

LNF-68/6  
28.2.1968

M. Grilli, P. Picozza, C. Schaerf, R. Scrimaglio, F. Soso, P. Spilantini e R. Visentin: FOTODISINTEGRAZIONE IN DUE CORPI DELL' $\text{HE}^4$  NELL'INTERVALLO DI ENERGIA:  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV.

Nota interna: n. 391  
28 Febbraio 1968

M. Grilli, P. Picozza, C. Schaerf, R. Scrimaglio, F. Soso, P. Spillantini e R. Visentin: "FOTODISINTEGRAZIONE IN DUE CORPI DELL'HE<sup>4</sup> NELL'INTERVALLO DI ENERGIA:  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV".

E' stata eseguita presso l'elettrosincrotrone di Frascati una misura della sezione d'urto differenziale a  $\theta_{CM} = 60^\circ$  ed  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV della reazione



Nel corso dell'esperimento si sono ottenute, anche, informazioni sulla produzione di deutoni da He<sup>4</sup> per  $\gamma$  di energia minore di 500 MeV e di energia  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV.

La misura della reazione (1) nella zona d'energia  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV è stata suggerita da alcuni precedenti dati<sup>(1, 2)</sup> sperimentali interpretabili con la esistenza di un eventuale stato eccitato della particella  $\alpha$  in corrispondenza di  $E_\gamma \simeq 600$  MeV.

Nel § 1 riportiamo brevemente il metodo di misura e nel § 2 le conclusioni che si possono trarre.

1. - La misura è stata effettuata usando una targhetta di elio liquido a cella cilindrica verticale (diametro = 6 cm<sup>(3)</sup>).

2.

Le condizioni cinematiche di lavoro corrispondevano alla produzione di  $\text{He}^3$  a  $\theta_{CM} = 60^\circ$ , nell'intervallo  $500 \leq E_\gamma \leq 750$  MeV e si ottenevano fissando l'angolo nel laboratorio dell' $\text{He}^3$  ed il suo momento mediante un canale magnetico (v. Fig. 1).

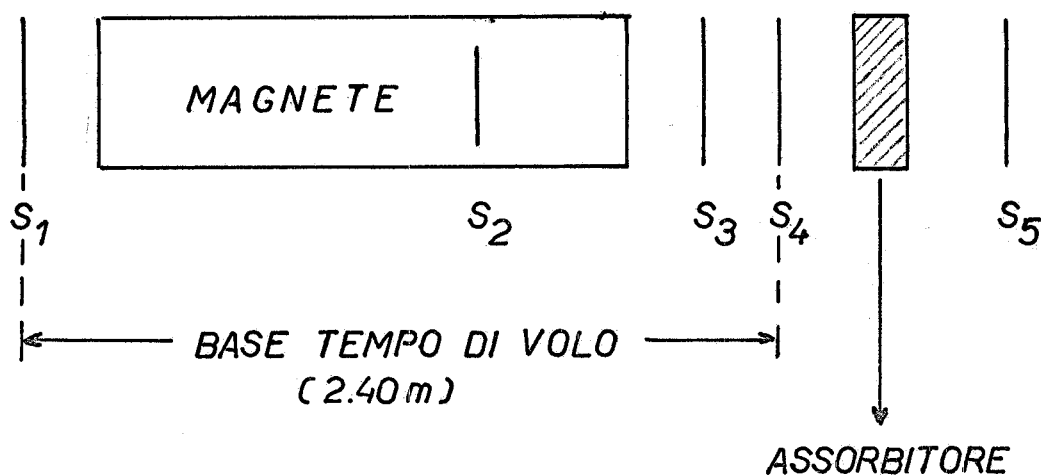


FIG. 1 - Schema del dispositivo sperimentale.

La discriminazione tra le varie particelle prodotte veniva operata misurando l'ampiezza d'impulso nel contatore  $S_4$  (v. Fig. 1) ed il tempo di volo tra  $S_1$  ed  $S_4$ . Più precisamente, si correlavano  $HS_4$  (ampiezza del segnale di  $S_4$ ) e  $t$  (tempo di volo tra  $S_1$  ed  $S_4$ ), mediante un 1024 canali Laben, comandato da  $S_1S_2S_3S_4\bar{S}_5$ .

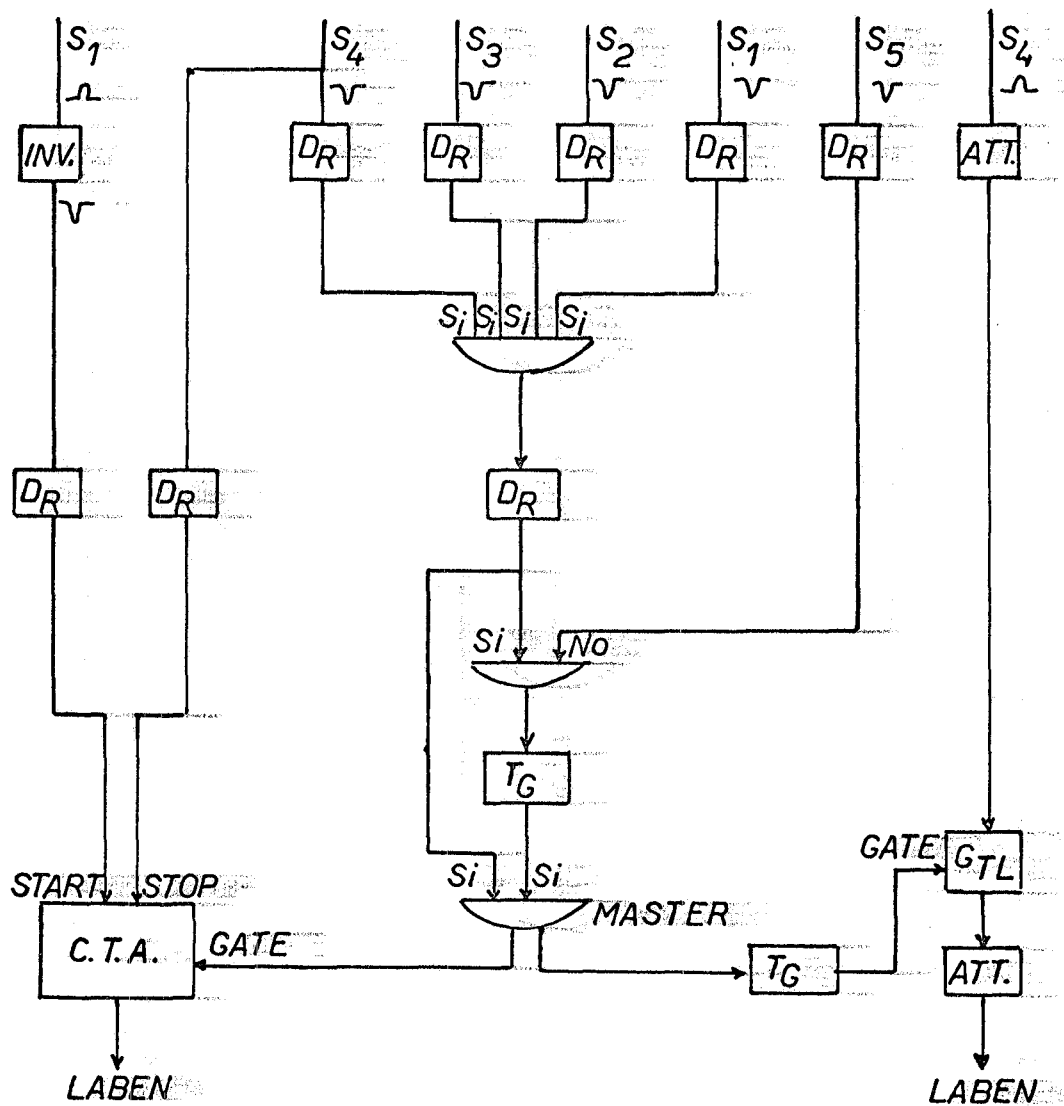
Lo schema a blocchi della elettronica è riportato in Fig. 2.

L'anticoincidenza di  $S_5$  operava una separazione tra  $(d + \text{He}^3)$  e (pioni + protoni + elettroni) con una efficienza misurata del  $(99.8^{+0.2}_{-0.8})\%$ .

Una prima selezione fra le varie particelle prodotte era data dai tagli sulle ampiezze dei singoli contatori del telescopio e dal fatto che la coincidenza  $S_1S_2S_3S_4$  era in tempo per particelle di velocità eguale a quella attesa per un  $\text{He}^3$ .

Una situazione tipica delle condizioni di misura è mostrata in Tabella I, ove si riportano i valori attesi per le quantità  $dE/dx$ ,  $HS_4$  [la saturazione del plastico è calcolata sulla base della formula(2)]  $t$  (tempo di volo fra  $S_1$  e  $S_4$ ),  $R$  (range), corrispondenti a protoni, deutoni e pioni con impulso di 580 MeV/c, e ad  $\text{He}^3$  di  $2 \times 580$  MeV/c.

Le misure di tempo di volo sono state eseguite con un convertitore tempo-ampiezza<sup>(4)</sup>, per il quale è stata misurata una risoluzione temporale  $\Delta t = \pm 1$  ns con protoni di  $p = 600$  MeV/c e  $\Delta p/p = \pm 2\%$ . La dispersione dei tempi di volo calcolata in base alla accettazione in momento del canale magnetico, è stata confermata dai risultati relativi al pic-



*DR* DISCRIMINATORE RAPIDO

*T<sub>G</sub>* TRIGGER

*GTL* GATE LINEARE

*C.T.A.* CONVERTITORE TEMPO AMPIEZZA

FIG. 2 - Schema a blocchi dell'elettronica.

4.

co dei deutoni (Fig. 3) e da quelli relativi ai protoni usati per la calibrazione.

Le ampiezze attese in  $S_4$  per i segnali dell' $He^3$  e dei deutoni sono state calcolate in base alla ben nota relazione

$$(2) \quad \frac{dL}{dx} \propto \frac{\frac{dE}{dx}}{1 + b \frac{dE}{dx}}$$

con  $b = 10^{-2}$  (g/MeV x cm<sup>2</sup>).

Nel corso della misura si è fatta una calibrazione in ampiezza di  $S_4$  con deutoni di diverso momento. Tale misura ha messo in evidenza la saturazione del plastico di  $S_4$  (NE102; 5 mm di spessore) già per  $(\Delta E/dx) \simeq 15$  MeV/gr/cm<sup>2</sup> (vedi Tab. II), diversamente da quanto atteso. E' stato pertanto possibile separare unicamente particelle al minimo e protoni, da (d + He<sup>3</sup>).

TABELLA I

Particella	$\pi$	P	He <sup>3</sup>	d
dE/dx (MeV x cm <sup>2</sup> /g)	2	4.7	40.7	16.7
HS <sub>4</sub> (unità arbitrarie)	1	2.3	14.6	7.2
t (ns)	0	7.5	13.5	20
R (g/cm <sup>2</sup> , Cu)	280	27.5	5.57	5.35

TABELLA II<sup>(x)</sup>

dE/dx (MeV/gr/cm <sup>2</sup> )	12	17	31
(dE/dx)/(dE/dx) <sub>min</sub>	6	8.5	15.5
HS <sub>4</sub> /(HS <sub>4</sub> ) <sub>min</sub>	6.1 + 0.1	7.2 + 0.2	7.8 + 0.2

(x) - Gli errori riportati su HS<sub>4</sub> indicano la precisione con cui è stato determinato il valore medio. La semilarghezza della distribuzione di HS<sub>4</sub>, nel range di linearità del contatore S<sub>4</sub>, valeva  $\pm 15\%$ .

La separazione tra deutoni ed He<sup>3</sup> è stata basata, quindi, sulla sola misura del tempo di volo.

Alcune tipiche distribuzioni in t misurate a p = 600 e 635 MeV/c sono riportate in Fig. 3a, 3b.

Si nota in questi grafici un picco pronunciato per i deutoni; mentre quello dei protoni risulta depresso a causa delle discriminazioni introdotte.

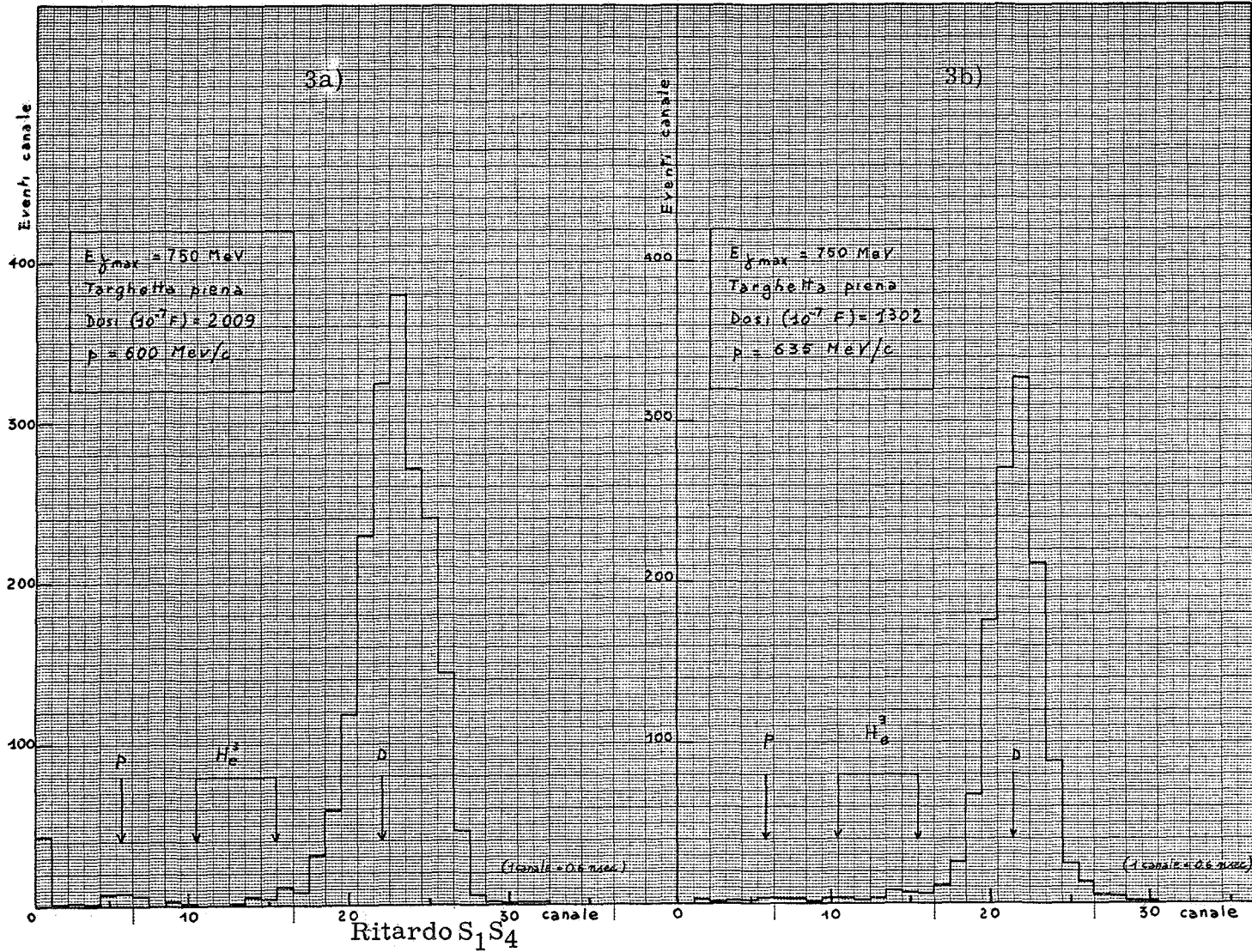


FIG. 3 - Alcuni esempi di distribuzione degli eventi in funzione del ritardo fra i contatori  $S_1$  ed  $S_4$ . Sono indicate le posizioni attese per i protoni, deutoni ed  $He^3$ .

6.

In Fig. 3 sono inoltre riportate le posizioni attese per i deutoni, protoni ed eventuali  $\text{He}^3$ . Nei calcoli che seguono sono stati assunti come  $\text{He}^3$  gli eventi contenuti entro  $\pm 1.5$  ns ( $\pm 2.5$  canali Laben) intorno al valore atteso, per il ritardo di queste particelle.

Con gli stessi criteri descritti sopra sono stati misurati i fondi da cella vuota ed i contributi a cella piena dovuti a gamma con  $E_\gamma < 500$  MeV (misura con  $E_{\gamma\text{max}} = 500$  MeV).

2. - I risultati che si deducono dalle misure su descritte sono:

a) Procedendo nel modo indicato si ha che il contributo di  $\text{He}^3$  da gamma con  $550 \leq E_\gamma \leq 650$  MeV, risulta<sup>(x)</sup>:

$$n = (\text{numero eventi } \text{He}^3 \text{ per } 6 \cdot 10^9 \text{ q. e.}) = (0.6 \pm 1.6)$$

Un limite superiore corrispondente a 2 deviazioni standard (cioè  $n = 3.8$ ; 97.7% di confidenza) per la sezione d'urto differenziale è

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\theta_{\text{CM}} = 60^\circ} = 3 \times 10^{-32} \frac{\text{cm}^2}{\text{sterad}}$$

Questo risultato sembra escludere almeno per il canale in esame un contributo risonante. Naturalmente trattandosi di canali diversi il risultato non può considerarsi rilevante agli effetti di una decisione sulla attendibilità delle indicazioni ottenute negli altri esperimenti(1, 2).

b) Dalla contemporanea misura dei deutoni, prodotti a  $\theta_L = 40^\circ$  e  $p_d = 540 \div 730$  MeV/c, si ricavano le seguenti informazioni:

1) l'andamento del conteggio dei deutoni (a parità di quanti equivalenti) in funzioni di  $p_d$  (momento dei deutoni) e per  $E_{\gamma M} = 750$  MeV e 500 MeV, rispettivamente, è quello riportato in Fig. 4a.

Il rapporto fra i due suddetti contributi è riportato in Fig. 4b, in funzione di  $p_d$ .

2) Integrando i suddetti contributi sulla banda di  $p_d$  accettata si ottiene ( $E_S =$  Energia del  $\gamma$  alla soglia)

$$\frac{\text{contributo dovuto a } \gamma \text{ con } E_S < E_\gamma < 500 \text{ MeV}}{\text{contributo dovuto a } \gamma \text{ con } 500 < E_\gamma < 750 \text{ MeV}} = 0.92 \pm 0.23$$

---

(x) - Il 50% dell'errore indicato deriva dalla precisione con cui si è misurato il contributo per  $E_\gamma < 500$  MeV.

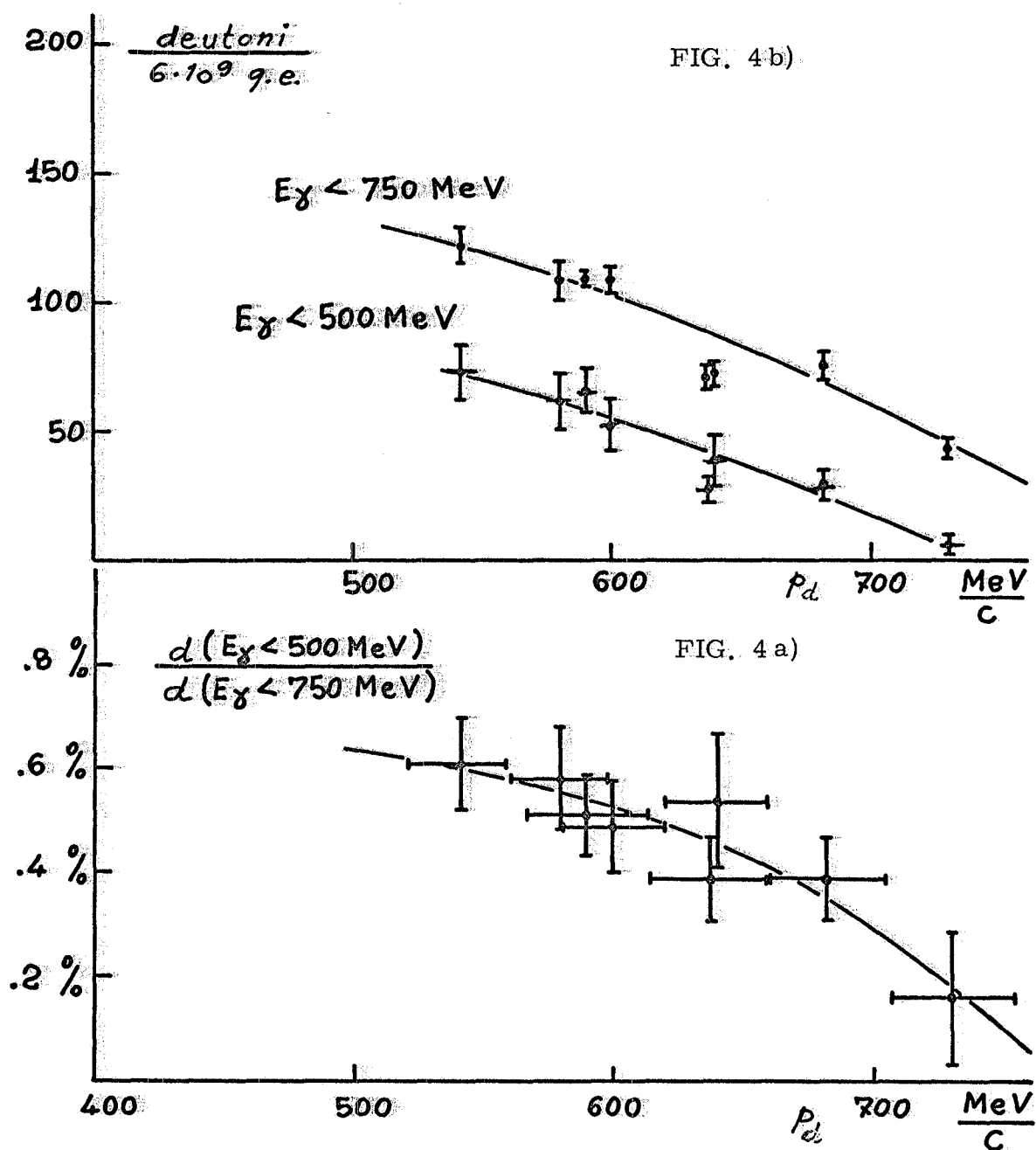


FIG. 4 - Andamento, in funzione del momento del deutone ( $p_d$ ), del conteggio dei deutoni prodotti a  $\theta_L = 40^\circ$  e con  $E_{\gamma \text{MAX}}$ , rispettivamente, eguale a 750 e 500 MeV (Fig. 4a). In Fig. 4b) è riportato, in funzione di  $p_d$ , il rapporto fra i due suddetti contributi.



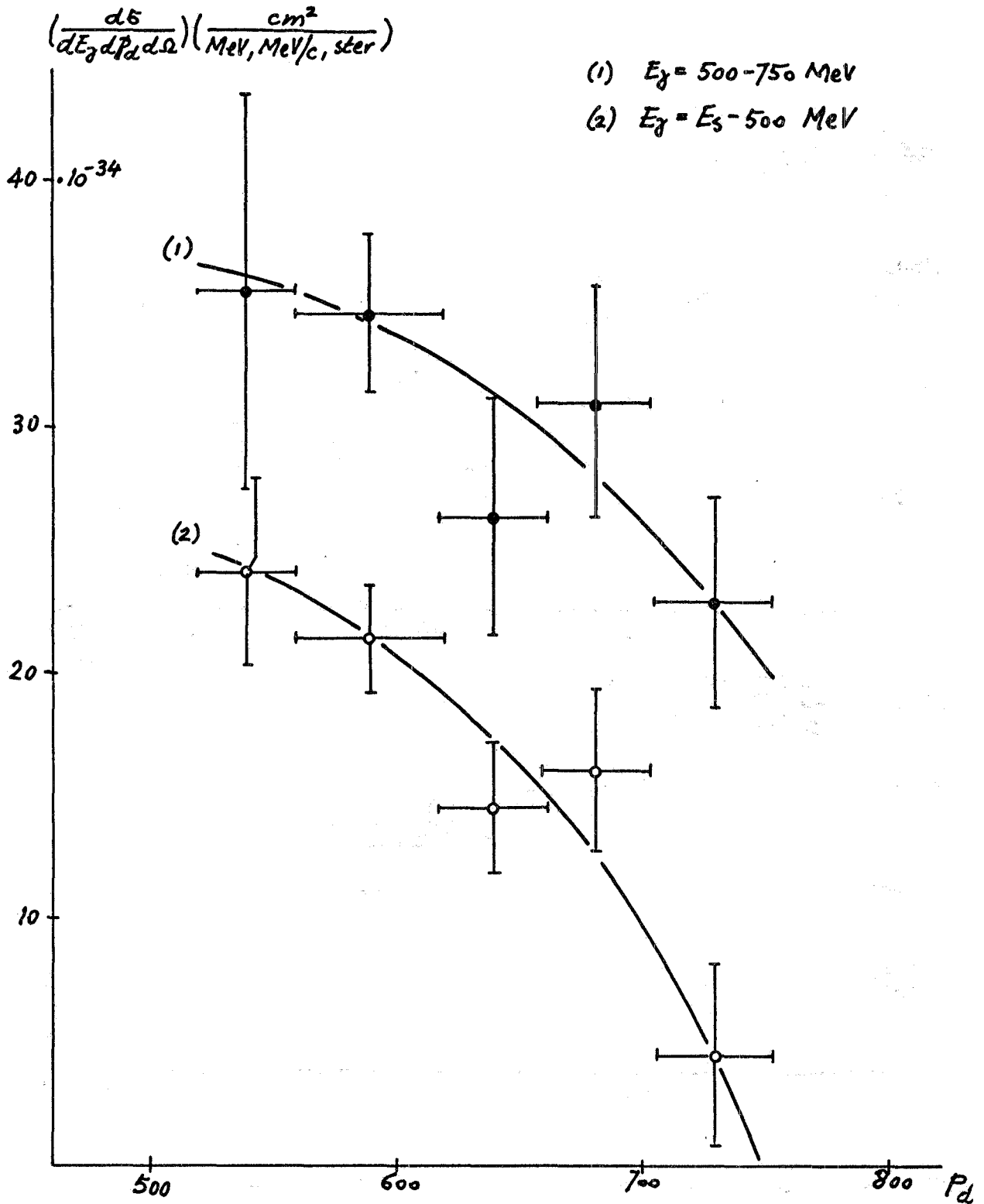


FIG.5 - Andamento, in funzione di  $p_d$ , delle sezioni d'urto differenziali (in  $E_\gamma$ ,  $p_d$  e per unità di angolo solido) per la produzione di deutoni da  $\text{He}^4$  ad un angolo (nel Lab)  $\theta_L = 40^\circ$ .

- 3) Dai conteggi su riportati sono state calcolate le sezioni d'urto differenziali  $(d\sigma/dE_\gamma dp_d d\Omega)_{LAB}$  riportate in Fig. 5. Nel calcolo di queste sezioni d'urto per  $dp_d$  e  $d\Omega$  sono stati presi i valori corrispondenti al canale magnetico usato. Nel caso della curva 2 in Fig. 5 l'intervallo efficace in  $E_\gamma$  è stato calcolato prendendo come  $E_\gamma$  di soglia ( $E_S$ ) quella corrispondente al processo di fotodisintegrazione in due corpi ( $He^4 \rightarrow 2d$ ).

#### BIBLIOGRAFIA -

- (1) - E. Allton, S. Ferroni, V.G. Gracco, B. Merkel and C. Schaerf, Nuovo Cimento 46, 407 (1966).  
 (2) - P.E. Argan, A. Piazza e G. Susinno, Misure preliminari sulla reazione  $\gamma + He^4 \rightarrow p + H^3$  per  $E_\gamma \approx 1000$  MeV. Comunicazione privata.  
 (3) - V. Montelatici, Nuclear Instr. and Methods 29, 121 (1964).  
 (4) - C. Dardini, G. Iaci, M. Lo Savio, R. Visentin, Nuclear Instr. and Methods 47, 233 (1967).