

N. 55

ETTORE PANCINI - MARIANO SANTANGELO  
EOLO SCROCCO

Il rapporto fra l'intensità della com-  
ponente elettronica e della compo-  
nente mesotronica a 10 e 70 metri  
d'acqua equivalente sotto il livello  
del mare

ROMA  
ANNO MCMXL-XIX

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA"  
ANNO XI ' N. 12 (DICEMBRE 1940-XIX)

**Riassunto:** Si espongono i risultati di misure eseguite ancora dentro la galleria di Tivoli sotto uno strato assorbente di roccia equivalente a circa 75 m di acqua. Questi risultati confrontati con altri già pubblicati su questa stessa rivista, fanno vedere come il rapporto molle-dura  $\left(R = \frac{E}{M}\right)$  della radiazione cosmica aumenti al crescere dello spessore di roccia sovrastante i contatori. Tale aumento che è più del 100% non può essere spiegato con la sola interazione coulombiana tra le particelle cariche (mesotroni) e gli atomi della sostanza attraversata.

La misura del rapporto d'intensità fra la componente elettronica e quella mesotronica offre in generale delle indicazioni di un certo interesse nei riguardi dell'interazione dei mesotroni con la materia. Questa interazione è generalmente complicata dal processo di disintegrazione spontanea, ma tale processo, non avviene in modo da influenzare sensibilmente il rapporto di cui sopra, quando la materia attraversata dai mesotroni abbia densità paragonabile a quella dell'acqua o superiore. In queste condizioni le forze che si esercitano fra mesotroni e materia, se si prescinde da quelle, peraltro sconosciute, a corto raggio di azione di natura nucleare, sono quelle caratteristiche alle particelle cariche; in particolare ed in modo essenziale le forze coulombiane fra mesotroni e elettroni atomici.

Agli effetti sperimentali queste si manifestano essenzialmente nella produzione per urto di elettroni molto veloci (specie di raggi  $\delta$ ) che si accompagnano con le particelle mesotroniche che li hanno generati. Quando si tenga conto dei processi moltiplicativi di Bhabba e Heitler è questa l'interpretazione più semplice che si può dare della componente elettronica che si osserva sotto grandi strati assorbenti di materia condensata.

Diverse esperienze sono state eseguite a grandi profondità (dell'ordine di 100 m d'acqua equivalente) per la determinazione dell'intensità della componente elettronica che è in equilibrio con quella mesotronica, ma a dire il vero i risultati sono fortemente discordi fra loro e a prima vista non facilmente conciliabili. Effettivamente secondo le prime misure di Auger <sup>(1)</sup> il

rapporto percentuale  $R = \frac{E}{M} \cdot 100$  fra l'intensità  $E$  della componente elettronica e quella  $M$  della componente mesotronica è di circa 5% a 10 come a 30 come a 70 metri di acqua equivalente sotto il livello del mare.

Recentemente Auger <sup>(2)</sup> ha ripetuto le sue misure in condizioni sperimentali diverse dalle consuete, schermando fortemente (fig. 1) uno dei contatori del suo telescopio e trovando così un valore di circa 25% a 70 m di acqua equivalente. Queste misure di Auger sono però forse alterate dagli

sciami che si generano nel manicotto di piombo circondante l'ultimo contatore, allorchè lo schermo assorbente che lo sovrasta viene tolto.

Diverse altre esperienze a profondità variabili tra i 10 e i 70 m di acqua sono state effettuate da altri autori <sup>(3)</sup>, che hanno trovato per  $R$  dei valori generalmente crescenti con la profondità. Dove però non sussiste accordo è nella rapidità di questo aumento che per taluni è tale da dare per  $R$ , a  $70 \div 80$  m di acqua equivalente il valore del 30 % contro un valore del 25 % al livello del mare e all'aria libera.

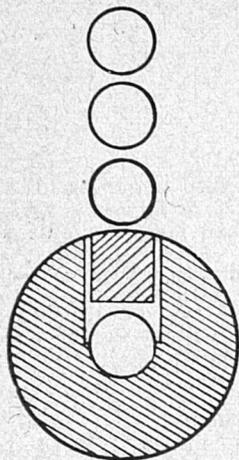


Fig. 1

Tenuto conto della d'integrazione del mesotrone e del residuo della componente elettronica, ciò è quanto dire che al livello del mare la percentuale elettronica dovuta all'interazione coulombiana non è superiore al 10 % e quindi che questa percentuale aumenta da 1 a 3 nel passare dal livello del mare a  $70 \div 80$  m di acqua. Poichè a nostro avviso molte di tali divergenze hanno origine nelle differenze fra gli apparati sperimentali e nella mancanza di possibilità di confronto diretto fra le osservazioni eseguite a profondità diverse, fatta eccezione per le misure di Auger di cui abbiamo rilevato le probabili cause di errore, nel desiderio di chiarire le divergenze stesse, abbiamo istituito una nuova determinazione del rapporto  $R$  a 70 m di acqua equivalente, cercando di metterci in condizioni tali da poter effettua-

tuare un preciso raffronto con le determinazioni precedentemente da noi fatte al livello del mare e sotto 10 m di acqua. Queste misure fanno parte poi di una serie organica di ricerche a grandi e grandissime profondità che la sezione per lo studio dei raggi cosmici dell'Istituto nazionale di geofisica ha organizzato per investigare il comportamento della componente mesotronica. Di alcune di esse, già compiute in questo momento, sarà detto per esteso fra breve.

Queste esperienze sono state effettuate in una galleria presso Tivoli avente un'ampiezza di 5 m ed un'altezza di 6. Essa è sovrastata da uno strato compatto di calcare progressivamente e lentamente crescente da 4 m di spessore (equivalente in acqua circa 10 m) a 30 m (75 m di acqua equivalente).

L'esperienza è stata effettuata con tre coppie di contatori di grandi dimensioni ( $6 \times 60$  cm<sup>2</sup>) riempiti con la solita miscela di Trust (9 cm di argon e 1 di alcool) e con una registrazione per coincidenze del tipo di Neher, avente un potere risolutivo di  $5 \cdot 10^{-5}$  sec. La registrazione consentiva il conteggio simultaneo delle coincidenze doppie e triple; i contatori erano a due a due in parallelo e disposti verticalmente come è schematicamente indicato nella fig. 2. Fra di essi venivano posti alternativamente gli schermi assorbenti di piombo; lo spessore globale delle pareti dei contatori era equivalente a circa 5 g per cm<sup>2</sup>. Le misure furono effettuate con schermi di 60, 20, e 0 cm di piombo, ed eseguite con alternanze molto frequenti fra i vari spessori di piombo: di solito ad intervalli di due o tre ore. Di alternanza in alternanza, veniva controllato il funzionamento dei contatori, sia con l'oscillografo come con la registrazione, e il valore delle varie tensioni, a comin-

ciare da quella della linea. Veniva poi di volta in volta osservato se il rapporto fra le coincidenze doppie dei contatori estremi e le triple si manteneva costante. Tale rapporto dava un'indicazione sulla costanza del rendimento e sulla regolarità di funzionamento della registrazione e dei contatori. I risultati delle misure sono riportati, con i relativi errori, nella seguente tabella:

TABELLA I.

cm di Pb	Tempi	Impulsi	Media
0	111 <sup>h</sup>	3911	35,4 ± 0,55
20	122 <sup>h</sup> ,16	3648	29,95 ± 0,50
60	106 <sup>h</sup> ,90	3053	28,6 ± 0,55

Poichè nelle nostre condizioni poteva essere accaduto che la non troppo grande distanza dallo strato materiale assorbente avesse ridotto, per effetti di

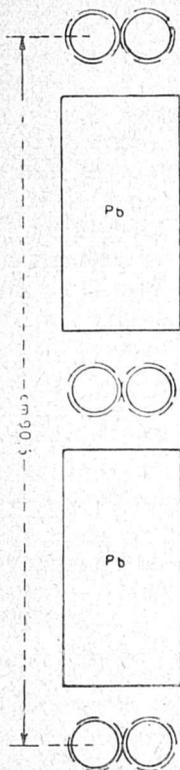


Fig. 2

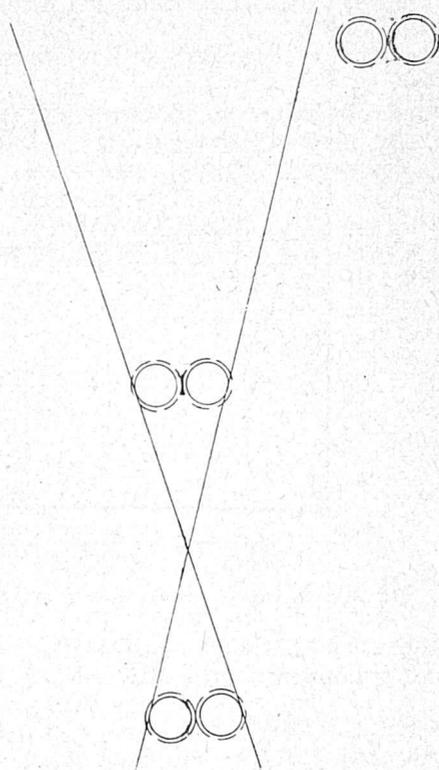


Fig. 3

coerenza, l'intensità apparente elettronica, abbiamo cercato di avere direttamente un'indicazione sull'effetto degli sciami per ogni schermo assorbente spostando la coppia superiore, così come è indicata nella fig. 3, in modo da

tenerla fuori dall'angolo solido sotteso dalle coppie inferiori. In queste condizioni si sono ottenuti i risultati raccolti nella seguente tabella :

<i>Sciami e casuali</i>			TABELLA II.
cm di Pb	Tempi	Impulsi	Media
0	70 <sup>h</sup> ,18	287	4,10 ± 0,24
20	79 <sup>h</sup> ,75	283	3,55 ± 0,21
60	104 <sup>h</sup> ,10	278	2,67 ± 0,16

I dati della tabella I, corretti sottraendovi il numero di sciami registrato nella disposizione della fig. 3, sono graficamente rappresentati nella fig. 4. Per la valutazione della componente molle si può procedere con la con-

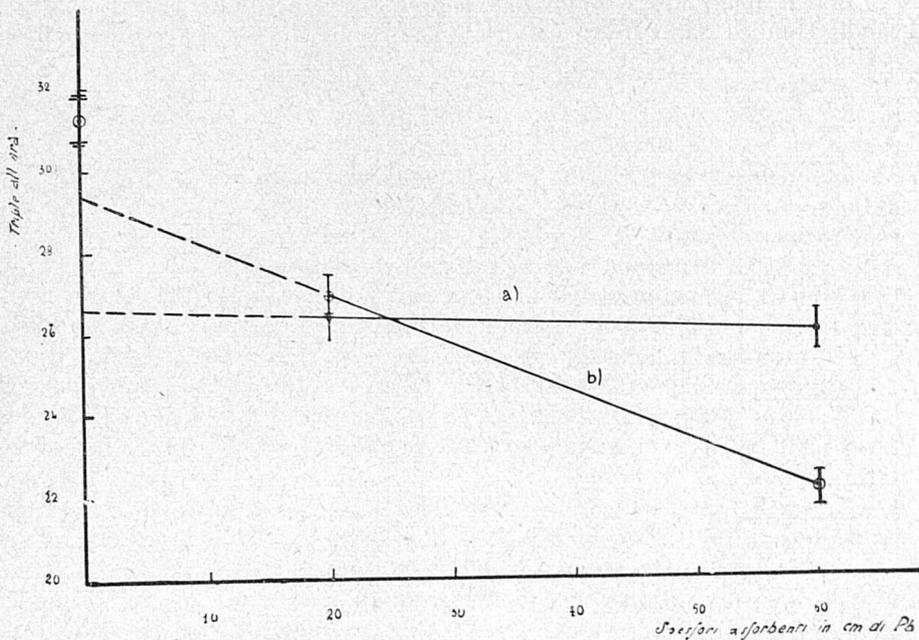


Fig. 4

sueta estrapolazione, cioè prolungando fino a zero la retta che unisce i punti corrispondenti agli schermi di 20 e 60 cm di Pb, si trova così

$$\frac{E}{M} \cdot 100 = 17,2 \% \pm 4 \quad (*)$$

L'interesse di questa esperienza sta, come abbiamo già detto, nel confronto fra il rapporto ora scritto e quello che si è ottenuto (\*) sperimentando

(\*) Questa estrapolazione è ora tanto più legittima data la lieve pendenza della curva di assorbimento della componente mesotronica. Questa pendenza è in accordo con le misure di Ehmert.

in condizioni identiche (l'unica differenza consiste nell'aver usato delle coppie di contatori affiancati in parallelo invece dei contatori singoli), ad una profondità di 10 m di acqua equivalente.

Nella fig. (4) sono riportati graficamente anche i dati relativi alle misure effettuate a quest'ultima profondità (curva *b*); i valori delle triple all'ora sono ridotti in modo da far coincidere il punto a 0 cm di *Pb* delle due curve. Dalla

curva *b* si deduce per il rapporto  $R = \frac{E}{M} \cdot 100$  il valore  $5,3 \% \pm 3,3$ .

Il confronto mostra come coll'aumentare dello strato della materia attraversata, la componente elettronica in equilibrio con la mesotronica vada crescendo piuttosto rapidamente.

Un confronto come quello da noi fatto è in genere fortemente pregiudicato dalle condizioni sperimentali e in questo ordine di idee sono anche comprensibili, entro certi limiti, le divergenze fra i dati forniti dai vari sperimentatori. In particolare appare evidente la grande influenza che può avere lo spessore globale delle pareti dei contatori su quella che è l'intensità della componente più molle. Tuttavia il nostro confronto fra le due profondità è diretto e il valore da noi trovato per il rapporto fra i due quozienti  $\frac{E}{M}$  si può ritenere indipendente dalle particolari condizioni in cui vennero effettuate le misure.

Ora la semplice interazione coulombiana non giustifica un aumento relativo così rapido della componente elettronica, si trova infatti in base alle formule di Williams <sup>(5)</sup> che tale aumento percentuale dovrebbe essere solo del 25 %, mentre a noi risulta di almeno il 100 %.

Le probabili cause di questa divergenza saranno ampiamente discusse in una memoria che apparirà fra breve quando la elaborazione dei dati relativi agli sciami sarà effettuata.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) AUGER P., ROSENBERG, « Comptes Rendus », t. 201, 1935, p. 1116.  
AUGER P., « Comptes Rendus », t. 200, 1935, p. 735.
- (2) AUGER P., GRIVET T., « Reviews of Modern Physics », v. II, 1939, p. 232.
- (3) NIELSEN W. M., MORGAN K. Z., « The Physical Review », v. 54, 1938, p. 245.  
WILSON V. C., « The Physical Review », v. 55, 1939, p. 6.  
FOLLETT D. H., CRAWSHAW J. D., « Proc. of the Royal Soc. of London », v. 155, 1936, p. 546.  
PICKERING W. H., « The Physical Review », v. 47, 1935, p. 423.  
CLAY, « Reviews of Modern Physics », v. II, 1935, p. 128.  
EHMERT A., « Zeitschrift für Physik », v. 106, 1937, p. 751.  
JANOSSY L., « Proc. of the Roy. Soc. of London », v. 167, 1938, p. 499.
- (4) SANTANGELO M., SCROCCO E., « Ric. scient. », 1940, n. 9, p. 601.
- (5) WILLIAMS, « Proc. of the Cambridge Phil. Soc. », v. 36, 1940, p. 183.