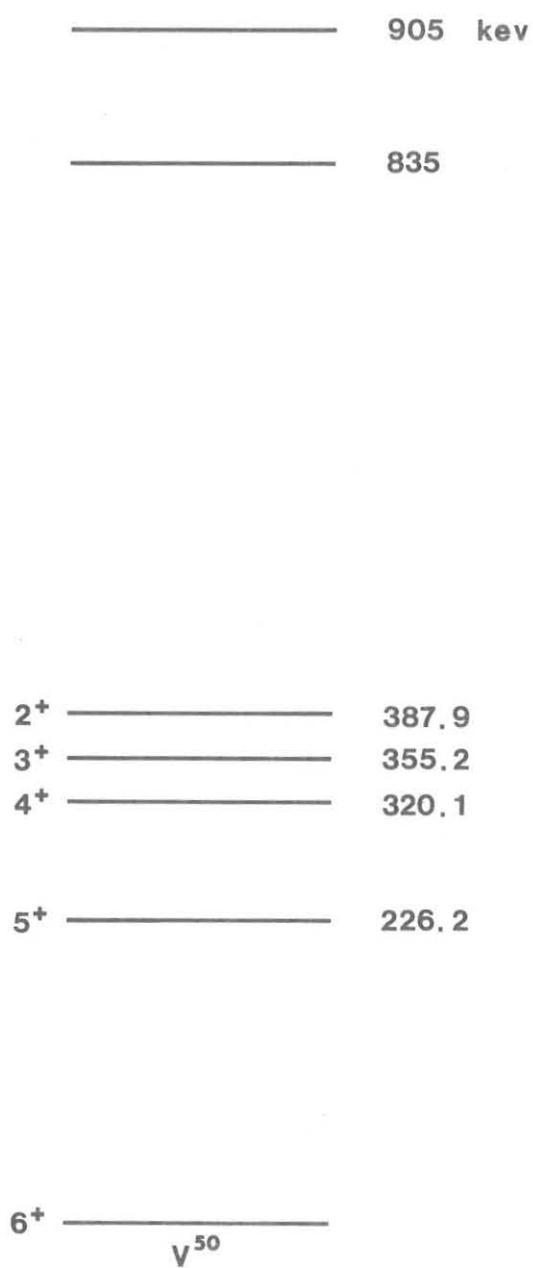


Fig. 1

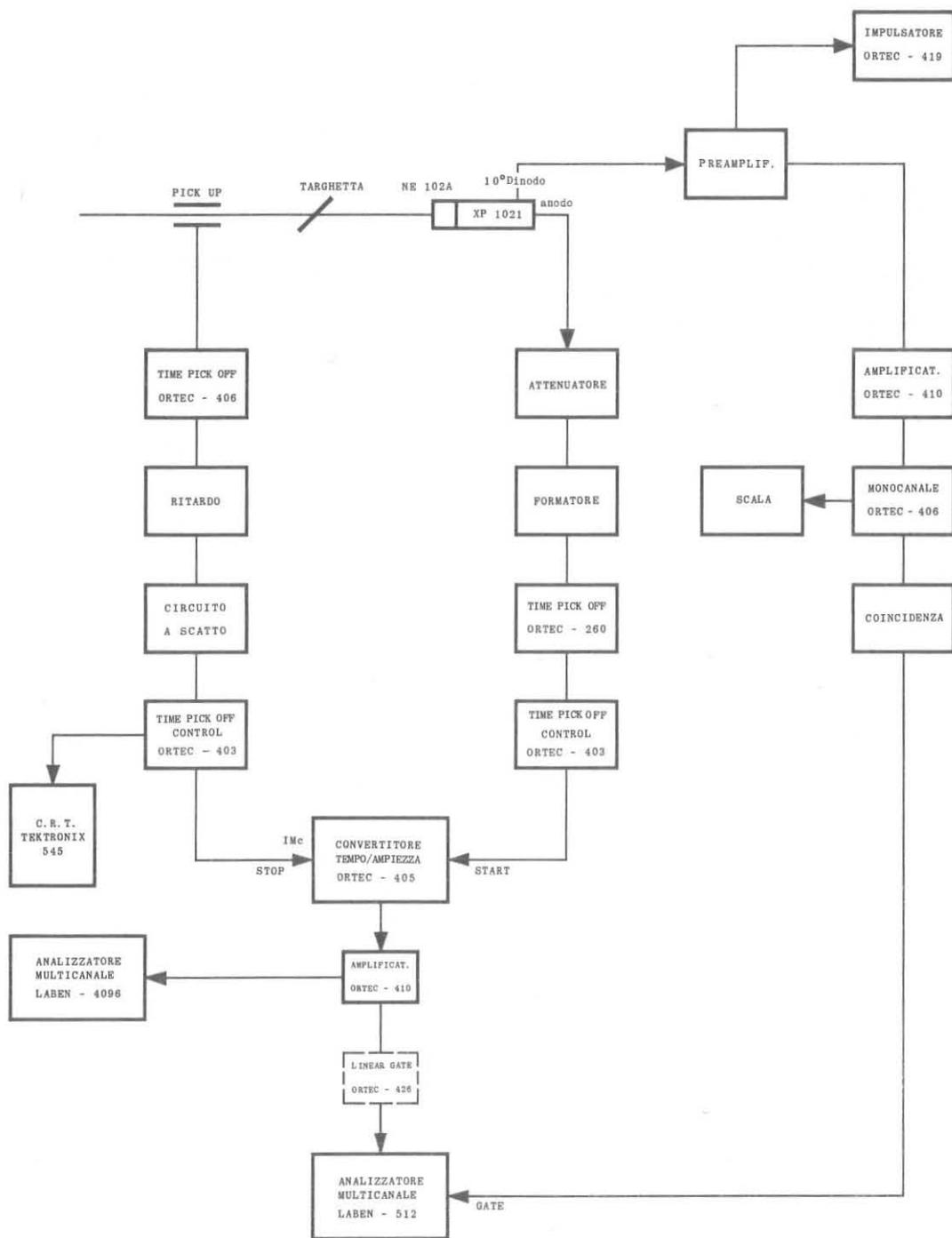


Fig. 2

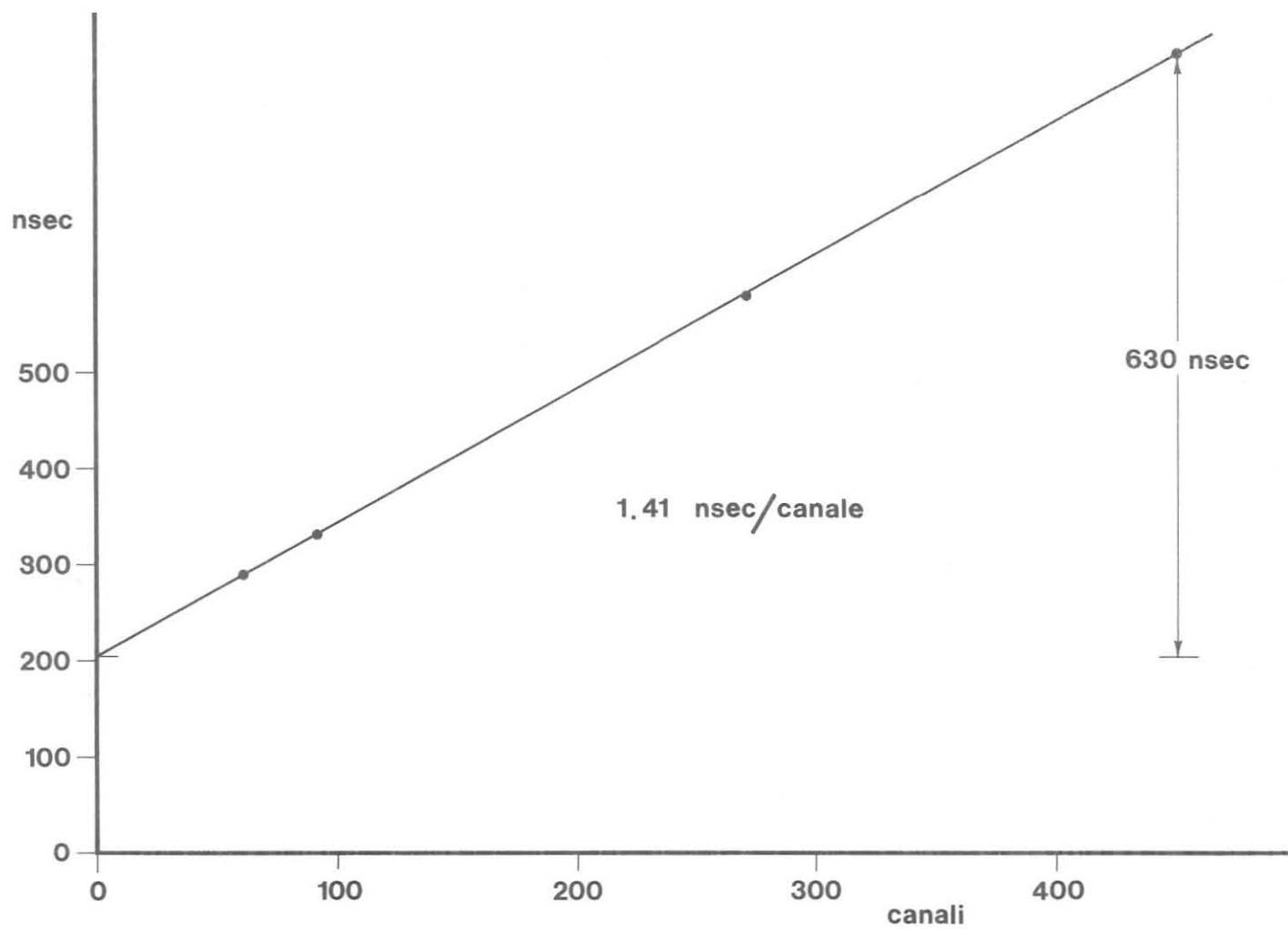


Fig. 3

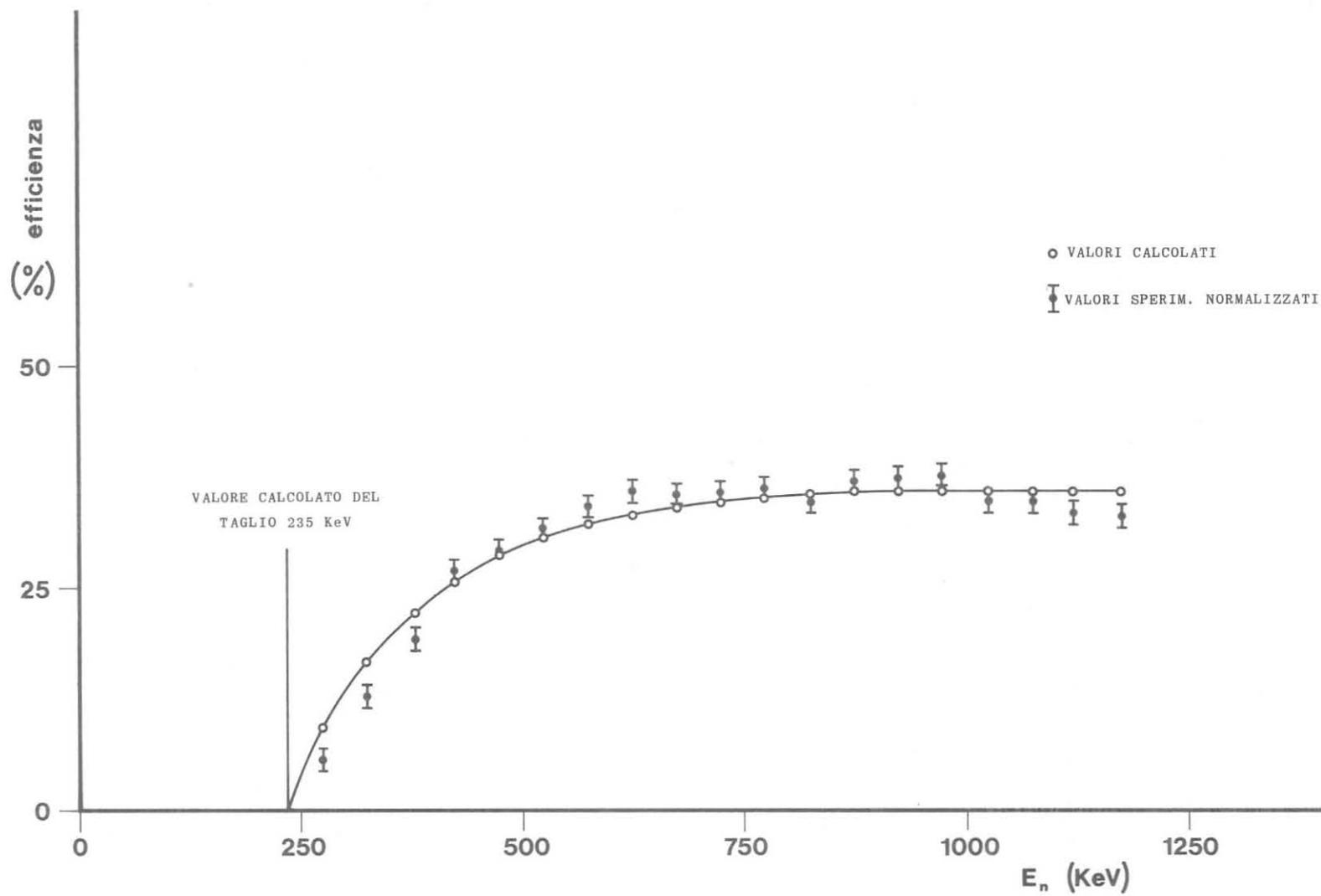


Fig. 4

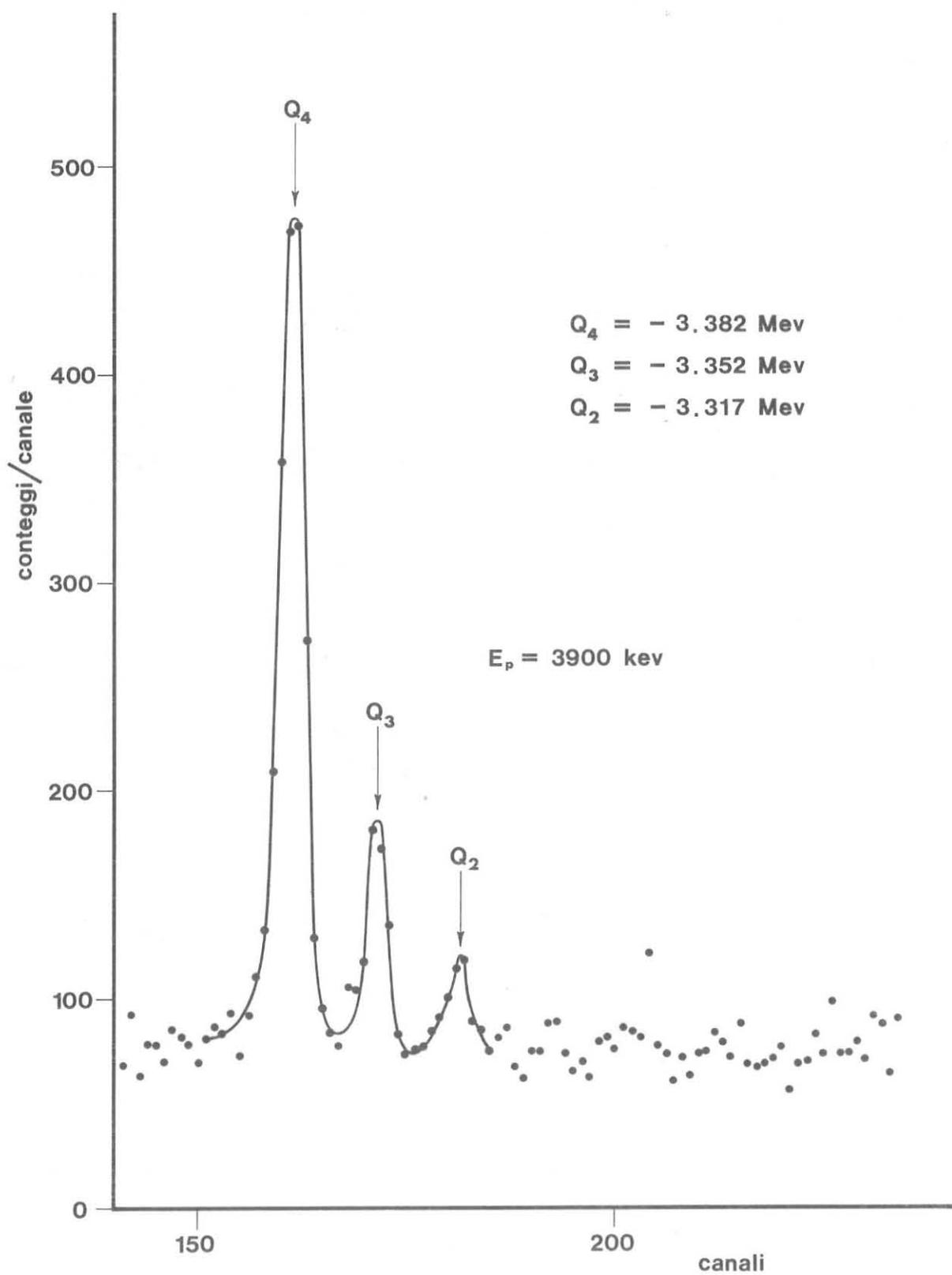


Fig. 5

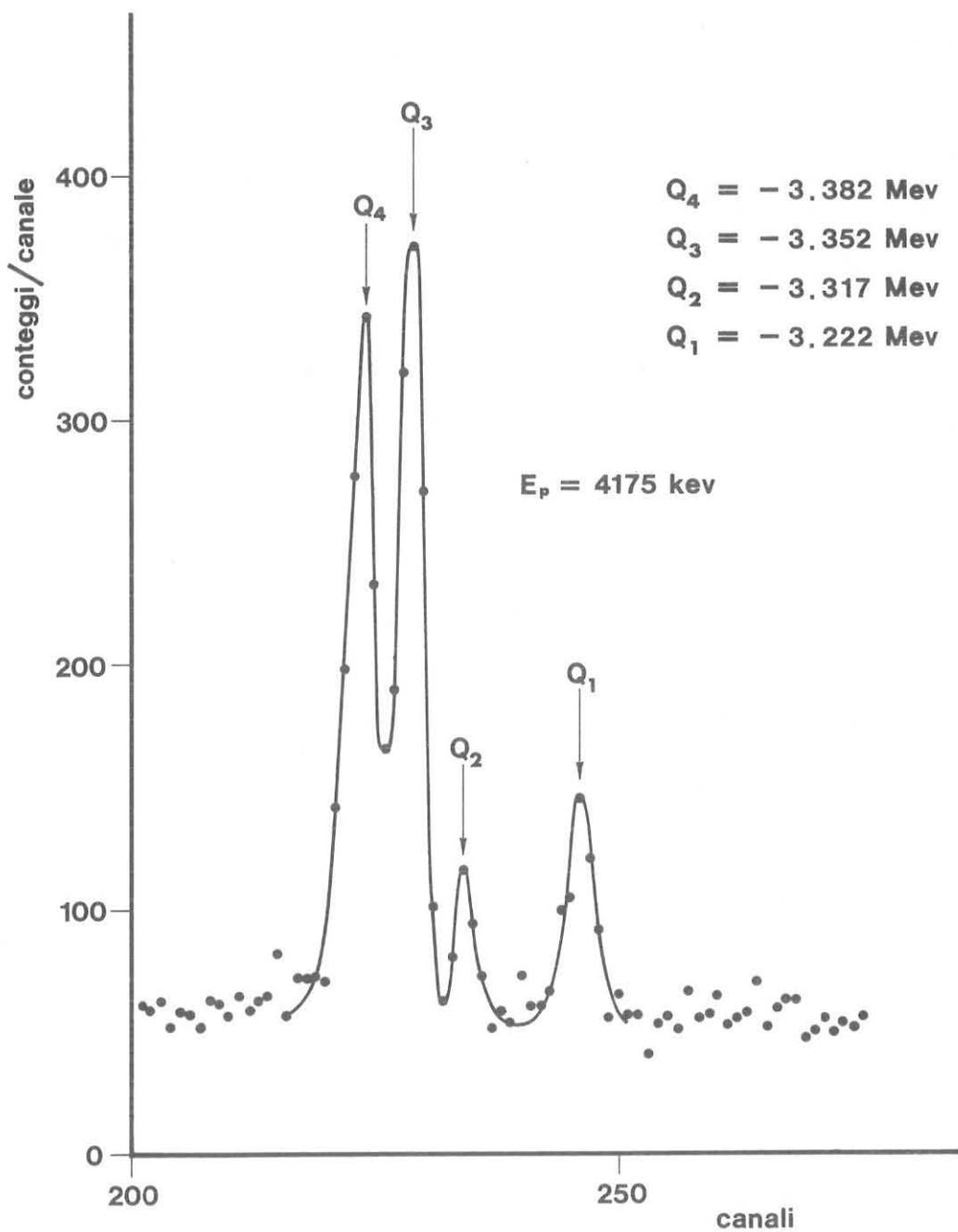


Fig. 6

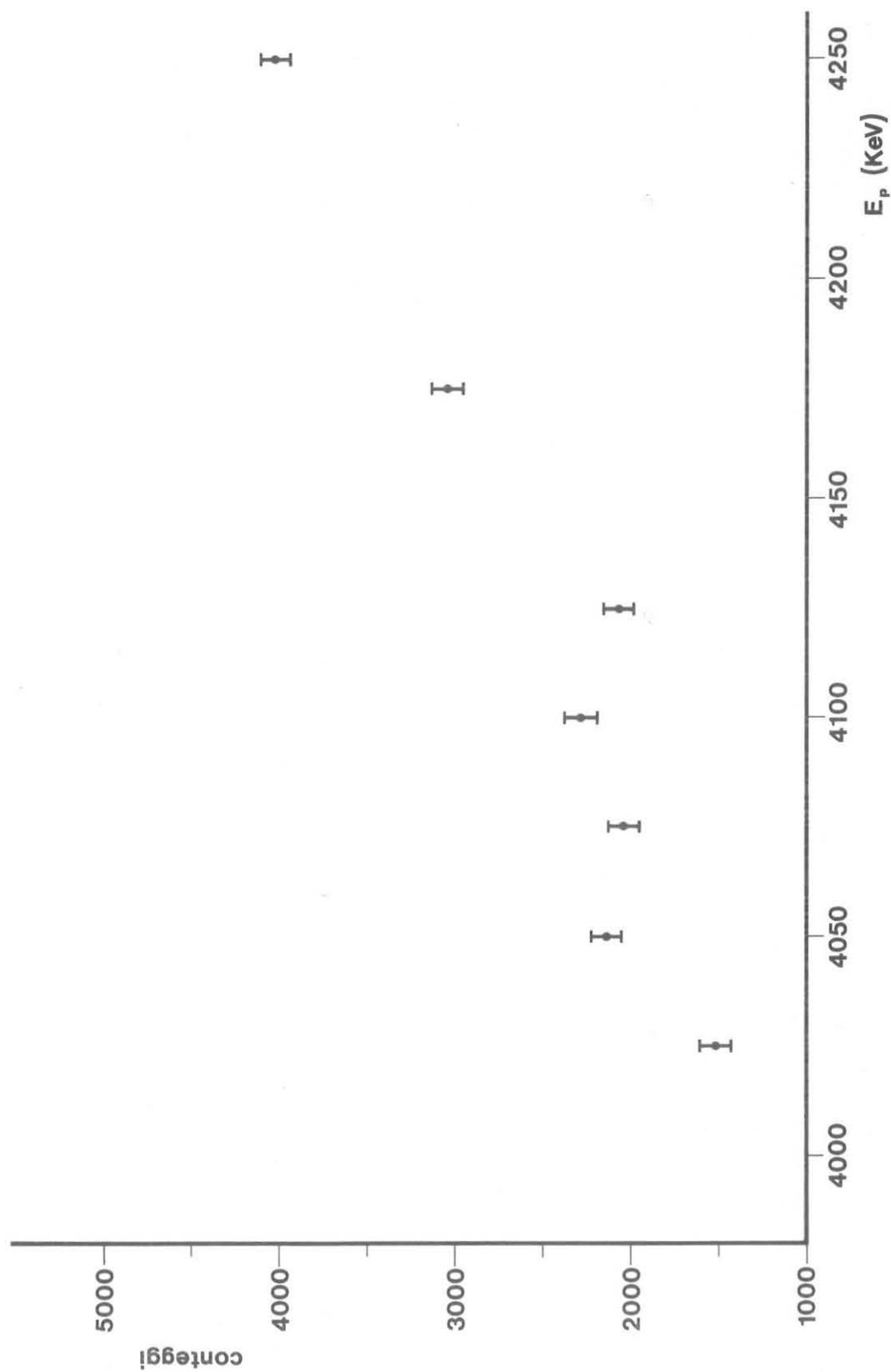


Fig. 7

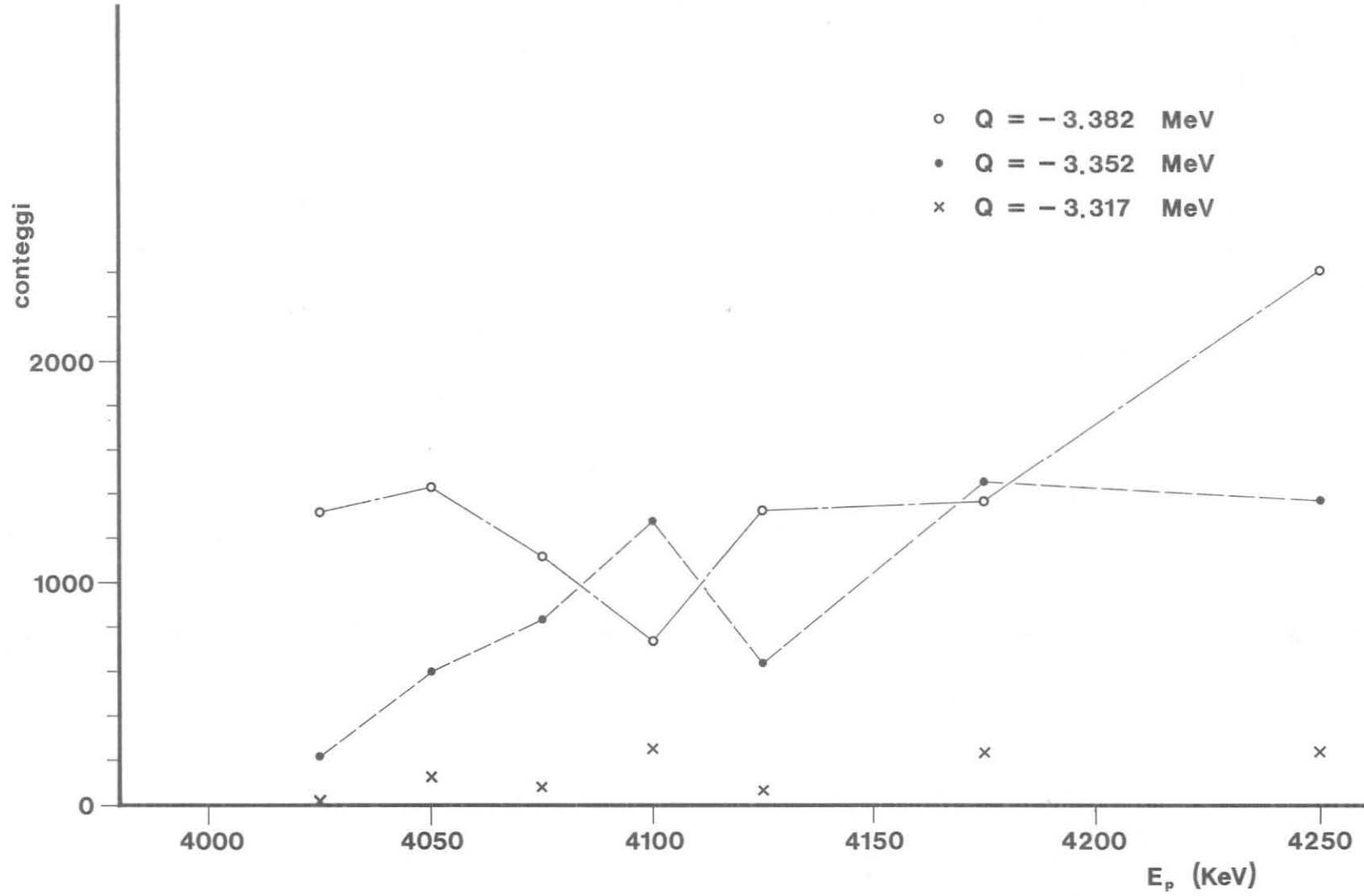


Fig. 8