

LNF-71/28  
7 Giugno 1971

P. Spillantini e V. Valente: ANALISI DELLE MISURE DI  
SEZIONE D'URTO DI FOTOPRODUZIONE SINGOLA,  
Parte I:  $\pi^+$  DALLA SOGLIA A 500 MeV.

LNF-71/28  
7 Giugno 1971

P. Spillantini e V. Valente : ANALISI DELLE MISURE DI SEZIONE  
D'URTO DI FOTOPRODUZIONE SINGOLA. - Parte I:  $\pi^+$  DALLA  
SOGLIA A 500 MeV.

#### INTRODUZIONE. -

Il numero di esperimenti che, dal 1955, ha eseguito misure di sezione d'urto in processi di fotoproduzione di pioni è invero notevole. E' altresì vero che ad una prima occhiata o ad un confronto frettoloso e parziale fra gli innumerevoli punti sperimentali il quadro globale appare abbastanza incoerente: discrepanze anche larghissime separano, localmente, i punti fra di loro ed appare quanto meno arduo l'impostare su di essi un'analisi fenomenologica o un confronto con le correnti teorie.

E' opinione tuttavia degli autori di questa nota che un'approfondita analisi statistica di tutti i dati dia un panorama sufficientemente preciso dell'andamento delle sezioni d'urto, certamente più preciso di quanto possa darlo un solo esperimento, per quanto raffinato. Scopo di questa nota è pertanto la dimostrazione di questa affermazione e la presentazione della migliore informazione ottenibile dallo stato attuale degli esperimenti. Questa prima parte è dedicata all'analisi delle sezioni d'urto di fotoproduzione di  $\pi^+$  dalla soglia a  $E_\gamma = 500$  MeV.

#### 1. - FONTI SPERIMENTALI. -

I dati sperimentali utilizzati sono ricavati dalla raccolta HERA (CERN-HERA 70/1), la cui bibliografia è riprodotta alla fine di questa nota; il numero, di tre cifre, all'inizio della prima riga di ciascun lavoro è il numero di codice a cui si farà riferimento nel seguito. Tale raccolta è aggiornata fino al 1/1/1969, pertanto nel paragrafo 5 verrà fatto un confronto dei risultati della nostra analisi con gli esperimenti successivi a tale data.

2.

Sono stati presi in considerazione solo gli esperimenti in cui gli errori sistematici siano dati esplicitamente od esperimenti in cui tali errori possano facilmente essere valutati: sia per confronto di somiglianze sperimentali (misure eseguite nello stesso anno, con lo stesso dispositivo e nello stesso laboratorio) sia con normalizzazione a risultati di altri esperimenti, attendibili, nelle stesse condizioni cinematiche. Per quanto riguarda i riferimenti 209, 213 (in cui vengono dati solo sezioni d'urto relative) la normalizzazione è stata preventivamente fatta da noi sui valori medi, nella stessa zona, degli altri esperimenti.

Ad ogni punto sperimentale è stato quindi associato il suo errore totale, definito come somma quadratica dell'errore statistico e dell'errore sistematico. Tale assunto ci è parso corretto per due ordini di motivi:

- a) gli errori sistematici dichiarati nei singoli esperimenti sono quasi sempre una combinazione (quadratica o lineare) di errori originati da cause diverse: quantometria, accettanze sperimentali, calibrazioni in energia dell'apparato, processi concorrenti, ecc., pertanto non è sempre giusto assimilare l'errore sistematico ad un errore di scala;
- b) il numero degli esperimenti è sufficientemente grande da poter ritenere che in un procedimento di "fitting" gli errori sistematici si medino, ossia che l'errore sistematico dell'insieme di tutti i punti sia prossimo a zero.

## 2. - PROCEDURA DI FIT. -

### 2.1. - I° passo. -

Il numero totale di punti è stato suddiviso fra 40 intervalli di energia del gamma incidente; la Fig. 1 da indicativamente il numero di punti disponibili in funzione dell'energia. La larghezza di tali intervalli varia, a seconda delle zone, da  $\pm 1$  MeV a  $\pm 5$  MeV, tranne che a  $E_\gamma = 500$  MeV dove è di  $\pm 10$  MeV.

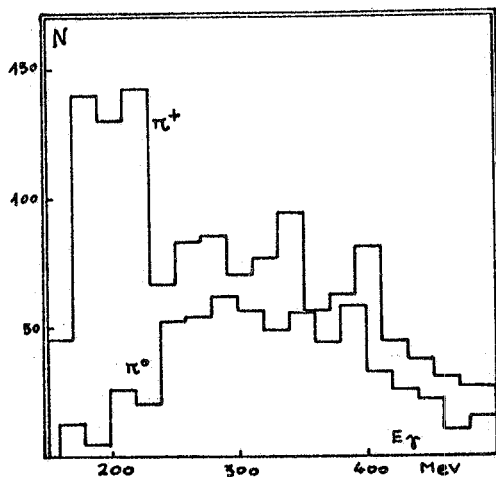


FIG. 1

Ad ogni energia è stato calcolato, col metodo dei minimi quadrati, il miglior fit con l'espressione analitica (Moravcsik, Phys. Rev. 104 (1956)):

$$(1) \quad (1 - \beta \cos \theta^*)^2 \frac{d\sigma}{d\Omega} = \sum_{i=1}^n A_i \cos^i \theta^*$$

$\beta$  = velocità del pione,  $\theta^*$  = angolo nel c. m.

Il fit è stato calcolato sia con i soli punti sperimentali, sia aggiungendo ad essi il valore del residuo al polo del canale t nel punto  $\cos \theta^* = 1/\beta$ ; tale residuo è calcolato dall'espressione:

$$(2) \quad R = (ef)^2 \left(\frac{M_p}{W}\right)^2 \frac{q^2}{K^4} (1 - \beta^2)$$

$W$  = energia totale,  $M_p$  = massa del protone,  $k, q$  = momenti del  $\gamma$  e del  $\pi$  nel sistema del c. m.,  $e = 1/137$ ,  $(2M_p f)^2 = g_\gamma^2 / 4\pi = 14.7$  (costante di accoppiamento  $\pi N$ ).

La scelta del miglior grado è stata fatta in base ai criteri seguenti:

- a) il confronto fra i valori della probabilità di  $\chi^2$  e, ove possibile, risultato del "test di Fisher" (F-test); notiamo che in genere non è possibile decidere chiaramente l'ordine del polinomio dall'andamento di  $\chi^2$  in funzione di  $n$ ;
- b) estrapolazione dell'espressione (1) a  $\cos \theta^* = 1$  e  $\cos \theta^* = 1/\beta$  allorchè nel calcolo del fit non è incluso il valore del residuo. Il valore di queste estrapolazioni, infatti, dipende molto sensibilmente dal grado del polinomio, talchè il passare da un  $N$  pari ad un  $N$  dispari porta talvolta a valori negativi della sezione d'urto a 0 gradi e/o della costante di accoppiamento.

Il tentativo di valutare dal fit il valore della costante di accoppiamento non dà risultati attendibili a causa di errori troppo grandi.

In Tabella I diamo un riassunto dei risultati.

Notiamo che i valori assoluti della probabilità di  $\chi^2$  non sono molto significativi, poichè l'inclusione degli errori sistematici ha talvolta portato a sopravvalutare gli errori sui punti; i valori della probabilità hanno pertanto solo significato in sede di confronto.

Nell'ultima colonna della Tabella è indicato il numero di punti il cui scarto ( $\xi$ ) dal fit, misurato in unità di errore dal punto, supera il valore fissato dalla funzione di probabilità  $P(\xi) = 0.1/\nu$ ,  $\nu$  = gradi di libertà.

Ovviamente il procedimento di fit è stato ripetuto dopo aver eliminato tali punti.

4.

Dal procedimento descritto si sono ricavati : i valori dei coefficienti  $A_i$  ed i loro errori  $\Delta A_i$ , Tabella II, le matrici di correlazione fra gli errori e, dall'integrazione di (1); la sezione d'urto totale, Tabella III.

#### 2. 2. - II<sup>o</sup> passo. -

Confrontando tra loro i risultati del I<sup>o</sup> passo sono stati eliminati dal prosieguo dell'analisi quelle distribuzioni angolari che presentano le seguenti caratteristiche :

- a) la probabilità di  $\chi^2$  è inferiore all'1 %;
- b) la sezione d'urto totale dista più di 3 volte il proprio errore dall'interpolazione grafica dei punti adiacenti ;
- c) più di due coefficienti  $A_i$  distano più di 3 volte il proprio errore dall'interpolazione grafica dei punti adiacenti.

Rientrano in questi criteri le distribuzioni angolari ad  $E_\gamma = 235, 390, 430, 440, 473$  MeV. Per le rimanenti distribuzioni angolari abbiamo calcolato l'andamento della sezione d'urto a partire dai coefficienti  $A_i$  con il relativo errore. Abbiamo quindi analizzato l'andamento della sezione d'urto ad angolo fisso in funzione di  $E_\gamma$ .

Allo scopo di evitare qualsiasi ipotesi sulla espressione analitica di tale andamento, abbiamo fatto, per ogni angolo, una serie di fit parziali, a zone di energia, con curve polinomiali ; tale procedimento ha dato buoni risultati in quanto, tranne una ristretta zona intorno al picco relativo alla risonanza, l'andamento della sezione d'urto è, con buona approssimazione, parabolico. Il raccordo fra le diverse zone è stato fatto graficamente. Il procedimento è analogo ad un procedimento di "smoothing".

Gli angoli analizzati sono stati presi a passo costante di  $\cos \theta^*$  (precisamente ogni 0, 1, da  $\cos \theta^* = - 1$  a  $\cos \theta^* = + 1$ ).

E' bene rimarcare che gli andamenti in energia sono stati trattati indipendentemente uno dall'altro, senza tener conto dell'espressione analitica (1) che lega i punti alla stessa energia.

Anche qui i criteri per scartare i singoli punti sono analoghi a quelli adottati nel I<sup>o</sup> passo.

#### 2. 3. - III<sup>o</sup> passo. -

I valori di sezione d'urto ricavati dal II<sup>o</sup> passo sono stati di nuovo raggruppati ad energia fissa ed è stato ripetuto il procedimento di fit angolare del I<sup>o</sup> passo. Ogni distribuzione è stata perciò ora calcolata a partire dallo stesso numero di punti, 21.

Il procedimento di interpolazione in  $E_\gamma$  (II<sup>o</sup> passo) ci ha permesso di avere una distribuzione per qualunque energia.

Il risultato finale è rappresentato dai valori, in funzione di  $E_\gamma$ , dei coefficienti  $A_i$ , Tabella IV.

A partire dai coefficienti calcoliamo la sezione d'urto differenziale per ogni  $\theta^x$  e per ogni  $E_\gamma$  e la sezione d'urto totale (Tabelle V e VI e Fig. 2).

Un'attenzione particolare merita la valutazione dell'errore sulla sezione d'urto. Chiaramente l'iterazione delle operazioni di fit, in  $\cos \theta^x$  ed  $E_\gamma$  alternativamente, fa tendere a zero gli errori; poichè invece i procedimenti indipendenti sono in realtà solo due, abbiamo ritenuto giusto dare come errori finali della sezione d'urto quelli derivati dal II<sup>o</sup> passo.

Per lo stesso motivo non diamo gli errori sui coefficienti  $A_i$  della Tabella IV e sulla sezioni d'urto totale.

### 3. - CONFRONTO STATISTICO. -

Le sezioni d'urto risultanti dal procedimento di fit sono state confrontate con tutti i dati sperimentali di partenza; i risultati di tale confronto possono essere così riassunti:

- a) La probabilità di  $\chi^2$  di ogni distribuzione angolare resta mediamente dello stesso ordine di grandezza di quella del I<sup>o</sup> passo (confronta Tabelle I e VII). Notiamo che nel calcolo del  $\chi^2$  sono stati esclusi i punti che superano lo scarto massimo calcolato nello stesso modo che nel I<sup>o</sup> passo; il numero dei punti scartati è riportato nella III<sup>a</sup> colonna della Tabella VII. Il perdurare di probabilità di  $\chi^2$  molto basso, o il sensibile peggioramento di questo nel passare dal "best fit" del I<sup>o</sup> passo al fit finale, è dovuto, come si vedrà nel seguito, a pochi esperimenti nei quali non sembra del tutto corretta la valutazione degli errori.
- b) La distribuzione degli scarti delle singole misure rispetto ai valori calcolati, vedasi la Fig. 3, è con ottima approssimazione quella prevista in base al numero totale di punti.
- c) Lo scarto medio di ogni distribuzione angolare non mostra alcun andamento in funzione di  $E_\gamma$ , vedasi la Fig. 4, il che assicura che i metodi di interpolazione effettuati dipendono in maniera uniforme da tutti i punti sperimentali (l'analogo controllo per quanto riguarda l'andamento con  $\theta^x$  è insito nel procedimento del III<sup>o</sup> passo).

Notiamo che le sbarre riportate nella Fig. 3 non hanno il significato di errore, esse sono unicamente indicative in quanto la loro lunghezza è inversamente proporzionale al numero di punti sperimentali per ogni valore di  $E_\gamma$ .

Nella Tabella VIII diamo i risultati del confronto statistico per ogni esperimento. Come si vede hanno una probabilità di  $\chi^2$  inferiore al 5% i riferimenti 109, 203, 210, 401. Tale fatto può essere dovuto per i riferimenti 109 e 210 alla scarsa precisione degli esperimenti (ricordiamo che si tratta di lavori molto vecchi); per il 203 riteniamo debba ascrivere alla presenza di un errore sistematico (o di scala) non considerato, ciò sarebbe confermato anche dal valore dello scarto medio (deviazione dal fit misurato in unità di errore e mediato su tutti i punti) che risulta uguale a 0,99. Trascuriamo di analizzare il comportamento del 401 trattandosi di un solo punto. Abbiamo verificato l'influenza dei punti degli esperimenti citati escludendoli dal procedimento di fit, ma il risultato finale resta comunque immutato.

#### 4. - CONFRONTO CON ANALISI AD ENERGIE PIU' ALTE. -

Ad energie superiori ad  $E_\gamma = 550$  MeV l'insieme più completo di dati sperimentali è rappresentato dagli esperimenti eseguiti a Caltech (riferimenti 501 e 502).

Su questi dati è stata eseguita dagli stessi autori (rif. 502) un'analisi polinomiale. Le formule analitiche usate per i fits sono lievemente diverse da quelle riportate nel par. 2, anche se di principio equivalenti, e pertanto non è possibile un confronto immediato con i nostri risultati. A titolo indicativo riportiamo però in Fig. 5a, b, c i risultati delle due analisi per alcune sezioni d'urto: appare chiara la compatibilità fra i due andamenti, dal momento che entrambi possono facilmente e coerentemente estrapolarsi nella zona intermedia.

#### 5. - CONFRONTO CON GLI ESPERIMENTI NON INCLUSI NELL'ANALISI. -

Ulteriori dati sperimentali si sono resi disponibili negli ultimi due anni e non sono stati quindi inclusi nel procedimento descritto. In parte si tratta di esperimenti riguardanti ristrette zone cinematiche e di essi non ci occuperemo in questa nota. Confronteremo invece i risultati della nostra analisi con i dati sistematici dell'esperimento di riferimento 217.

Nella Fig. 6 sono riportate, con passo  $30^\circ$  nell'angolo nel c. m., gli andamenti con l'energia di punti sperimentali e le curve risultanti dall'analisi.

Come si vede l'accordo è buono per gli angoli minori di  $90^\circ$  per tutte le energie (tenendo evidentemente conto anche dell'errore sistematico dei punti sperimentali), mentre per gli angoli maggiori si nota un disaccordo sistematico a partire da  $E_\gamma \approx 320$  MeV. Tale disaccordo ha come risultato un apparente spostamento della curva della  $\sigma_{tot}$  verso le energie maggiori rispetto a quelle della Fig. 2F (vedasi anche la Fig. 3 di rif. 217). Questa discrepanza non è facilmente spiegabile e ci limiteremo alla citazione.

## BIBLIOGRAFIA HERA

- 201 ZEIT 186 1 BONN-65 GP =PI+ N RT 200- 430 26-170 GD11+3  
 2011 D.FREYTAG-W.J.SCHWILLE-R.J.WEDEMAYER=MEASUREMENT OF THE CROSS  
 2012 SECTIONS FOR THE PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS ON HYDROGEN  
 2013 IN THE REGION OF THE FIRST RESONANCE
- 202 ZEIT 175 1 BONN-63 GP =PI+ N RT 210- 430 26-170 GD11+3  
 2021 C.FREITAG-D.FREYTAG-K.LUBELSMEYER-W.PAUL=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE  
 2022 PIONS ON HYDROGEN BETWEEN 200 AND 400 MEV
- 203 ZEIT 175 19 BONN-63 GP =PI+ N M+C 200- 410 35-170 GD11+3  
 2031 K.ALTHOFF-H.FISCHER-W.PAUL=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS ON  
 2032 HYDROGEN BETWEEN 200 AND 450 MEV
- 204 ZEIT 175 34 BONN-63 GP =PI+ N M+C 200- 260 35- 55 GD11+3  
 2041 K.ALTHOFF=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS BETWEEN 200 AND 260 MEV  
 2042 AT FIXED MOMENTUM TRANSFER
- 205 PL 25B 372 MOSC-67 GP =PI+ N M+C 257- 321 90-180 GD11+3  
 2051 YU.M.ALEKSANDROV-V.F.GRUSHIN-E.M.LEIKIN=POSITIVE PION PHOTOPRODUCTION  
 2052 FROM HYDROGEN AT LARGE ANGLES IN THE REGION OF THE FIRST RESONANCE
- 206 JETP 26 344 MOSC-67 GP =PI+ N E 200- 210 21-167 GD11+3  
 2061 M.I.ADAMOVICH-V.G.LARIONOVA-R.A.LATYPOVA-A.I.LEBEDEV-S.P.KHARLAMOV  
 2062 F.R.YAGUDINA=INVESTIGATION OF THE ANGULAR DIPENDENCE OF THE CROSS  
 2063 SECTION FOR PHOTOPRODUCTION OF CHARGED PIONS ON NUCLEONS
- 207 JETP 22 39 MOSC-66 GP =PI+ N M+C 230- 230 0-180 GD11+3  
 2071 YU.M.ALEKSANDROV-V.F.GRUSHIN-V.A.ZAPEVALON-E.M.LEIKIN=PHOTOPRODUCTION  
 2072 OF PIPLUS MESONS FROM PROTONS AT 230 MEV AND DETERMINATION OF GAMMA-  
 2073 PI-RO COUPLING CONSTANT
- 208 PR 114 605 UCRL-63 GP =PI+ N M+C 260- 260 0-160 GD11+3  
 2081 E.A.KNAPP-R.W.KENNEY-V.PEREZ MENDEZ=ANGULAR DISTRIBUTION OF  
 2082 PHOTOPIONS FROM HYDROGEN
- 209 PR 113 1330 STAN-58 GP =PI+ N M+C 220- 390 7- 27 GD11+9  
 2091 A.J.LAZARUS-W.K.H.PANOFKY-F.R.TANGHERLINI=PHOTOPRODUCTION OF  
 2092 POSITIVE PIONS IN HYDROGEN IN THE RANGE 7-27 DEGREES AND 220-390 MEV
- 210 PR 99 220 CALT-55 GP =PI+ N CT 230- 470 31-165 GD11+2  
 2101 A.V.TOLLESTRUP-J.C.KECK-R.V.WORLOCK=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS  
 2102 IN HYDROGEN-COUNTER TELESCOPE METHOD
- 211 PR 142 957 STAN-65 GP =PI+ N M+C 227- 353 33-138 GD11+3  
 2111 R.A.ALVAREZ=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS FROM HYDROGEN AT  
 2112 ENERGIES NEAR THE FIRST RESONANCE
- 212 PR 99 210 CALT-55 GP =PI+ N M+C 200- 470 12-180 GD11+2  
 2121 R.L.WALKER-J.G.TEASDALE-V.Z.PETERSON-J.I.VETTE=PHOTOPRODUCTION OF  
 2122 POSITIVE PIONS IN HYDROGEN - MAGNETIC SPECTROMETER METHOD
- 213 PR 109 158 ILLI-57 GP =PI+ N M+C 225- 225 10- 90 GD11+3  
 2131 J.H.MALMBERG-C.S.ROBINSON=SMALL ANGLE PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE  
 2132 PIONS FROM HYDROGEN
- 214 PR 136 B201 MIT-64 GP =PI+ N MSC 275- 275 92-132 GD11+3  
 2141 D.GARELICK-G.COPERSTEIN=PHOTOPRODUCTION OF CHARGED MESONS FROM FREE  
 2142 NUCLEONS FOR BOMBARDING GAMMA-RAY ENERGIES NEAR 275 MEV
- 216 PRL 1 12 UCRL-58 GP =PI+ N CT 260- 290 0-160 GD11+2  
 2161 J.L.URETSKY-R.W.KENNEY-E.A.KNAPP-V.PEREZ MENDEZ=PHOTOPRODUCTION OF  
 2162 POSITIVE PIONS FROM PROTONS
- 301 PL 25B 489 ORSA-67 GP =PI+ N M+C 300- 608 0- 38 GD11+3  
 3011 J.C.BIZOT-J.P.PEREZ Y JORBA-D.TREILLE=PHOTOPRODUCTION OF PIPLUS  
 3012 AT 0 DEGREE AND FORWARD ANGLES
- 302 PL 24B 590 ORSA-67 GP =PI+ N M+C 305- 750 30-130 GD11+3  
 3021 C.BETOURNE-J.C.BIZOT-J-PEREZ Y JORBA-D.TREILLE=PHOTOPRODUCTION  
 3022 OF POSITIVE PIONS FROM HYDROGEN BETWEEN 300 AND 750 MEV



8.

303 PR 110 1211 CORN-58 GP =PI+ N M+C 280- 940 42-141 GD11+2  
3031 M.HEINBERG-W.M.MC CLELLAND-F.TURKOT-W.M.WOODWARD-R.R.WILSON-D.M.ZIPOY  
3032 =PHOTOPRODUCTION OF PIPLUS MESONS FROM HYDROGEN

304 PR 172 1343 ORSA-68 GP =PI+ N M+C 300- 750 0-130 GD11+3  
3041 C.BETOURNE-J.C.BIZOT-J.PEREZ Y JORBA-D.TREILLE=POSITIVE PION PHOTO  
3042 PRODUCTION FROM HYDROGEN FOR INCIDENT PHOTON ENERGY 300-750 MEV

401 PH.D.THESIS CALT-60 GP =PI+ N M+C 450- 1000 20-164 GD11+3  
4011 F.P.DIXON=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS FROM HYDROGEN IN THE  
4012 600 TO 1000 MEV REGION (PH.D.THESIS)

402 NC 54A 468 FRAS-66 GP =PI+ N M+C 450- 930 30- 90 GD11+3  
4021 M.BENEVENTANO-L.PAOLUZI-F.SEBASTIANI-M.SEVERI-M.GRILLI=SINGLE POSITI  
4022 VE PION PHOTOPRODUCTION ON HYDROGEN IN THE ENERGY RANGE 500-800 MEV

501 PR 155 1488 CALT-67 GP =PI+ N M+C 508- 1350 48-168 GD11+3  
5011 H.A.THIESSEN = PIPLUS PHOTOPRODUCTION FROM HYDROGEN

502 PR 155 1195 CALT-67 GP =PI+ N M+C 589- 1269 6- 90 GD11+3  
5021 S.D.ECKLUND-R.L.WALKER=PIPLUS PHOTOPRODUCTION FROM HYDROGEN

503 NC 28 1464 FRAS-63 GP =PI+ N M+C 550- 900 0- 90 GD11+3  
5031 M.BENEVENTANO-R.FINZI-L.MEZZETTI-L.PAOLUZI-S.TAZZARI=SMALL ANGLE  
5032 PHOTOPRODUCTION OF SINGLE POSITIVE PIONS ON HYDROGEN AT ENERGIES  
5033 AROUND THE SECOND RESONANCE

504 PRL 6 229 STAN-61 GP =PI+ N M+C 505- 835 140-180 GD11+2  
5041 L.HAND-C.SCHAERF=PION PHOTOPRODUCTION AT BACKWARD ANGLES NEAR THE  
5042 SECOND NUCLEON-PION RESONANCE

505 NC 17 274 FRAS-60 GP =PI+ N M+C 575- 900 15- 90 GD11+1  
5051 M.BENEVENTANO-G.FINOCCHIARO-R.FINZI-L.MEZZETTI-L.PAOLUZI-C.SCHAERF=  
5052 FORWARD ANGLE PHOTOPRODUCTION OF SINGLE PIPLUS ON HYDROGEN

601 PRL 1 458 CALT-60 GP =PI+ N M+C 600- 1000 20-164 GD11+3  
6011 F.P.DIXON-R.L.WALKER=PHOTOPRODUCTION OF SINGLE POSITIVE PIONS FROM  
6012 HYDROGEN IN THE 600 TO 1000 MEV REGION

602 NC 44 504 STAN-66 GP =PI+ N M+C 600- 840 180-180 GD11+3  
6021 C.SCHAERF=POSITIVE-PION PHOTOPRODUCTION AT 180 DEGREES NEAR THE  
6022 SECOND NUCLEON-PION RESONANCE

701 PH.D.THESIS CALT-61 GP =PI+ N M+C 700- 1025 5- 90 GD11+3  
7011 J.H.BOYDEN=PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS FROM HYDROGEN AT  
7012 SMALL ANGLES AT ENERGIES 700 TO 1025 MEV (PH.D. THESIS)

702 PRL 1 458 CALT-60 GP =PI+ N M+C 700- 900 20-164 GD11+1  
7021 F.P.DIXON-R.L.WALKER=PHOTOPRODUCTION OF SINGLE POSITIVE PIONS FROM  
7022 HYDROGEN IN THE 600 TO 1000 MEV REGION

801 PRL 21 1019 MIT-68 GP =PI+ N M+C 890- 3300 137-170 GD11+4  
8011 R.A.ALVAREZ-G.COOPERSTEIN-K.KALATA-R.C.LANZA-D.LUCKEY=PHOTOPRODUCTION  
8012 OF POSITIVE PIONS AT BACKWARD ANGLES IN THE 1-3 GEV ENERGY RANGE

1101 PH.D.THESIS CALT-62 GP =PI+ N M+C 1100- 1390 5-165 GD11+3  
11011 J.R.KILNER=THE PHOTOPRODUCTION OF POSITIVE PIONS FROM HYDROGEN AT  
11012 ENERGIES OF 1.1 TO 1.4 GEV (PH.D.THESIS)

1201 PRL 19 1027 DESY-66 GP =PI+ N M+C 1200- 3290 15- 50 GD11+3  
12011 G.BUSCHHORN-J.CARROL-R.D.EANDI-P.HEIDE-R.HUBNER-W.KERN-U.KOTZ-P.  
12012 SCHMUSER-J.SKRONN=PHOTOPRODUCTION OF SINGLE POSITIVE PIONS BETWEEN  
12013 1.2 AND 3 GEV

1202 PRL 18 571 DESY-67 GP =PI+ N M+C 1230- 2860 2- 15 GD11+3  
12021 G.BUSCHHORN-J.CARROL-R.D.EANDI-P.HEIDE-R.HUBNER-W.KERN-U.KOTZ-P.  
12022 SCHMUSER-H.J.SKRONN=PIPLUS PHOTOPRODUCTION BETWEEN 1.2 AND 3 GEV AT  
12023 VERY SMALL ANGLES

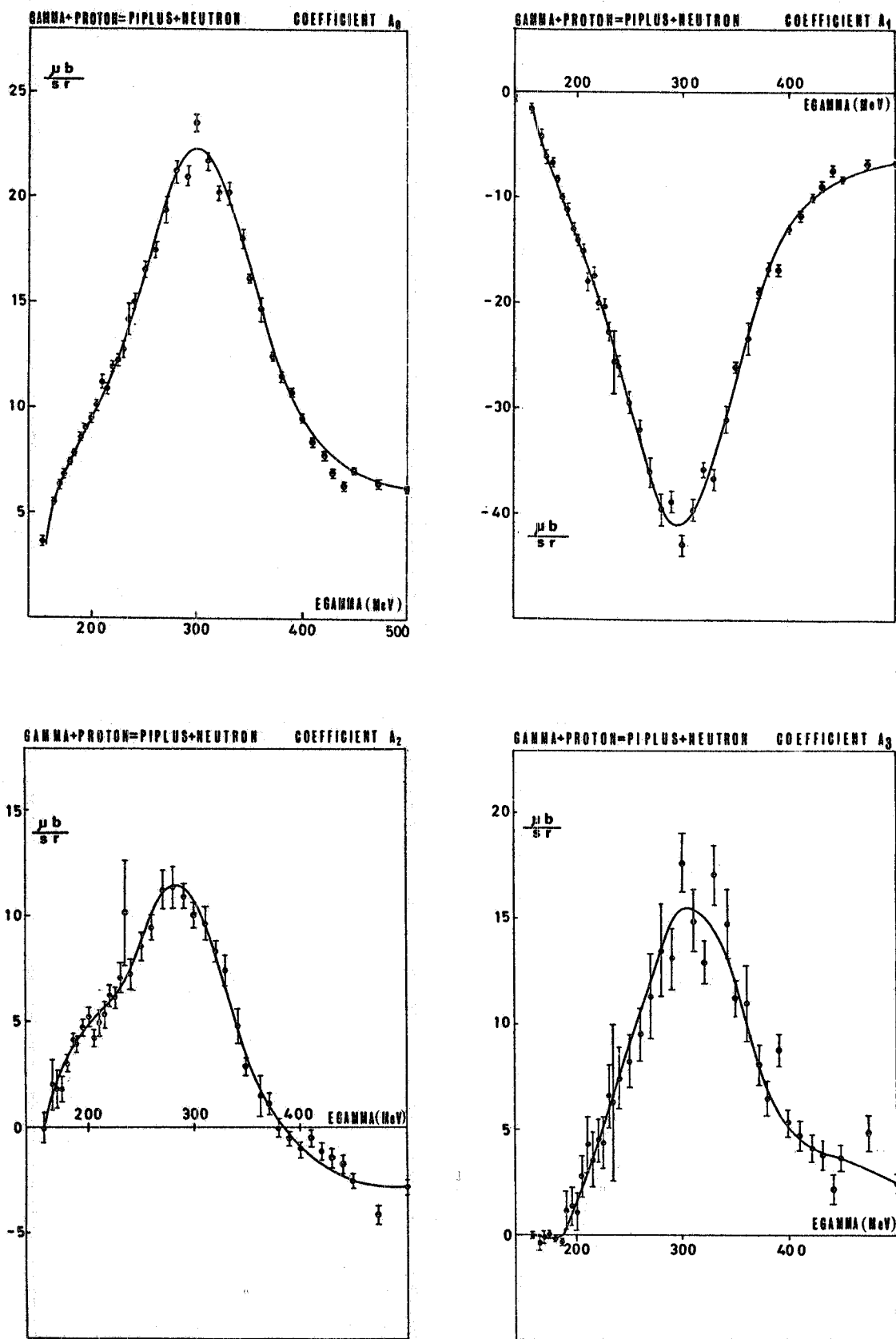


FIG. 2

10.

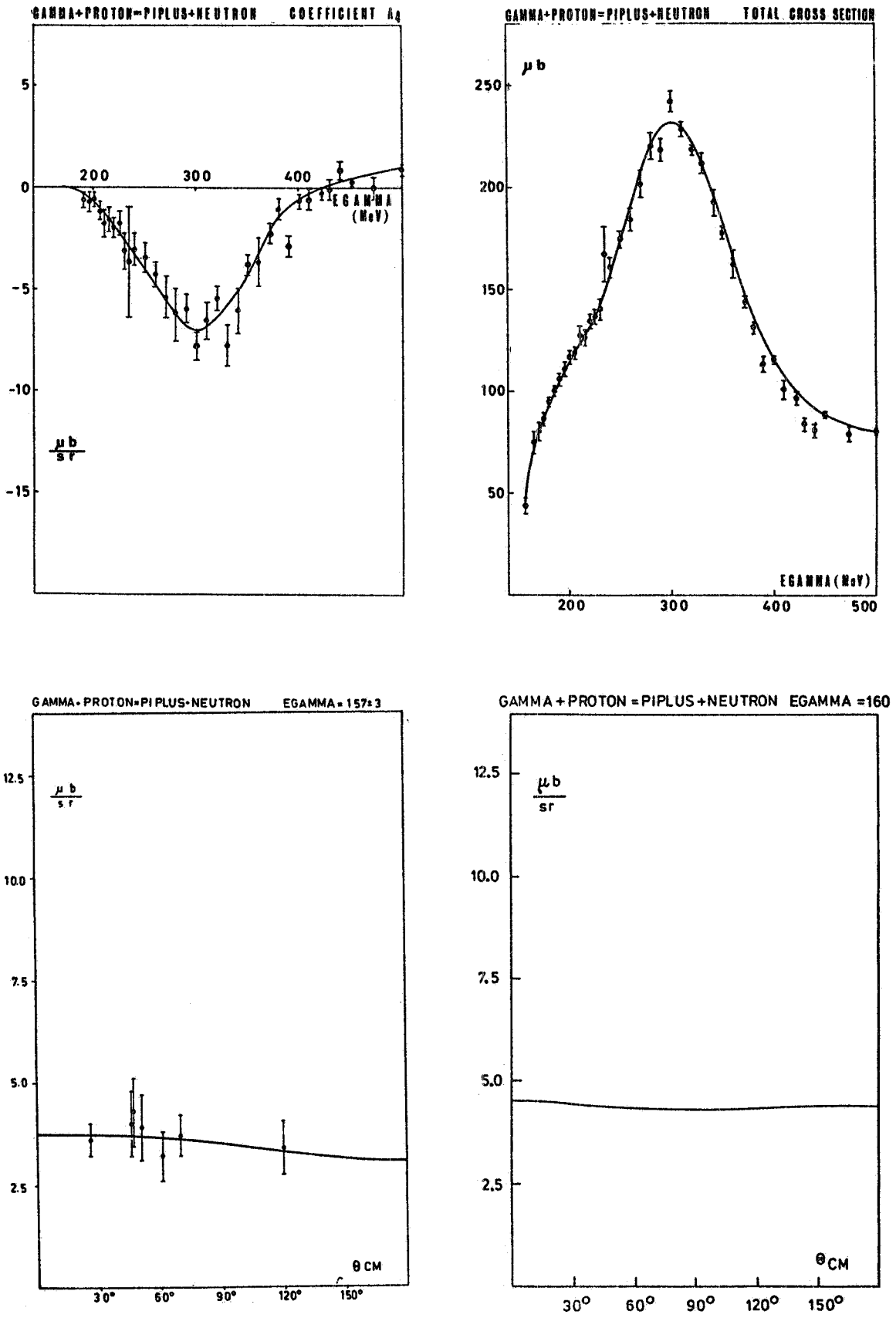


FIG. 2

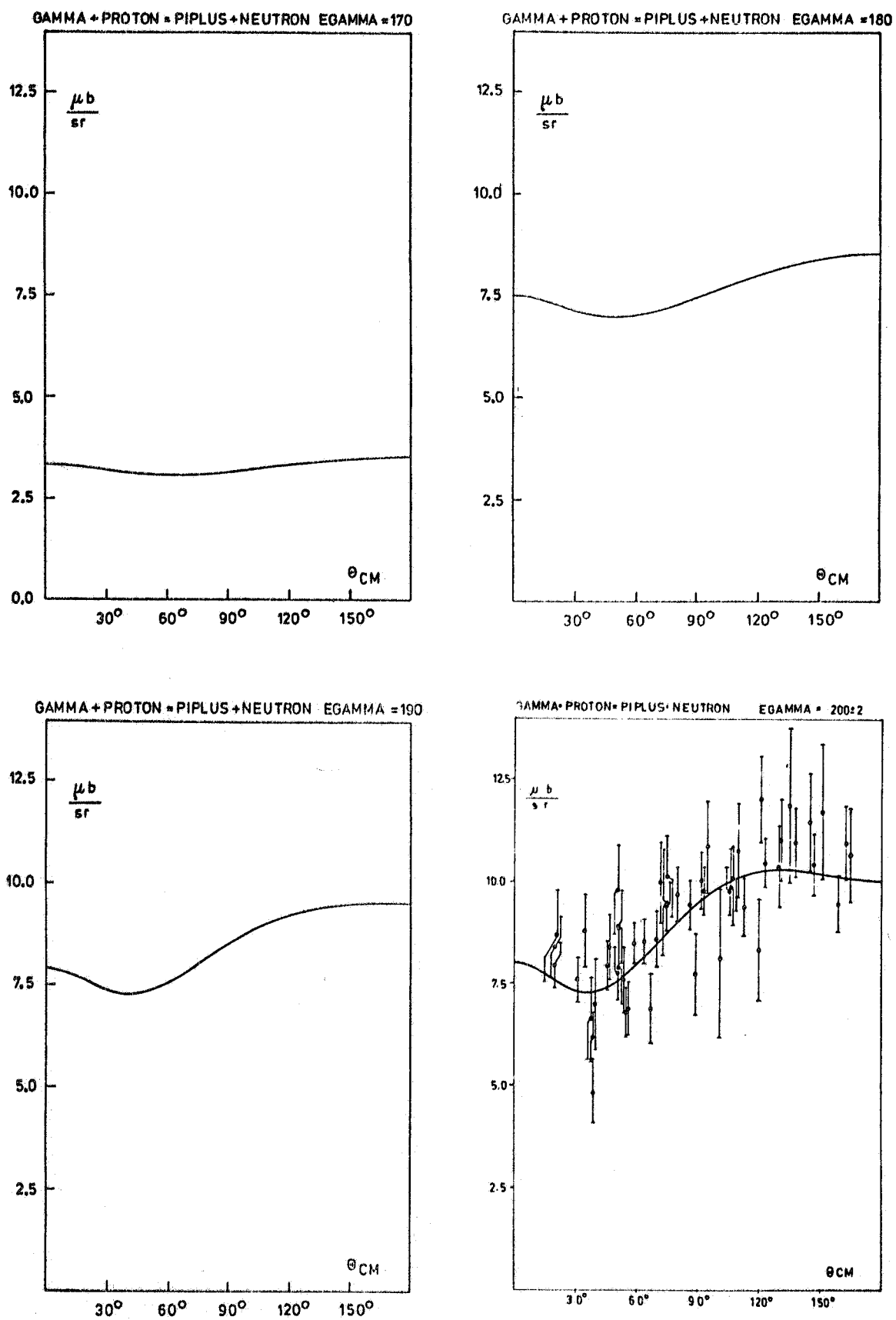
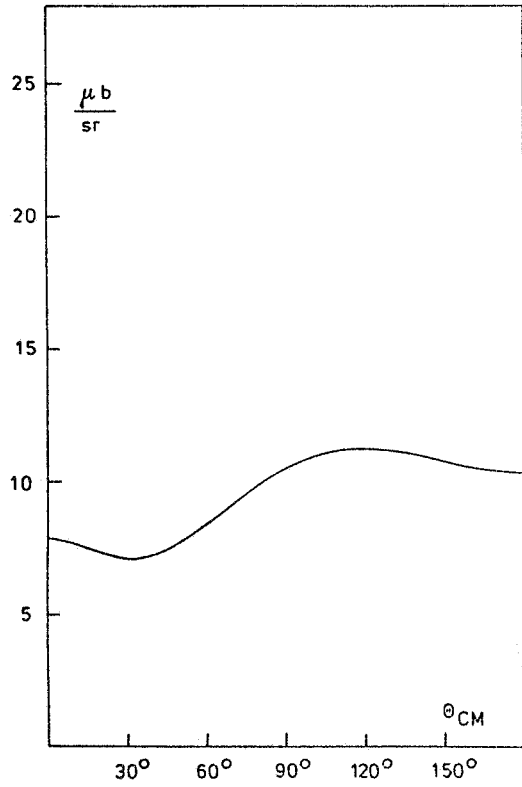


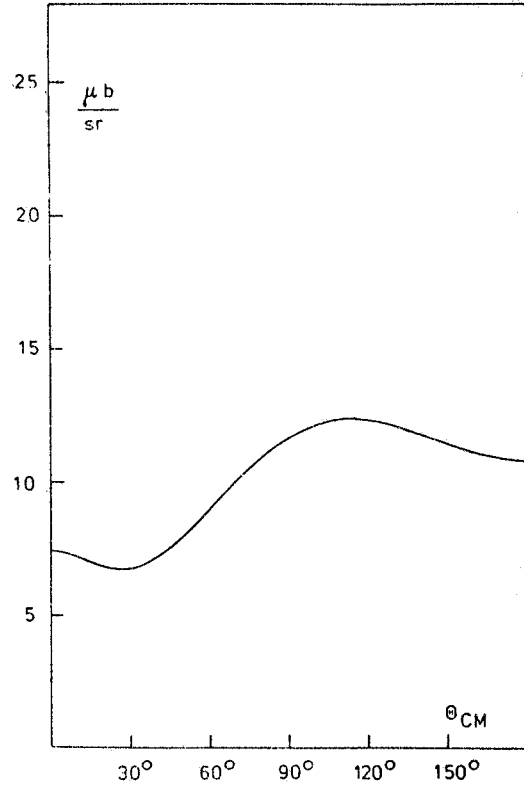
FIG. 2

12.

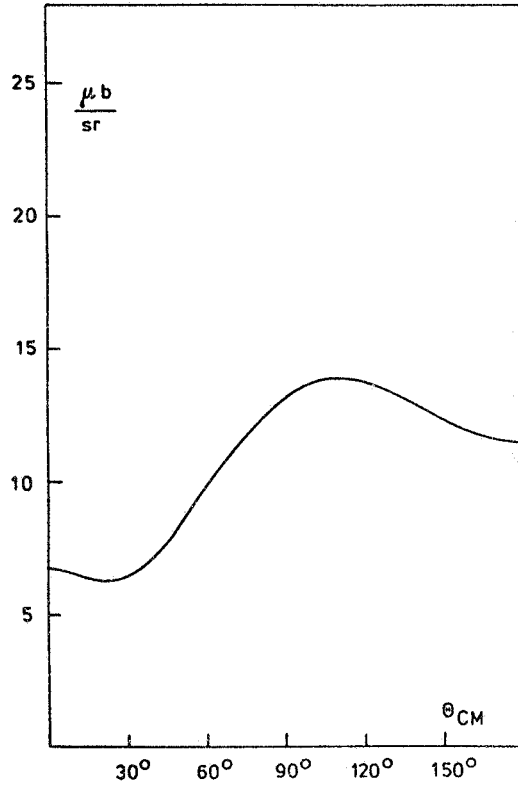
GAMMA + PROTON = PIPLUS+NEUTRON EGAMMA = 210



GAMMA + PROTON = PIPLUS+NEUTRON EGAMMA = 220



GAMMA + PROTON = PIPLUS+NEUTRON EGAMMA = 230



GAMMA + PROTON = PIPLUS+NEUTRON EGAMMA = 240

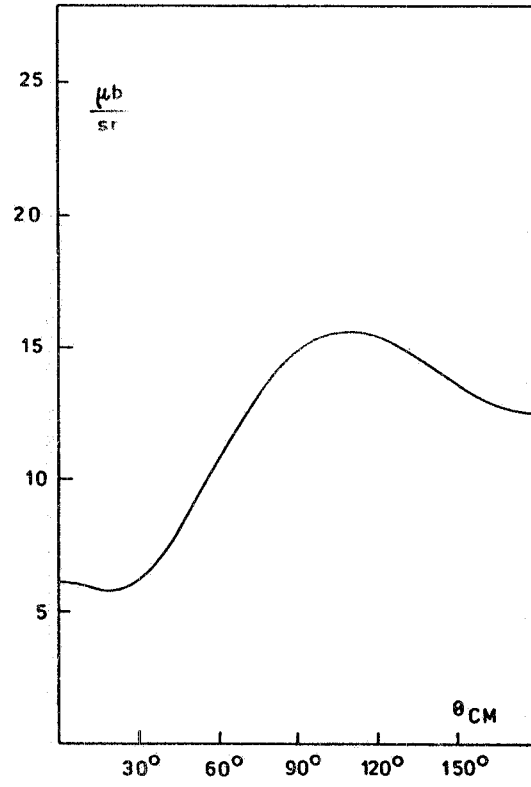


FIG. 2

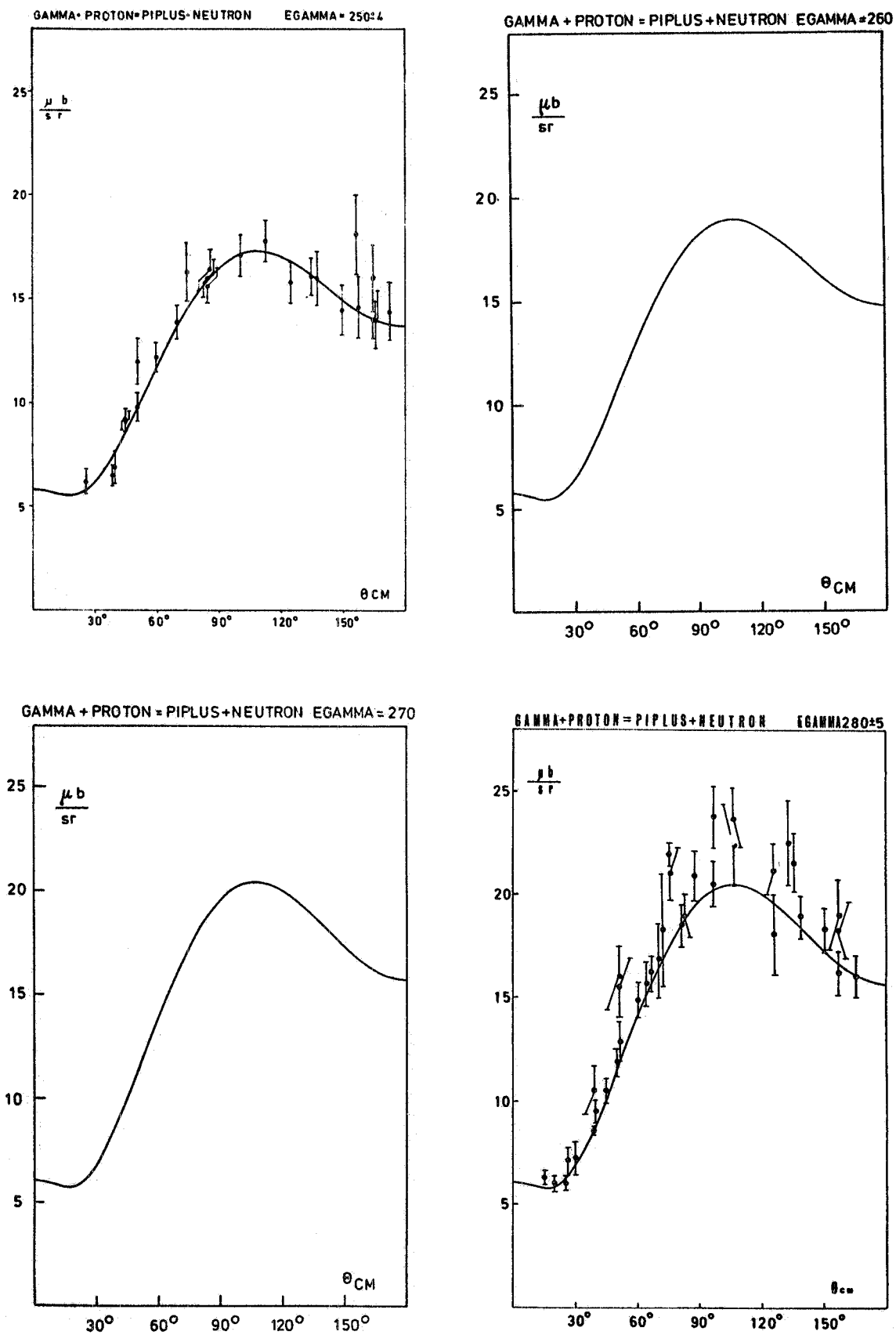


FIG. 2

14.

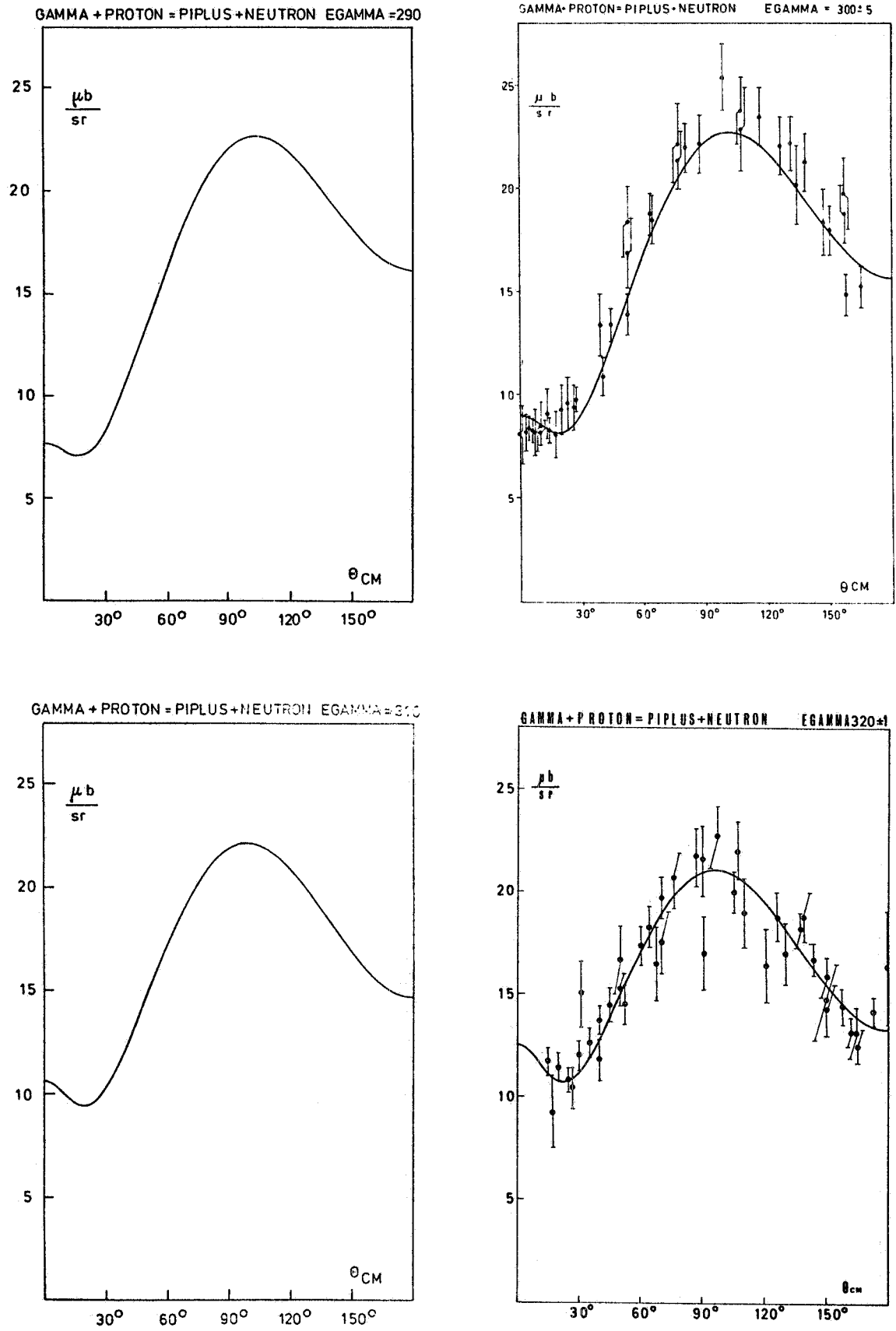


FIG. 2

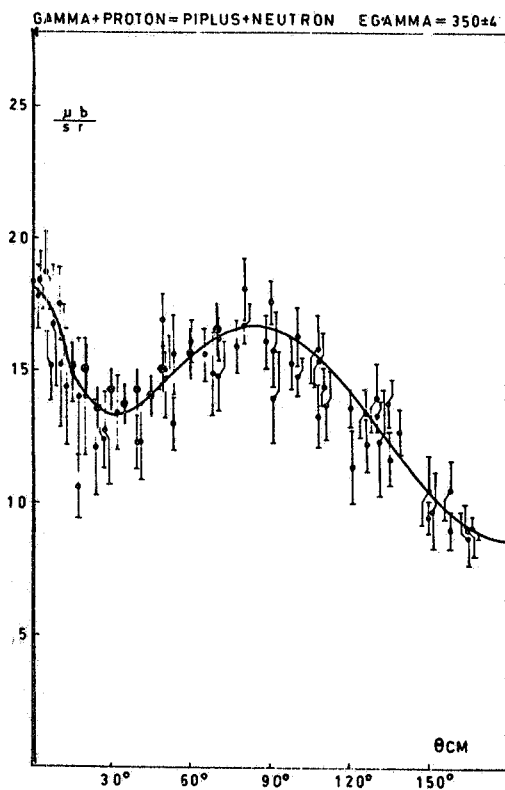
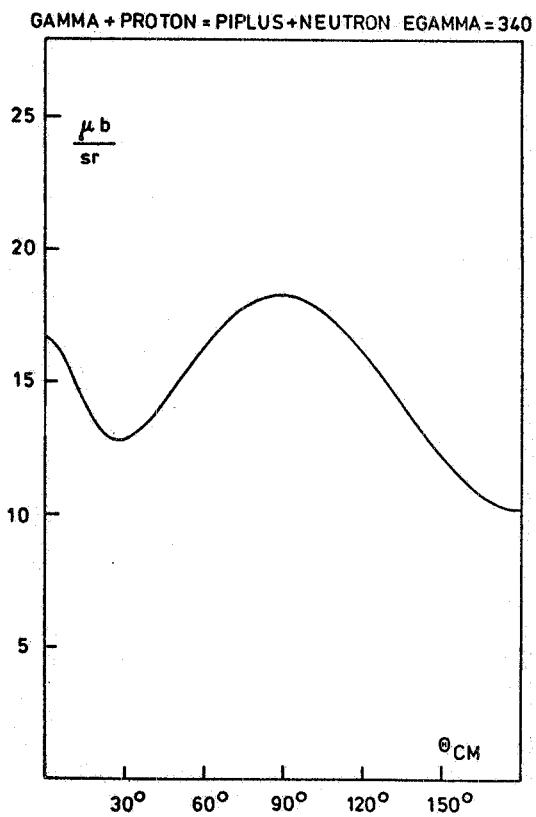
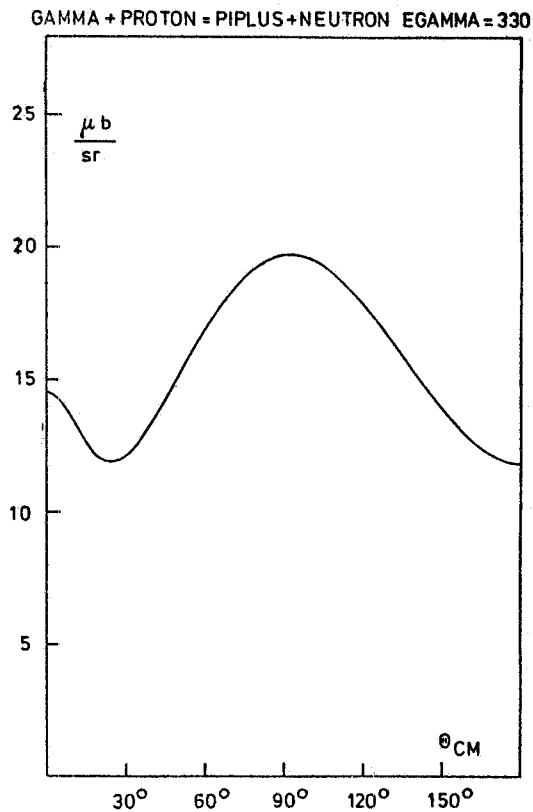
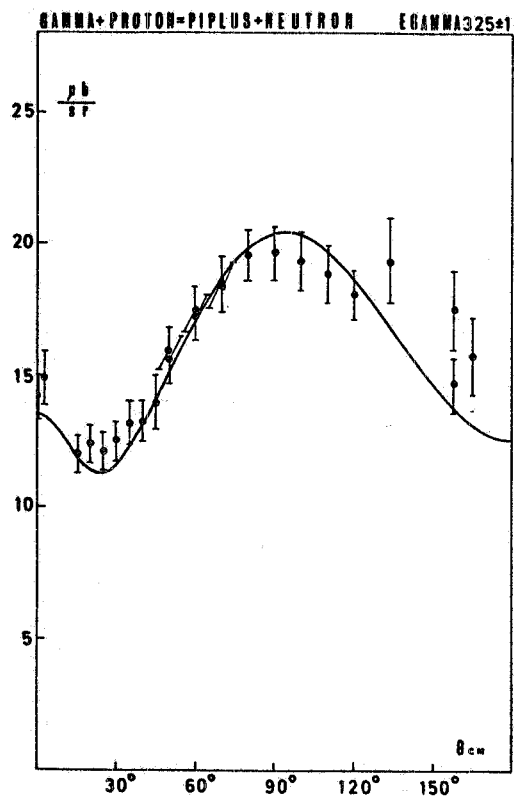


FIG. 2



16.

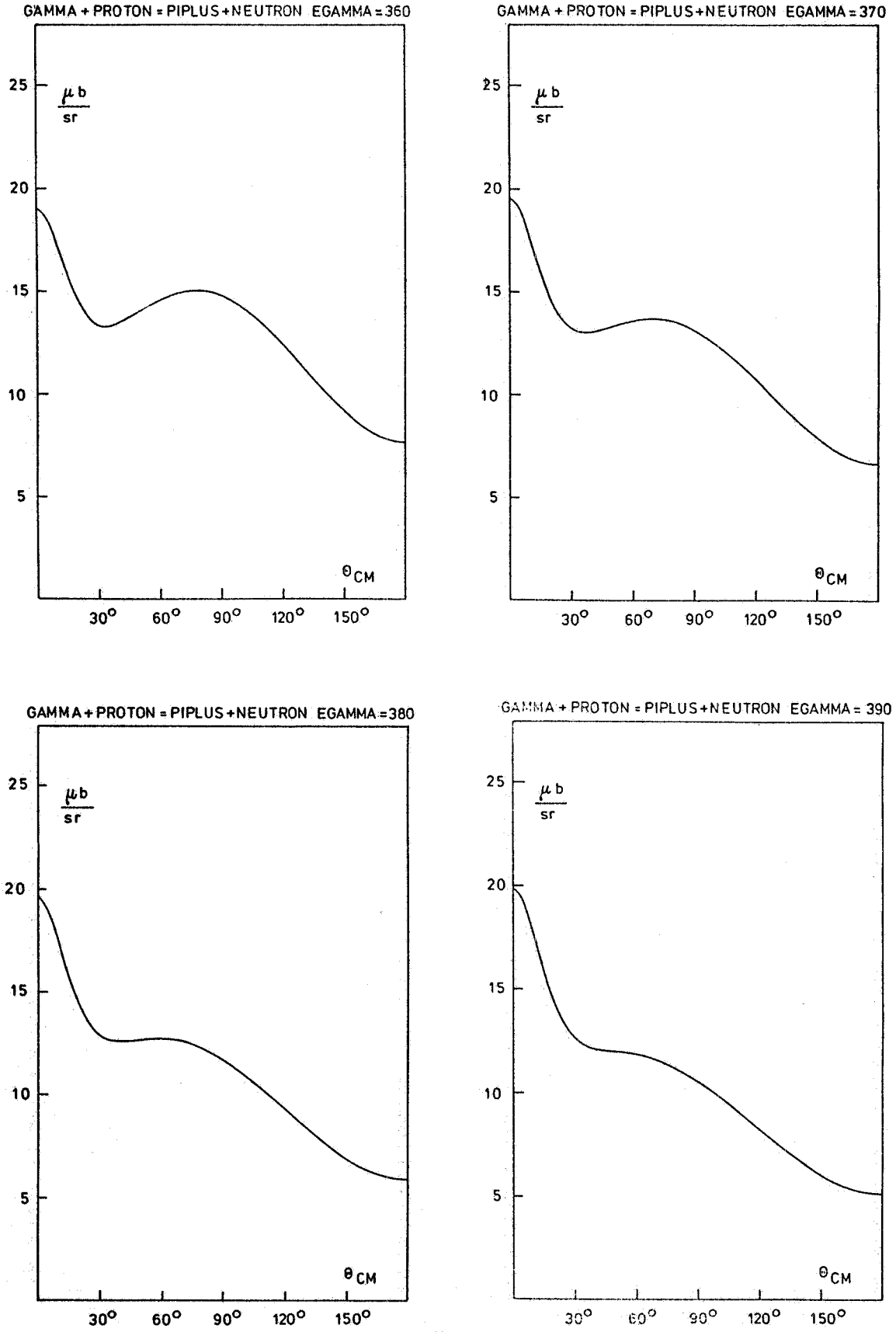


FIG. 2

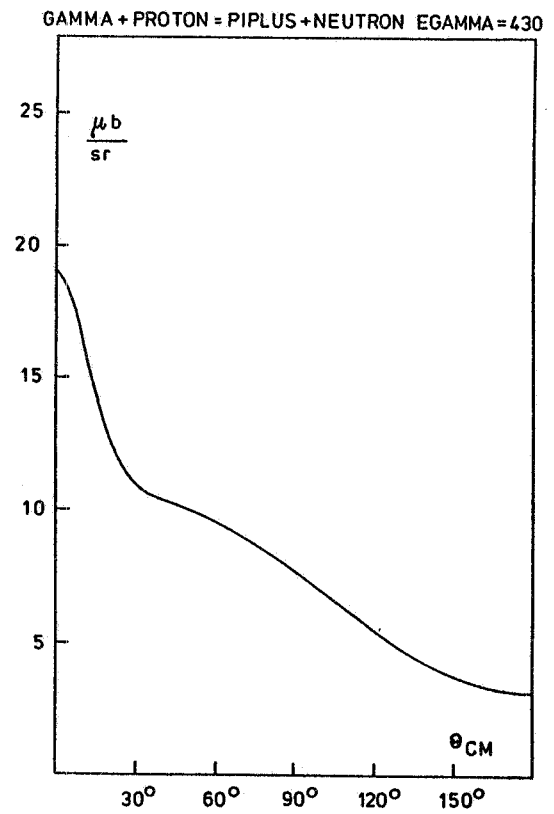
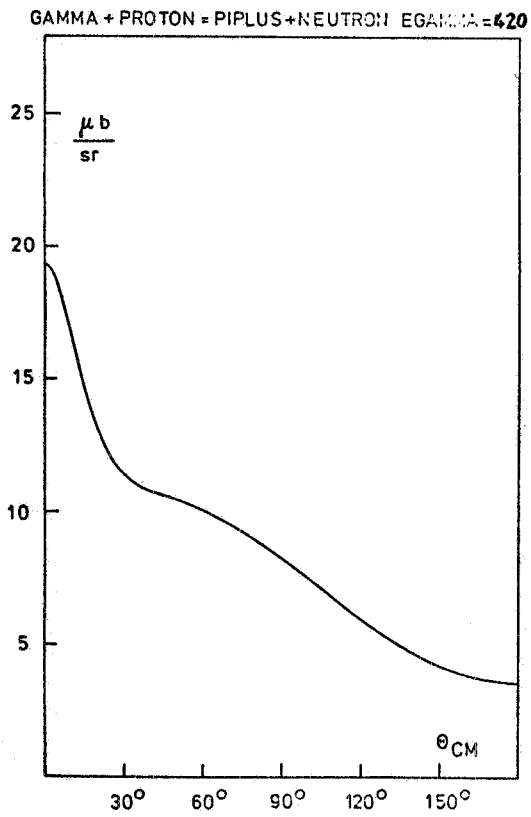
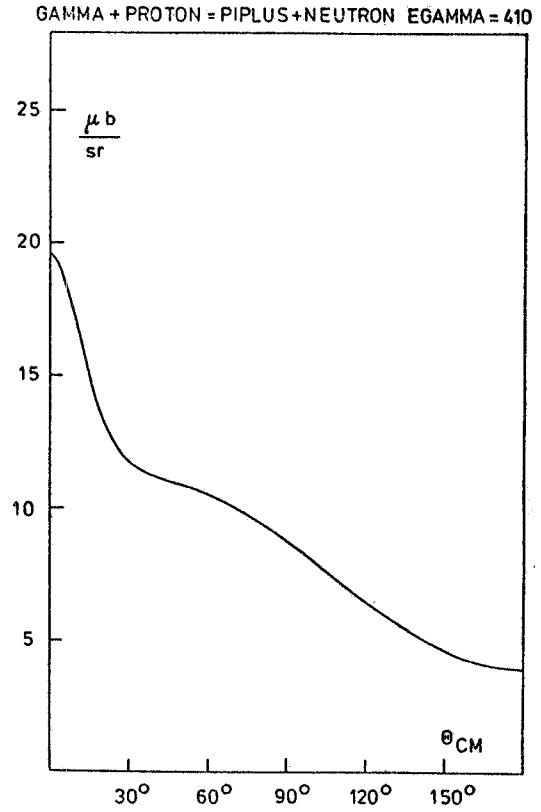
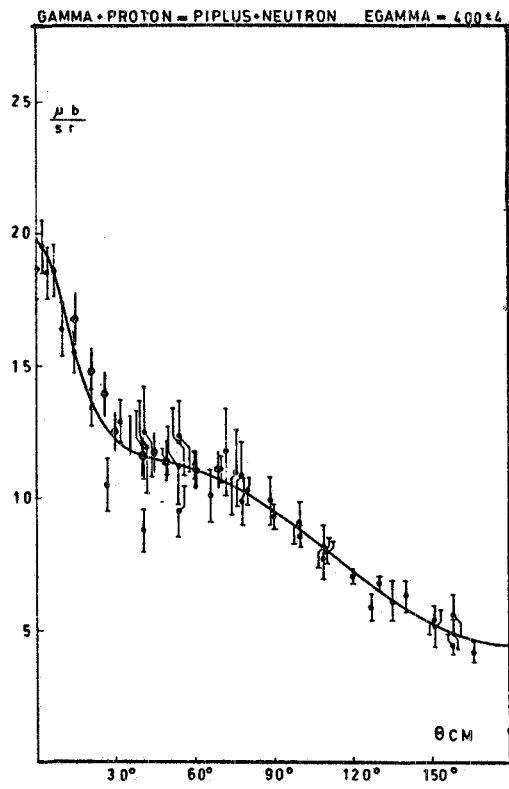
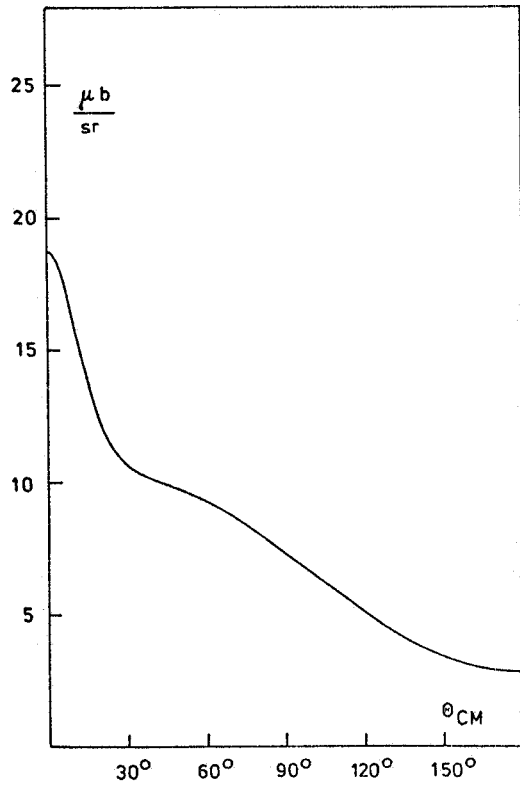


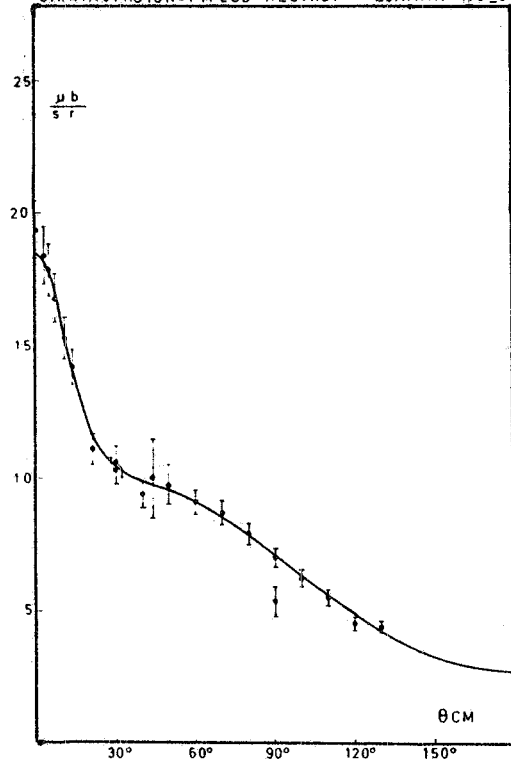
FIG. 2

18.

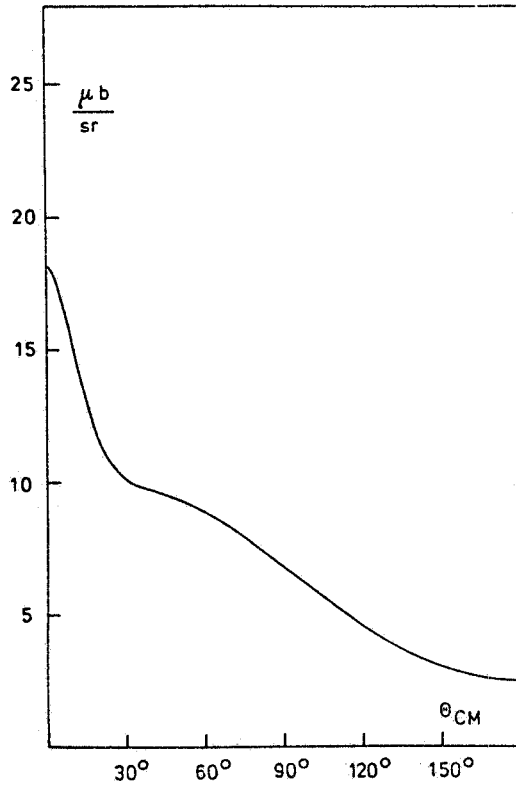
GAMMA + PROTON = PIPLUS + NEUTRON EGAMMA = 440



GAMMA + PROTON = PIPLUS + NEUTRON EGAMMA = 450 ± 3



GAMMA + PROTON = PIPLUS + NEUTRON EGAMMA = 460



GAMMA + PROTON = PIPLUS + NEUTRON EGAMMA = 470

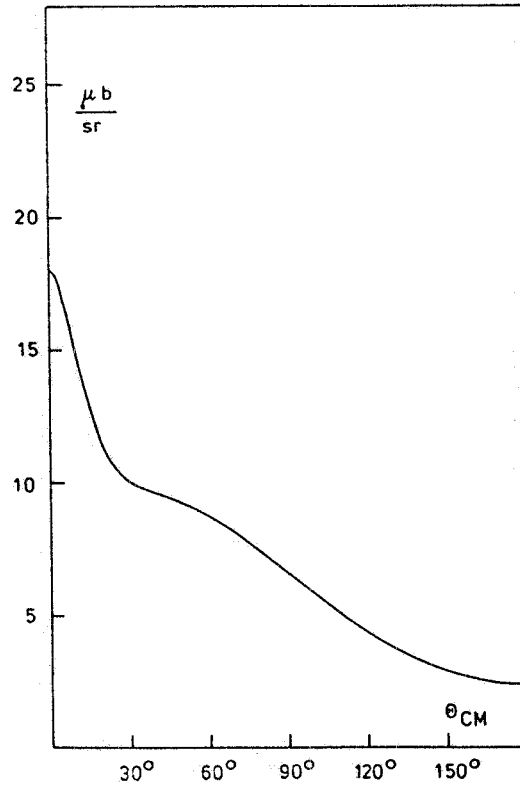


FIG. 2

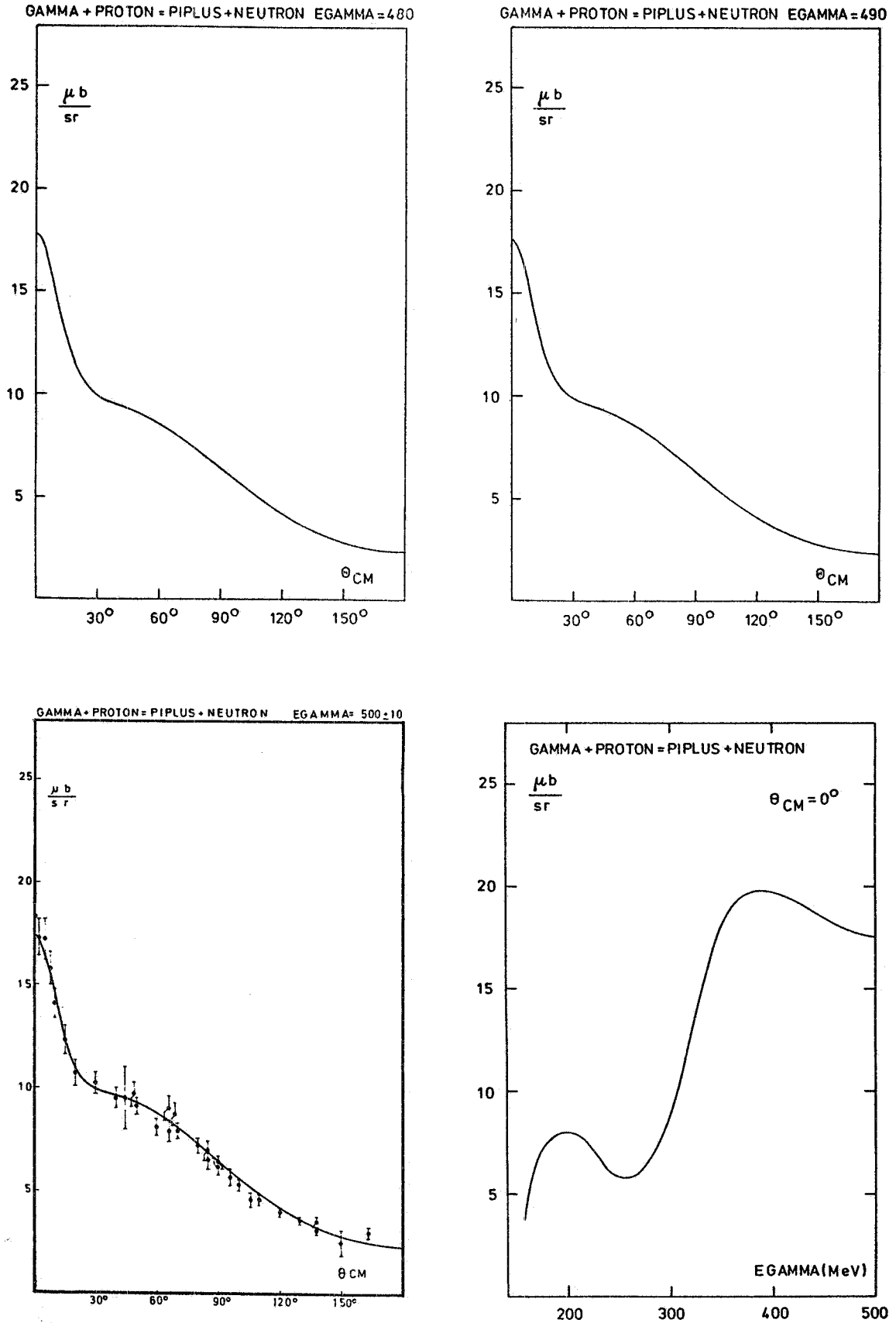


FIG. 2

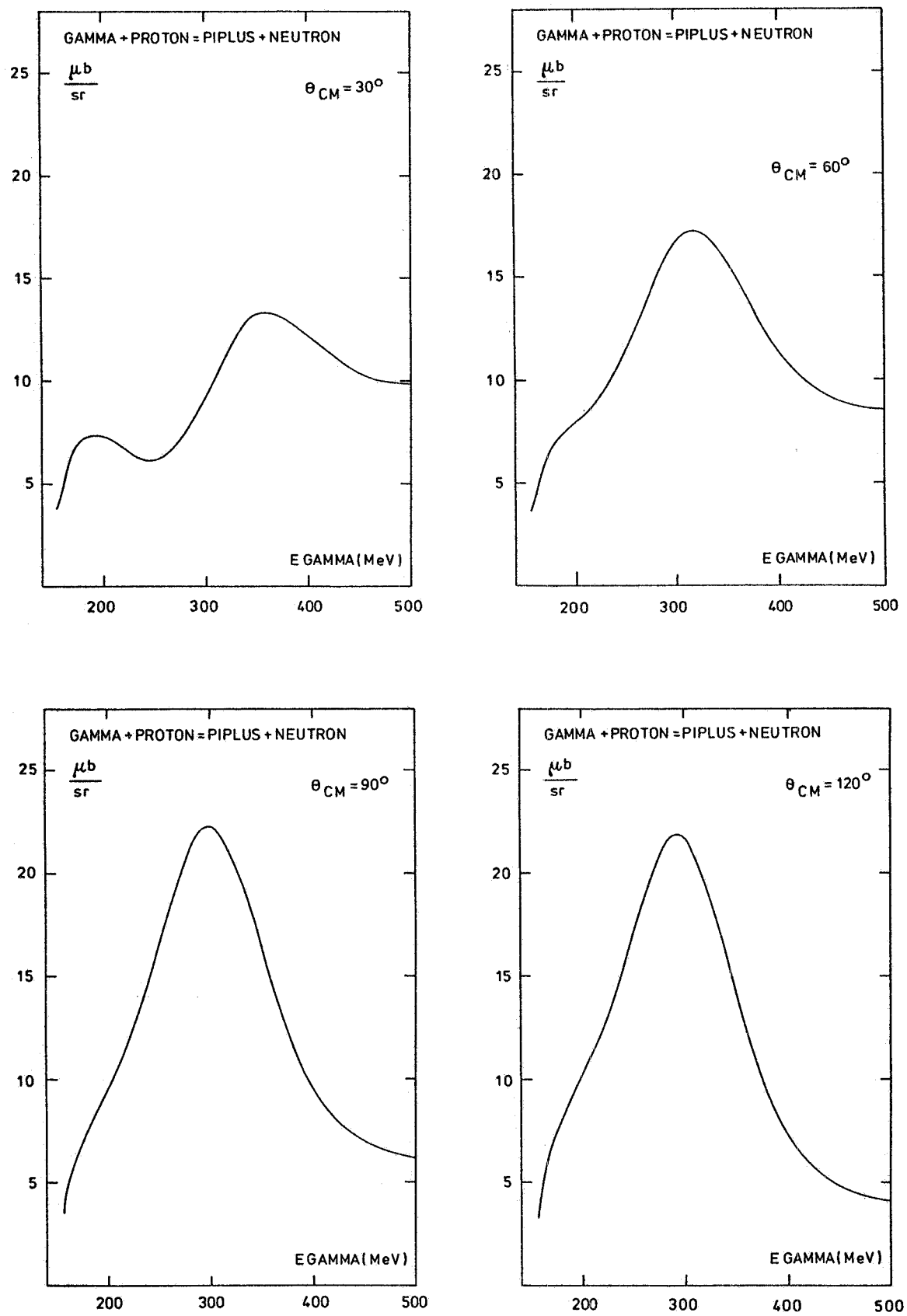


FIG. 2

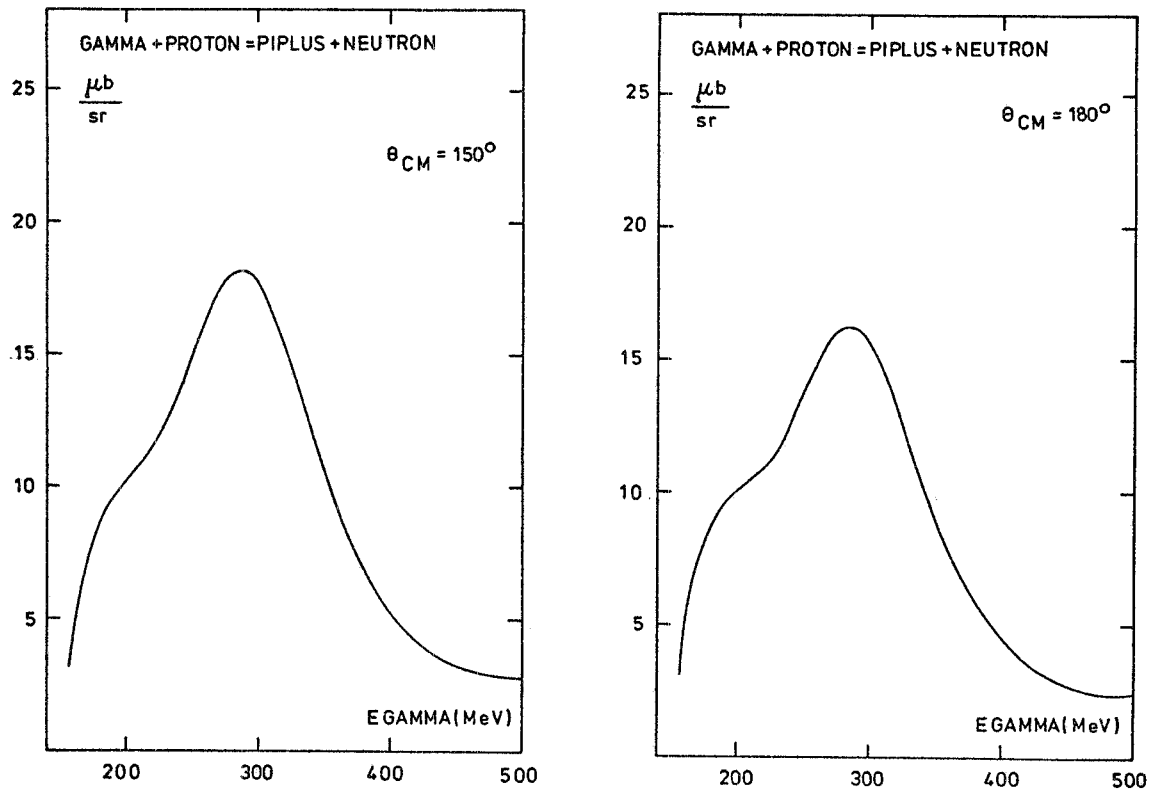


FIG. 2

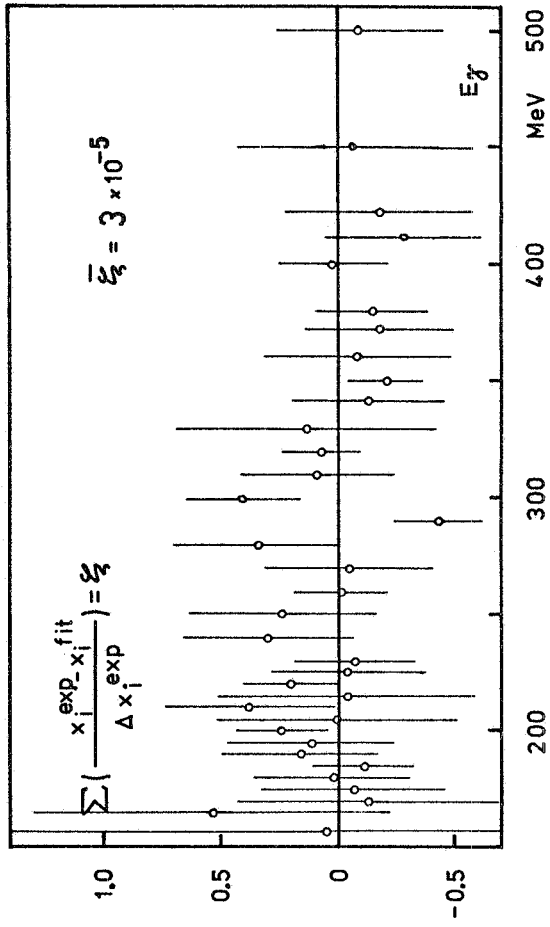


FIG. 4

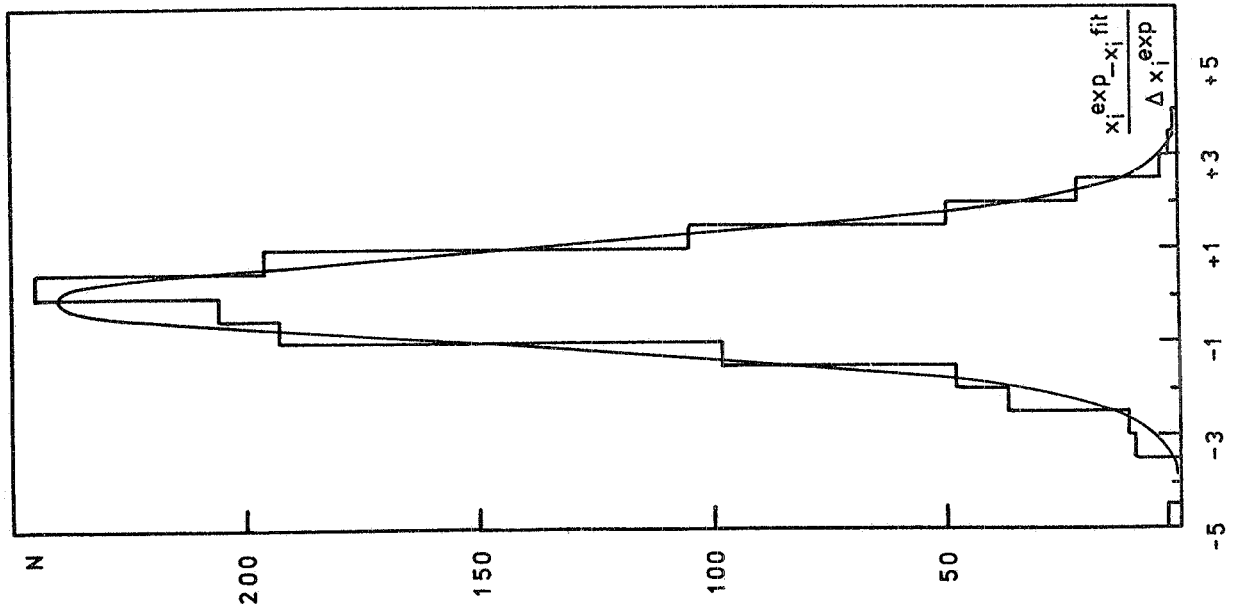


FIG. 3

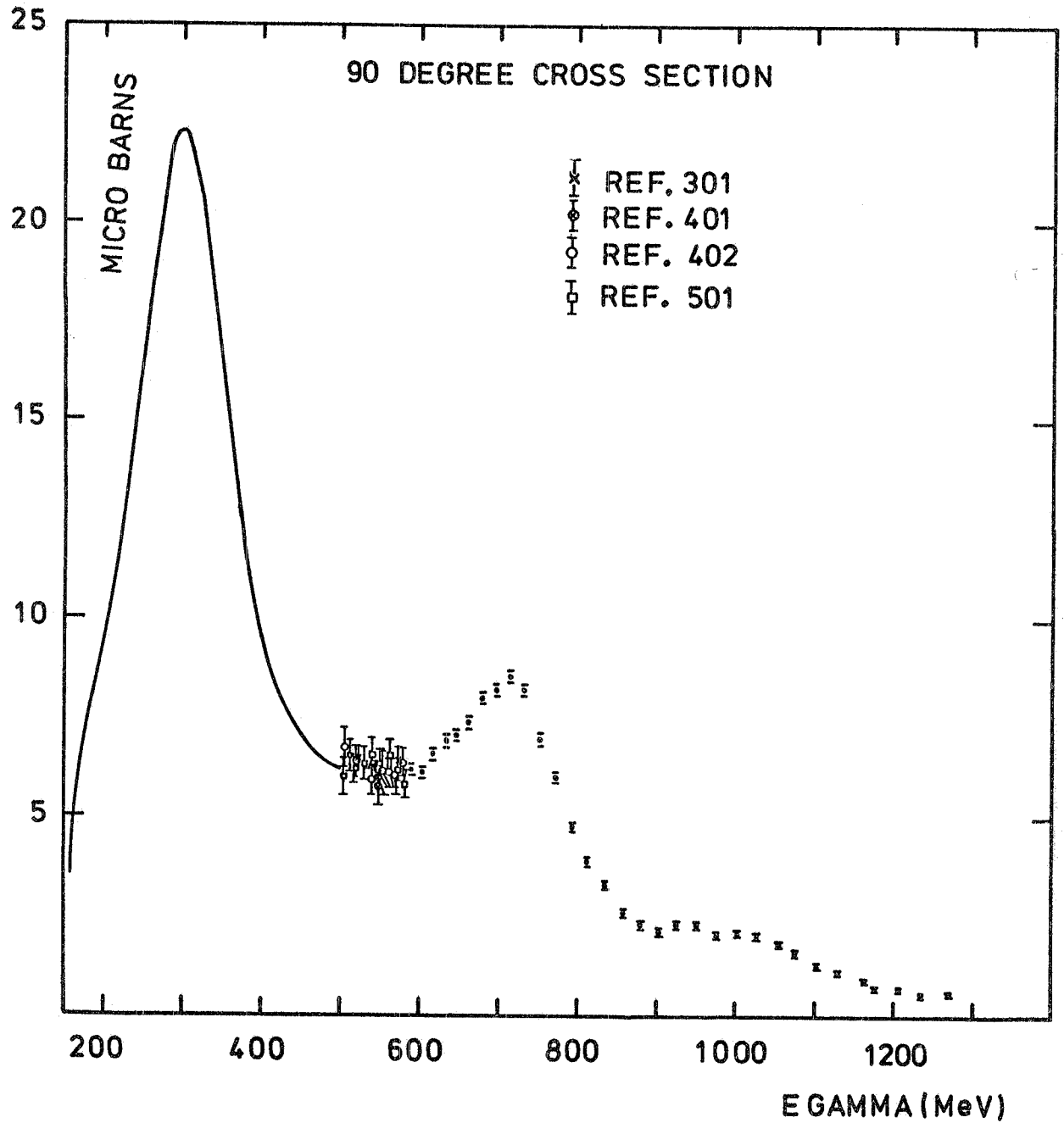


FIG. 5 a



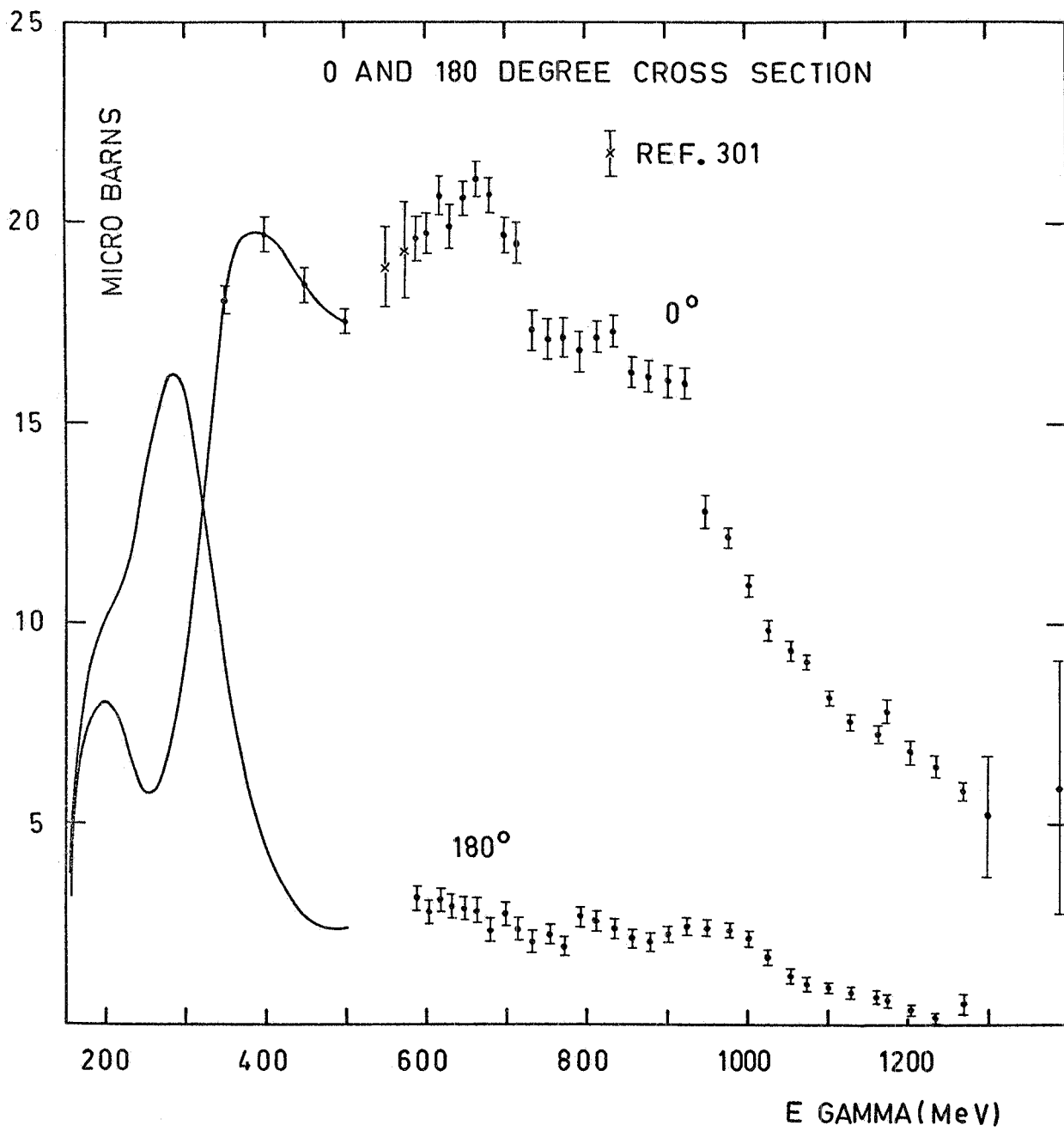


FIG. 5 b

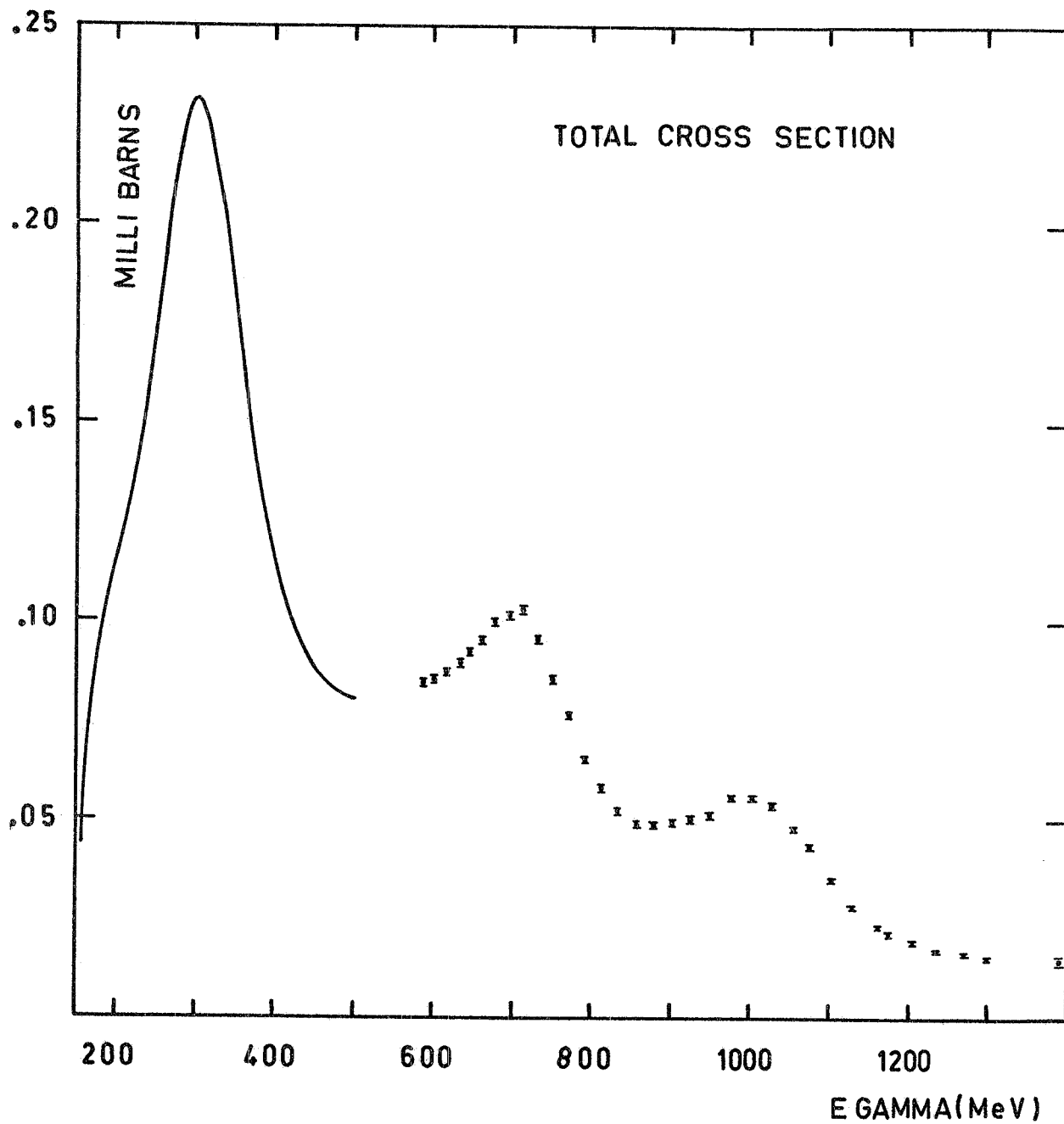


FIG. 5 c

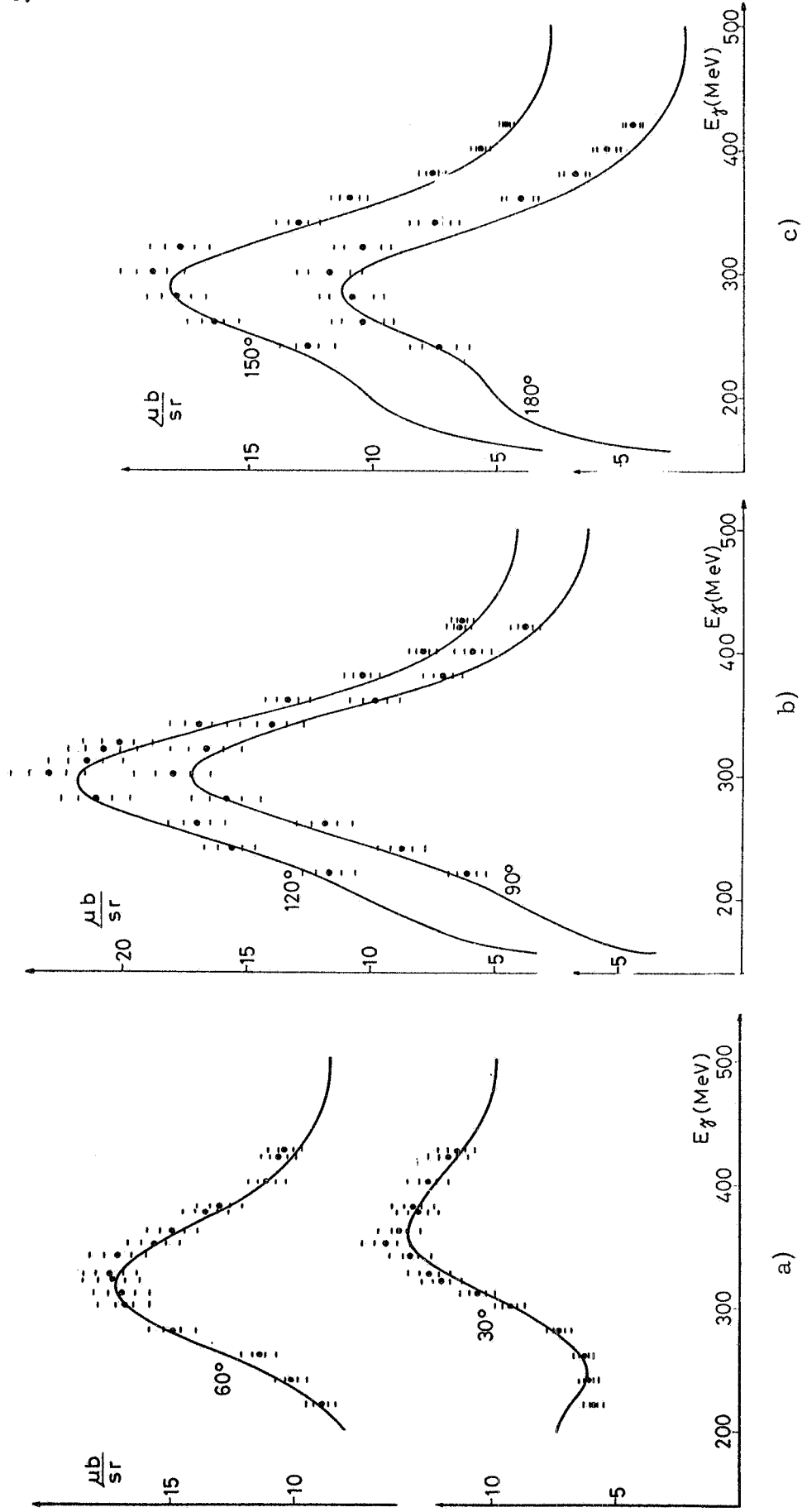


FIG. 6

TABELLA I - I passo.

E <sub>γ</sub>	N. punti	N. esperimenti	P(x <sup>2</sup> )				Numero punti scartati
			N = 2	N = 3	N = 4	N = 5	
157	7	2	-	.84	.43	-	0
165	18	6	.11	12	10	-	1
170	20	8	09	07	06	-	0
175	28	7	08	07	05	-	0
180	30	6	47	45	56	-	0
185	49	9	80	88	87	-	0
190	32	5	-	48	53	52	0
195	30	7	-	51	57	54	0
200	52	10	-	12	50	16	1
205	20	4	-	92	97	96	0
210	28	7	-	02	13	12	0
215	19	3	-	64	85	81	0
220	48	10	-	02	41	49	0
225	31	8	-	11	41	38	0
230	44	10	-	00	02	03	1
235	13	4	-	01	04	08	0
240	28	5	-	07	55	50	0
250	26	6	-	04	72	73	0
260	54	9	-	00	01	02	0
270	29	5	-	00	20	26	0
280	29	5	-	00	09	08	0
290	56	7	-	00	01	01	1
300	41	6	-	00	91	82	0
310	31	5	-	00	46	41	0
320	58	7	-	00	25	22	0
330	19	3	-	00	95	93	0
342	31	4	-	06	40	45	0
350	64	9	-	27	78	75	0
361	25	4	-	26	43	38	0
372	32	5	-	68	84	80	0
380	43	7	-	98	99	98	0
390	20	2	-	73	>.99	94	0
400	45	5	-	94	93	92	0
410	36	5	-	92	94	95	0
422	28	4	-	30	33	49	0
430	16	3	-	97	95	97	0
440	16	2	-	97	98	97	0
450	22	4	-	.99	.99	.99	1
473	31	6	-	00	00	00	3
500	29	5	-	.97	99	99	0

TABELLA II - Coefficienti del fit in  $\cos \theta$  - I passo.

N	EG	A0	DA0	A1	DA1	A2	DA2	A3	DA3	A4	DA4
3	157	3.5635	.2384	- 1.6004	.5024	-.0601	.7294	.0758	.1680		
3	165	5.5559	.1801	- 4.4435	.7491	2.0527	1.2032	-.3787	.3638		
3	170	6.3557	.1829	- 6.1239	.6381	1.8529	.9712	-.0643	.3158		
3	175	6.8271	.1834	- 6.7421	.3525	1.8717	.6059	.0511	.2278		
3	180	7.4266	.1582	- 8.3645	.2084	2.9898	.3976	-.1385	.1711		
3	185	7.8337	.1318	-10.0741	.1943	4.1824	.3236	-.3180	.1453		
4	190	8.6497	.1984	-11.7566	.5775	3.8939	.4005	1.2947	.8964	-.5806	.4105
4	195	9.0798	.1985	-13.1167	.6113	4.7123	.4623	1.4398	.9586	-.7145	.4747
4	200	9.5588	.1842	-14.0901	.4954	5.2101	.4507	1.1265	.8528	-.5459	.4000
4	205	10.1842	.2237	-15.1625	.6054	4.2963	.4311	2.8897	.9567	-1.1132	.4611
4	210	11.2498	.3315	-17.9082	.8006	4.9708	.6657	4.3880	1.3371	-1.7972	.6486
4	215	10.9682	.3135	-17.5454	.7853	5.2748	.5782	3.6173	1.2766	-1.5076	.6229
4	220	11.9483	.2365	-20.0291	.5869	6.2193	.5226	4.5801	1.0008	-1.9735	.4823
4	225	12.2145	.3236	-20.3233	.7731	6.1301	.5671	4.4251	1.2331	-1.7807	.5930
4	230	12.7683	.3487	-22.7106	.9594	7.1062	.7288	6.6773	1.5509	-3.1448	.8739
4	235	14.1648	.7752	-25.5736	2.9948	10.1301	2.4801	6.2305	3.7229	-3.6948	2.6897
4	240	15.0572	.3555	-26.2541	.9597	7.2155	.7013	7.4241	1.4365	-3.0263	.8090
4	250	16.5605	.3354	-29.5789	.8992	8.5128	.6454	9.2571	1.2852	-3.4383	.7280
4	260	17.4675	.3699	-31.9186	.8716	9.4860	.5952	8.5965	1.2123	-4.2791	.6471
4	270	19.3340	.5883	-36.2932	1.4007	11.2012	.9396	11.3519	2.0492	-5.3032	1.1111
4	280	21.2511	.5074	-39.5981	1.5144	11.3344	1.0314	13.5120	2.2022	-6.2085	1.3281
4	290	20.9785	.4585	-38.8994	1.0772	10.9655	.6741	13.1367	1.4520	-5.9159	.7839
4	300	23.6666	.4140	-43.2268	.9445	9.9955	.6155	17.6404	1.3639	-7.7878	.6900
4	310	21.7678	.3582	-39.5124	1.0225	9.6756	.8338	14.9337	1.5641	-6.5437	.9513
4	320	20.2790	.2984	-35.8275	.7675	8.3882	.5158	12.9497	1.0496	-5.4142	.6039
4	330	20.2762	.3797	-36.7888	1.0980	7.4611	.6966	17.1743	1.4843	-7.7485	.9558
4	342	18.0779	.4457	-31.2535	1.3056	4.8669	.8661	14.7082	1.6866	-6.0431	1.1633
4	350	16.1477	.2173	-26.1021	.5562	2.9059	.4295	11.2015	.8575	-3.8024	.4861
4	361	14.7392	.5157	-23.3909	1.4380	1.5449	.9605	11.0154	1.8687	-3.6005	1.2667
4	372	12.4813	.1979	-19.1186	.5162	1.1564	.4866	8.0662	.9407	-2.2681	.5194
4	380	11.5444	.2272	-16.8162	.5948	-.0119	.4314	6.5076	.8060	-1.0092	.5354
4	390	10.7660	.2151	-16.9279	.5553	.5617	.3724	8.7788	.7468	-2.9154	.4697
4	400	9.5840	.1405	-13.0947	.3608	-1.0217	.2957	5.4436	.5736	-.6626	.3343
4	410	8.4007	.1955	-11.7622	.5368	-.5538	.4325	4.6799	.7108	-.5573	.5107
4	422	7.7652	.1507	-10.3324	.4263	-1.1408	.3784	4.2234	.6880	-.3014	.4436
4	430	6.8810	.1821	-8.9654	.5341	-1.4535	.4537	3.8028	.7240	-.0934	.5555
4	440	6.2940	.1826	-7.4493	.5205	-1.7343	.4123	2.2050	.6404	.8469	.4718
4	450	7.0748	.1010	-8.4297	.2110	-2.5291	.3579	3.7593	.6660	.2901	.3239
4	473	6.4092	.1961	-6.8837	.5151	-4.1606	.4704	4.8496	.8142	-.0718	-.5196
4	500	6.2459	.0689	-6.8856	.1528	-2.7697	.2425	2.5348	.4704	.9885	.2361

TABELLA III - Sezione d'urto totale - I passo.

EG	STOT	DSTOT	EG	STOT	DSTOT
157	44.0	4.0	280	220.5	6.5
165	75.0	5.5	290	218.5	5.5
170	80.5	4.5	300	242.5	5.0
175	86.5	3.0	310	228.5	3.5
180	95.0	2.0	320	218.5	3.5
185	100.0	2.0	330	212.0	5.0
190	106.0	3.0	342	193.0	6.0
195	111.0	3.5	350	179.0	3.0
200	117.0	3.0	361	162.5	7.0
205	119.0	3.0	372	144.0	3.0
210	127.5	4.5	380	131.5	3.0
215	126.5	4.0	390	121.5	4.0
220	134.5	3.5	400	115.5	1.5
225	137.0	3.5	410	101.0	4.5
230	140.5	5.0	422	96.5	3.0
235	167.5	13.5	430	84.0	3.0
240	161.0	5.0	440	80.5	3.0
250	175.0	4.0	450	88.5	1.5
260	184.5	5.5	473	79.0	3.5
270	202.0	6.5	500	80.5	1.5

TABELLA IV

ENERGIA	A0	A1	A2	A3	A4
152	1.75000	.00000	.00000	.00000	.00000
157	3.51036	-1.53644	-.02785	.06364	.00000
165	5.58229	-4.75416	1.59930	-.16377	.00000
170	6.31267	-5.96619	1.96738	-.13900	.00000
175	6.91845	-7.35582	2.65065	-.18923	.00000
180	7.45822	-8.61761	3.16016	-.16448	.00000
185	7.97571	-9.89416	3.66545	-.11296	.00000
190	8.48931	-11.39207	4.16679	.51146	-.27473
195	9.03583	-12.74972	4.46509	1.09709	-.49685
200	9.49858	-14.03526	4.86065	1.61266	-.71782
205	10.02678	-15.38804	5.11201	2.36549	-1.02538
210	10.55397	-16.68090	5.35849	3.04599	-1.30196
215	11.11425	-18.02649	5.60756	3.77760	-1.60472
220	11.72068	-19.45445	5.89489	4.53106	-1.92397
225	12.40266	-20.95966	6.15564	5.31510	-2.24283
230	13.17777	-22.67128	6.48114	6.24061	-2.64258
235	13.97240	-24.46038	6.96297	7.07123	-3.03174
240	14.78791	-26.23116	7.46660	7.79110	-3.36346
250	16.42189	-29.80867	8.65520	9.14480	-4.04637
260	18.03806	-33.32988	9.87345	10.51560	-4.77837
270	19.59287	-36.48754	10.83613	11.74150	-5.39145
280	21.05433	-39.36699	11.37299	13.43523	-6.21033
290	22.00042	-40.95937	11.25447	14.75150	-6.76005
300	22.27513	-41.10601	10.70765	15.36681	-6.94134
310	21.88447	-39.72363	9.51257	15.38146	-6.73921
320	20.96521	-37.22928	7.93746	14.96042	-6.29835
330	19.69360	-34.13272	6.29292	14.23693	-5.73990
340	18.27449	-30.91303	4.72708	13.52242	-5.24840
342	17.94226	-30.14983	4.41892	13.20372	-5.05223
350	16.55080	-27.08976	3.31908	11.81047	-4.23231
360	14.79748	-23.36730	2.06233	10.14673	-3.27508
361	14.59389	-22.95891	1.96433	9.85854	-3.11628
370	13.15017	-20.00211	1.01757	8.52175	-2.36352
372	12.84607	-19.38647	.87385	8.14366	-2.15797
380	11.71524	-17.08308	.23273	6.88621	-1.45184
390	10.51134	-14.80064	-.37327	5.88094	-.94093
400	9.56385	-12.95612	-.95908	5.10237	-.49672
410	8.82106	-11.57999	-1.39116	4.61991	-.23599
420	8.20389	-10.45153	-1.74119	4.21875	-.01550
422	8.10827	-10.28472	-1.80712	4.19443	-.00026
430	7.71829	-9.59870	-1.99608	3.93601	.13692
440	7.34429	-8.92280	-2.24313	3.73624	.26490
450	7.04030	-8.36348	-2.44759	3.54463	.39079
460	6.80593	-7.94333	-2.57583	3.37950	.48788
470	6.60160	-7.55974	-2.68308	3.15958	.62238
475	6.54540	-7.44678	-2.71723	3.08363	.67236
480	6.43165	-7.22857	-2.76105	2.92434	.76427
490	6.31840	-6.99728	-2.78056	2.65817	.92271
500	6.25553	-6.88790	-2.77683	2.52429	.99879

TABELLA V - Sezioni d'urto del  $P^+$  per  $E_\gamma =$ 

THETA COSENO	$E_\gamma = 160$		$E_\gamma = 170$		$E_\gamma = 180$		$E_\gamma = 190$		$E_\gamma = 200$		$E_\gamma = 210$	
	SIGMA	ERR.	SIGMA	ERR.	SIGMA	ERR.	SIGMA	ERR.	SIGMA	ERR.	SIGMA	ERR.
.00	1.000	.27	6.87	.20	7.52	.19	7.89	.20	8.01	.20	7.85	.23
5.00	.996	.26	6.86	.21	7.51	.19	7.87	.19	7.97	.19	7.80	.22
10.00	.985	.25	6.83	.22	7.47	.19	7.80	.18	7.87	.19	7.67	.21
15.00	.966	.25	6.59	.24	7.40	.19	7.70	.18	7.73	.19	7.50	.20
20.00	.940	.24	6.53	.25	7.32	.19	7.58	.18	7.57	.18	7.32	.19
25.00	.906	.23	6.47	.26	7.24	.19	7.46	.16	7.43	.18	7.18	.17
30.00	.866	.23	6.41	.24	7.16	.17	7.36	.15	7.34	.15	7.11	.16
35.00	.819	.22	6.35	.20	7.09	.14	7.29	.13	7.29	.13	7.13	.15
40.00	.766	.22	6.29	.17	7.03	.11	7.26	.11	7.32	.12	7.25	.13
45.00	.707	.22	6.24	.15	7.00	.10	7.27	.10	7.50	.12	7.45	.12
50.00	.643	.21	6.20	.14	6.99	.10	7.33	.10	7.55	.12	7.72	.12
55.00	.574	.21	6.18	.13	7.00	.11	7.41	.10	7.75	.11	8.05	.12
60.00	.500	.21	6.17	.13	7.02	.12	7.53	.10	7.98	.11	8.42	.12
65.00	.423	.22	6.16	.14	7.07	.12	7.67	.10	8.23	.12	8.81	.13
70.00	.342	.22	6.18	.14	7.13	.13	7.82	.11	8.50	.13	9.20	.14
75.00	.259	.22	6.20	.15	7.20	.13	7.99	.12	8.77	.13	9.59	.14
80.00	.174	.23	6.23	.16	7.28	.14	8.16	.12	9.03	.14	9.94	.15
85.00	.087	.24	6.27	.17	7.37	.14	8.33	.13	9.27	.15	10.27	.16
90.00	-.000	.25	6.31	.18	7.46	.14	8.49	.14	9.50	.15	10.55	.17
95.00	-.067	.27	6.35	.19	7.55	.14	8.64	.14	9.70	.16	10.79	.18
100.00	-.174	.30	6.42	.20	7.65	.14	8.79	.14	9.87	.17	10.99	.18
105.00	-.259	.04	6.47	.22	7.74	.14	8.91	.14	10.01	.17	11.13	.18
110.00	-.342	.39	6.53	.24	7.84	.15	9.03	.14	10.15	.17	11.22	.18
115.00	-.423	.45	6.59	.26	7.93	.15	9.13	.14	10.21	.17	11.28	.18
120.00	-.500	.52	6.65	.28	8.01	.16	9.22	.14	10.27	.17	11.28	.17
125.00	-.574	.58	6.70	.31	8.09	.17	9.29	.14	10.30	.17	11.26	.17
130.00	-.643	.62	6.76	.32	8.17	.18	9.35	.14	10.31	.16	11.20	.16
135.00	-.707	.64	6.81	.32	8.24	.18	9.39	.14	10.30	.15	11.12	.16
140.00	-.766	.65	6.85	.32	8.30	.18	9.43	.15	10.28	.15	11.02	.16
145.00	-.819	.65	6.90	.32	8.36	.18	9.46	.15	10.25	.15	10.91	.16
150.00	-.866	.65	6.94	.32	8.41	.17	9.48	.15	10.21	.15	10.80	.16
155.00	-.906	.65	6.97	.32	8.45	.17	9.49	.15	10.17	.15	10.69	.16
160.00	-.940	.65	7.00	.32	8.49	.17	9.50	.15	10.14	.16	10.60	.17
165.00	-.966	.65	7.02	.32	8.52	.17	9.50	.15	10.10	.17	10.52	.17
170.00	-.985	.65	7.03	.32	8.54	.17	9.51	.15	10.08	.17	10.46	.17
175.00	-.996	.65	7.04	.32	8.55	.17	9.51	.15	10.06	.17	10.42	.18
180.00	-1.000	.65	7.04	.32	8.55	.17	9.51	.15	10.06	.17	10.41	.18



(segue Tab. V)

	$E_{\gamma}=220$	$E_{\gamma}=230$	$E_{\gamma}=240$	$E_{\gamma}=250$	$E_{\gamma}=260$	$E_{\gamma}=270$
THETA						
COSENO						
.00	7.44 .26	6.74 .30	6.10 .30	5.77 .32	5.79 .30	8.06 .29
5.00	7.39 .25	6.69 .29	6.05 .30	5.72 .31	5.73 .30	5.99 .29
10.00	7.25 .24	6.55 .28	5.92 .29	5.60 .30	5.59 .30	5.84 .29
15.00	7.06 .23	6.39 .27	5.80 .29	5.50 .30	5.49 .29	5.74 .29
20.00	6.89 .21	6.28 .25	5.76 .27	5.51 .29	5.53 .28	5.82 .28
25.00	6.79 .20	6.28 .23	5.85 .25	5.71 .27	5.81 .28	6.17 .27
30.00	6.79 .18	6.41 .21	6.15 .22	6.14 .25	6.34 .25	6.81 .26
35.00	6.92 .16	6.71 .18	6.62 .20	6.77 .21	7.11 .23	7.71 .24
40.00	7.16 .15	7.14 .15	7.25 .18	7.59 .19	8.07 .21	8.80 .22
45.00	7.51 .14	7.69 .15	8.02 .17	8.55 .19	9.17 .20	10.03 .21
50.00	7.95 .14	8.33 .15	8.85 .17	9.55 .19	10.35 .20	11.34 .20
55.00	8.44 .14	9.02 .15	9.74 .17	10.61 .19	11.55 .20	12.66 .20
60.00	8.97 .14	9.73 .15	10.64 .17	11.66 .19	12.74 .20	13.95 .20
65.00	9.50 .15	10.43 .16	11.51 .18	12.68 .20	13.89 .21	15.19 .21
70.00	10.03 .15	11.11 .18	12.33 .19	13.63 .21	14.95 .22	16.34 .22
75.00	10.52 .16	11.73 .19	13.09 .21	14.50 .22	15.91 .23	17.36 .23
80.00	10.98 .18	12.29 .21	13.75 .22	15.25 .24	16.76 .25	18.25 .25
85.00	11.38 .19	12.78 .22	14.32 .24	15.90 .25	17.47 .26	19.00 .27
90.00	11.72 .20	13.18 .23	14.79 .25	16.42 .27	18.04 .28	19.59 .29
95.00	12.00 .20	13.49 .24	15.14 .26	16.82 .28	18.47 .30	20.03 .30
100.00	12.20 .21	13.71 .25	15.39 .27	17.08 .30	18.75 .31	20.31 .31
105.00	12.35 .21	13.84 .24	15.52 .27	17.23 .30	18.90 .31	20.44 .31
110.00	12.42 .21	13.89 .23	15.56 .27	17.25 .30	18.91 .31	20.43 .31
115.00	12.44 .20	13.86 .23	15.50 .26	17.17 .29	18.81 .30	20.29 .31
120.00	12.40 .20	13.77 .22	15.35 .25	17.00 .27	18.60 .29	20.04 .30
125.00	12.31 .19	13.61 .21	15.15 .23	16.75 .26	18.39 .27	19.70 .28
130.00	12.18 .18	13.41 .20	14.89 .22	16.44 .24	17.94 .25	19.28 .25
135.00	12.03 .17	13.17 .19	14.59 .21	16.03 .22	17.53 .23	18.81 .23
140.00	11.85 .17	12.91 .18	14.25 .20	15.70 .21	17.09 .21	18.31 .22
145.00	11.67 .17	12.55 .18	13.93 .20	15.30 .20	16.64 .21	17.81 .21
150.00	11.49 .17	12.38 .19	13.60 .20	14.92 .20	16.20 .21	17.32 .21
155.00	11.32 .18	12.14 .19	13.29 .20	14.57 .20	15.79 .21	16.87 .21
160.00	11.16 .18	11.92 .20	13.02 .20	14.25 .21	15.44 .22	16.47 .21
165.00	11.04 .18	11.75 .20	12.80 .21	14.00 .21	15.14 .22	16.14 .22
170.00	10.94 .19	11.61 .21	12.64 .21	13.81 .21	14.92 .22	15.90 .22
175.00	10.88 .19	11.53 .21	12.54 .22	13.69 .22	14.79 .23	15.75 .23
180.00	10.86 .19	11.50 .21	12.50 .22	13.65 .22	14.74 .23	15.70 .23

(segue Tab. V)

THETA	$E_{\gamma} = 280$ SIGMA ERR.	$E_{\gamma} = 290$ SIGMA ERR.	$E_{\gamma} = 300$ SIGMA ERR.	$E_{\gamma} = 310$ SIGMA ERR.	$E_{\gamma} = 320$ SIGMA ERR.	$E_{\gamma} = 330$ SIGMA ERR.
1.000	6.74 .28	7.67 .29	9.02 .29	10.60 .29	12.54 .30	14.54 .32
5.00	6.65 .28	7.56 .29	8.87 .29	10.42 .29	12.30 .30	14.24 .32
10.00	6.45 .29	7.31 .29	8.54 .29	9.98 .29	11.75 .30	13.49 .31
15.00	6.31 .29	7.11 .29	8.24 .29	9.56 .29	11.12 .30	12.60 .31
20.00	6.37 .29	7.14 .29	8.19 .29	9.59 .29	10.76 .30	12.08 .30
25.00	6.74 .28	7.51 .29	8.49 .29	9.59 .28	10.79 .29	11.89 .30
30.00	7.44 .26	8.23 .27	9.17 .27	10.17 .27	11.20 .28	12.10 .29
35.00	8.41 .24	9.25 .25	10.15 .25	11.06 .25	11.93 .26	12.61 .29
40.00	9.61 .23	10.49 .23	11.35 .24	12.16 .24	12.86 .25	13.35 .26
45.00	10.94 .22	11.85 .22	12.59 .23	13.59 .23	13.92 .24	14.20 .24
50.00	12.34 .21	13.31 .21	14.06 .22	14.67 .22	15.03 .23	15.10 .23
55.00	13.76 .20	14.76 .21	15.48 .22	15.95 .22	16.13 .22	16.00 .22
60.00	15.15 .20	16.16 .21	16.83 .22	17.17 .21	17.17 .22	16.85 .21
65.00	16.46 .22	17.09 .22	18.10 .22	18.31 .21	18.13 .22	17.62 .21
70.00	17.67 .23	18.70 .23	19.24 .23	19.32 .23	18.98 .22	18.29 .21
75.00	18.75 .25	19.77 .24	20.25 .25	20.20 .24	19.76 .23	18.84 .22
80.00	19.68 .27	20.09 .26	21.10 .26	20.93 .25	20.27 .24	19.26 .24
85.00	20.45 .29	21.45 .28	21.77 .28	21.49 .27	20.70 .26	19.55 .25
90.00	21.05 .31	22.00 .30	22.27 .30	21.68 .28	20.97 .27	19.69 .26
95.00	21.43 .32	22.09 .32	22.59 .31	22.11 .30	21.03 .28	19.70 .27
100.00	21.74 .33	22.60 .33	22.73 .31	22.16 .30	21.03 .29	19.57 .27
105.00	21.84 .33	22.63 .33	22.71 .32	22.05 .30	20.84 .29	19.31 .27
110.00	21.78 .33	22.51 .33	22.52 .31	21.79 .30	20.52 .29	18.93 .27
115.00	21.59 .32	22.24 .32	22.19 .31	21.41 .29	20.08 .26	18.46 .26
120.00	21.27 .31	21.35 .31	21.74 .30	20.90 .27	19.54 .26	17.89 .25
125.00	20.65 .29	21.35 .29	21.19 .27	20.31 .26	18.92 .25	17.26 .23
130.00	20.35 .27	20.78 .26	20.66 .25	19.65 .24	18.24 .23	16.58 .22
135.00	19.79 .24	20.15 .24	19.69 .22	18.95 .21	17.53 .20	15.84 .20
140.00	19.21 .23	19.49 .22	19.19 .21	18.23 .19	16.81 .18	15.17 .18
145.00	18.63 .22	18.64 .21	18.59 .20	17.52 .18	16.10 .16	14.49 .17
150.00	18.06 .22	18.21 .21	17.85 .20	16.85 .16	15.44 .18	13.84 .17
155.00	17.54 .22	17.93 .21	17.22 .20	16.23 .18	14.80 .16	13.26 .17
160.00	17.08 .23	17.12 .22	16.60 .20	15.70 .16	14.31 .16	12.75 .17
165.00	16.71 .23	16.71 .22	16.26 .20	15.26 .18	13.84 .18	12.35 .17
170.00	16.43 .23	16.40 .22	15.94 .20	14.94 .19	13.56 .19	12.04 .16
175.00	16.26 .24	16.21 .23	15.74 .21	14.74 .19	13.37 .19	11.86 .16
180.00	16.20 .24	16.15 .23	15.67 .21	14.67 .20	13.31 .19	11.80 .18

(segue Tab. V)

THETA	$E_{\gamma}=340$	$E_{\gamma}=350$	$E_{\gamma}=360$	$E_{\gamma}=370$	$E_{\gamma}=380$	$E_{\gamma}=390$
COSENO	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.
.00	16.59	13.04	19.00	19.54	19.67	19.82
5.00	16.21	17.59	18.49	18.98	19.08	19.18
10.00	15.26	16.49	17.24	17.60	17.61	17.61
15.00	14.17	15.20	15.77	16.00	15.91	15.80
20.00	13.30	14.14	14.54	14.64	14.49	14.28
25.00	12.81	13.50	13.74	13.72	13.52	13.23
30.00	12.85	13.27	13.30	13.22	12.96	12.60
35.00	13.09	13.37	13.29	13.03	12.70	12.26
40.00	13.60	13.67	13.43	13.03	12.62	12.09
45.00	14.23	14.10	13.68	13.14	12.62	12.01
50.00	14.93	14.58	13.98	13.29	12.66	11.96
55.00	15.62	15.06	14.28	13.44	12.69	11.90
60.00	16.28	15.51	14.55	13.57	12.69	11.81
65.00	16.87	15.96	14.77	13.64	12.64	11.70
70.00	17.38	16.22	14.93	13.67	12.56	11.54
75.00	17.78	16.45	15.02	13.65	12.42	11.34
80.00	18.07	16.58	15.03	13.54	12.23	11.10
85.00	18.23	16.62	14.95	13.37	12.00	10.82
90.00	18.27	16.55	14.80	13.15	11.72	10.51
95.00	18.19	16.38	14.56	12.87	11.39	10.17
100.00	17.99	16.12	14.26	12.53	11.04	9.81
105.00	17.68	15.77	13.88	12.14	10.65	9.42
110.00	17.26	15.34	13.45	11.72	10.23	9.02
115.00	16.75	14.84	12.96	11.25	9.80	8.61
120.00	16.17	14.28	12.44	10.77	9.36	8.20
125.00	15.54	13.69	11.89	10.27	8.91	7.79
130.00	14.87	13.06	11.32	10.27	8.47	7.39
135.00	14.17	12.44	10.76	9.76	8.05	7.01
140.00	13.49	11.82	10.21	9.27	7.64	6.65
145.00	12.82	11.22	9.69	8.79	7.26	6.31
150.00	12.20	10.67	9.20	8.33	6.91	6.01
155.00	11.64	10.17	8.77	7.92	6.61	5.75
160.00	11.16	9.75	8.40	7.55	6.36	5.53
165.00	10.77	9.40	8.10	7.23	6.15	5.35
170.00	10.48	9.15	7.89	6.98	6.15	5.22
175.00	10.30	9.00	7.75	6.80	6.00	5.14
180.00	10.24	8.95	7.71	6.65	5.88	5.12

(segue Tab. V)

	$E_{\gamma} = 400$	$E_{\gamma} = 410$	$E_{\gamma} = 420$	$E_{\gamma} = 430$	$E_{\gamma} = 440$	$E_{\gamma} = 450$
THETA COSEMO						
.00	19.69	19.57	19.36	19.09	18.73	18.42
1.000	19.01	18.86	18.61	18.30	17.92	17.58
5.00	17.36	17.12	16.80	16.43	16.00	15.62
15.00	15.48	15.17	14.79	14.37	13.93	13.54
20.00	13.92	13.56	13.15	12.74	12.32	11.95
25.00	12.85	12.47	12.07	11.66	11.27	10.95
30.00	12.20	11.81	11.41	11.02	10.67	10.38
35.00	11.83	11.42	11.02	10.64	10.32	10.06
40.00	11.63	11.19	10.78	10.40	10.09	9.86
45.00	11.50	11.03	10.60	10.22	9.92	9.69
50.00	11.40	10.89	10.44	10.04	9.74	9.51
55.00	11.28	10.73	10.26	9.85	9.54	9.30
60.00	11.14	10.55	10.05	9.63	9.31	9.06
65.00	10.96	10.34	9.81	9.37	9.05	8.79
70.00	10.74	10.09	9.54	9.09	8.75	8.48
75.00	10.50	9.81	9.24	8.78	8.43	8.15
80.00	10.21	9.51	8.91	8.44	8.08	7.79
85.00	9.90	9.17	8.57	8.09	7.72	7.42
90.00	9.56	8.82	8.20	7.72	7.34	7.04
95.00	9.21	8.45	7.83	7.34	6.96	6.66
100.00	8.83	8.07	7.45	6.96	6.58	6.27
105.00	8.44	7.69	7.07	6.58	6.20	5.89
110.00	8.05	7.30	6.69	6.21	5.83	5.53
115.00	7.66	6.92	6.31	5.84	5.47	5.17
120.00	7.27	6.54	5.95	5.49	5.13	4.83
125.00	6.88	6.18	5.60	5.16	4.80	4.51
130.00	6.52	5.83	5.27	4.84	4.49	4.21
135.00	6.17	5.50	4.96	4.54	4.20	3.93
140.00	5.84	5.20	4.68	4.27	3.94	3.68
145.00	5.54	4.92	4.42	4.03	3.71	3.45
150.00	5.27	4.66	4.19	3.81	3.50	3.26
155.00	5.04	4.46	3.99	3.63	3.33	3.09
160.00	4.84	4.28	3.83	3.47	3.18	2.95
165.00	4.69	4.14	3.70	3.35	3.06	2.84
170.00	4.58	4.04	3.61	3.27	2.98	2.76
175.00	4.51	3.98	3.55	3.21	2.93	2.72
180.00	4.49	3.96	3.53	3.20	2.92	2.70

(segue Tab. V)

THETA COSENO	$E_{\gamma}=460$		$E_{\gamma}=470$		$E_{\gamma}=480$		$E_{\gamma}=490$		$E_{\gamma}=500$	
	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.	SIGMA ERR.
.00	13.21	.47	17.99	.52	17.81	.52	17.62	.41	17.56	.30
5.00	17.35	.47	17.11	.51	16.90	.51	16.70	.40	16.62	.29
10.00	15.34	.47	15.07	.51	14.84	.51	14.63	.40	14.52	.28
15.00	13.25	.47	12.98	.51	12.76	.51	12.57	.39	12.46	.27
20.00	11.68	.47	11.45	.50	11.27	.50	11.13	.39	11.05	.26
25.00	10.72	.46	10.53	.50	10.39	.50	10.31	.38	10.26	.25
30.00	10.18	.46	10.03	.49	9.93	.49	9.88	.36	9.86	.23
35.00	9.88	.43	9.75	.47	9.67	.47	9.65	.34	9.64	.21
40.00	9.68	.40	9.56	.45	9.49	.45	9.48	.32	9.48	.18
45.00	9.51	.37	9.40	.42	9.32	.42	9.31	.30	9.31	.17
50.00	9.33	.33	9.21	.40	9.13	.40	9.11	.28	9.10	.16
55.00	9.12	.30	8.99	.36	8.90	.36	8.86	.26	8.85	.15
60.00	8.87	.26	8.73	.36	8.62	.36	8.58	.25	8.55	.13
65.00	8.58	.25	8.43	.35	8.31	.35	8.25	.25	8.22	.13
70.00	8.27	.25	8.10	.35	7.97	.35	7.89	.24	7.85	.13
75.00	7.93	.25	7.75	.35	7.60	.35	7.52	.24	7.47	.13
80.00	7.56	.25	7.38	.35	7.22	.35	7.12	.24	7.07	.13
85.00	7.19	.25	6.99	.35	6.83	.35	6.72	.24	6.66	.13
90.00	6.80	.25	6.60	.35	6.43	.35	6.32	.24	6.26	.13
95.00	6.42	.25	6.21	.36	6.04	.36	5.92	.24	5.86	.13
100.00	6.03	.25	5.83	.36	5.65	.36	5.53	.24	5.47	.12
105.00	5.66	.25	5.45	.35	5.28	.35	5.16	.23	5.10	.11
110.00	5.29	.25	5.09	.34	4.92	.34	4.81	.22	4.75	.11
115.00	4.94	.24	4.74	.32	4.58	.32	4.47	.22	4.41	.11
120.00	4.61	.24	4.41	.31	4.26	.31	4.16	.22	4.11	.11
125.00	4.29	.23	4.11	.31	3.96	.31	3.87	.22	3.83	.11
130.00	4.00	.23	3.82	.30	3.69	.30	3.61	.21	3.57	.12
135.00	3.73	.22	3.57	.30	3.44	.30	3.37	.22	3.34	.13
140.00	3.49	.22	3.33	.30	3.22	.30	3.16	.23	3.14	.14
145.00	3.27	.22	3.13	.30	3.02	.30	2.98	.23	2.96	.15
150.00	3.08	.22	2.95	.30	2.85	.30	2.82	.24	2.81	.16
155.00	2.92	.22	2.79	.30	2.71	.30	2.69	.24	2.68	.17
160.00	2.78	.22	2.67	.30	2.59	.30	2.58	.24	2.58	.18
165.00	2.68	.22	2.57	.30	2.50	.30	2.50	.24	2.50	.18
170.00	2.61	.22	2.50	.30	2.44	.30	2.44	.25	2.44	.19
175.00	2.56	.22	2.46	.30	2.40	.30	2.41	.25	2.41	.19
180.00	2.55	.22	2.45	.30	2.38	.30	2.39	.25	2.40	.20

TABELLA VI

Energia	S TOT	Energia	S TOT
152	21.0	310	228.7
157	43.7	320	221.3
165	72.1	330	210.4
170	81.2	340	197.8
175	89.0	342	195.0
180	95.3	350	182.9
185	100.9	360	166.8
190	105.9	361	165.1
195	110.7	370	151.4
200	114.7	372	148.7
205	118.8	380	138.0
210	123.0	390	126.1
215	127.4	400	116.4
220	132.2	410	108.6
225	137.6	420	101.9
230	143.9	422	100.7
235	150.7	430	96.4
240	157.9	440	92.0
250	173.2	450	88.5
260	188.7	460	85.9
270	204.2	470	83.7
280	218.3	473	83.1
290	227.7	480	82.0
300	231.3	490	81.1
		500	80.6

TABELLA VII - III passo.

$E_\gamma$	$P(\chi^2)$	N. punti scartati	$E_\gamma$	$P(\chi^2)$	N. punti scartati
157	0.32	-	280	0.17	1
165	0.15	2	290	0.01	3
170	0.07	-	300	0.27	-
175	0.22	1	310	0.55	-
180	0.36	-	320	0.11	-
185	0.73	-	330	0.30	-
190	0.92	1	342	0.28	-
195	0.82	1	350	0.76	1
200	0.33	1	360	0.17	-
205	0.86	-	372	0.66	-
210	0.02	-	380	0.50	1
215	0.76	-	390	0.58	1
220	0.25	-	400	0.98	1
225	0.36	-	410	0.89	2
230	0.17	4	422	0.56	2
235	0.00	-	430	0.00	-
240	0.55	-	440	0.06	-
250	0.50	-	450	0.98	1
260	0.15	2	473	0.02	6
270	0.13	-	500	0.90	1

TABELLA VIII

Riferimento	Numero punti	$\chi^2$	$P(\chi^2)$	Punti scartati
108	60	36.592	0.993	-
102	4	2.851	0.727	-
107	19	8.551	0.981	-
109	56	96.450	0.000	2
112	182	155.766	0.922	7
105	5	9.330	0.097	-
106	15	21.183	0.132	-
101	8	6.053	0.642	-
103	5	2.289	0.809	-
104	4	1.204	0.878	-
110	12	8.391	0.754	6
201	256	210.739	0.983	-
204	7	2.891	0.896	3
212	60	69.741	0.183	1
203	112	168.726	0.000	-
202	78	65.056	0.853	-
209	25	8.861	0.999	-
213	7	1.710	0.975	-
211	29	24.883	0.685	-
207	8	13.647	0.092	-
210	61	86.483	0.018	9
205	17	23.276	0.141	1
208	22	30.659	0.104	1
214	3	6.565	0.088	-
303	13	8.071	0.840	-
304	124	54.847	1.000	-
402	3	1.452	0.694	-
501	7	4.357	0.738	1
401	1	6.098	0.014	1