

**N. 23**

GILBERTO BERNARDINI  
BERNARDO NESTORE CACCIAPUOTI, ORESTE PICCIONI

**Sull'assorbimento della componente  
dura della radiazione cosmica e la  
natura del mesotrone**

ROMA  
ANNO MCMXXXIX - XVII

**Riassunto;** E' stata eseguita, a 2000 m sul livello del mare, un'esperienza atta a mettere in evidenza, nelle migliori condizioni, la percentuale della radiazione elettronica che si accompagna con quella mesotronica, in mezzi di densità paragonabile a quella dell'acqua. Si è trovato che questa percentuale è circa la stessa che è presente nell'aria, allorché la radiazione mesotronica ha attraversato uno strato di aria equivalente a quello di densità superiore. Questo risultato non appare facilmente conciliabile con l'attuale teoria del mesotrone. La ricerca fa parte di quelle effettuate a Pian Rosà dalla spedizione organizzata a cura dell'Istituto nazionale di geofisica del C.N.R.

1. - Si può ormai considerare accertato che la componente dura dei raggi cosmici, sia costituita da particelle aventi una massa circa 100 volte quella dell'elettrone. E' poi generalmente ammesso che queste particelle, alle quali è stato dato il nome di mesotroni, siano da identificarsi con quelle ipoteticamente introdotte da Yukawa (1) per rendere ragione delle forze nucleari e che pertanto i mesotroni siano particelle instabili aventi una vita media dell'ordine di  $10^{-6} \div 10^{-7}$  sec.

In base alle esperienze effettuate da diversi autori (2) si è anzi potuto stabilire, con notevole coerenza fra i dati, un valore più preciso per questa vita media, di quello dedotto dalla teoria di Yukawa. Le esperienze sono state generalmente eseguite confrontando l'assorbimento dovuto a considerevoli strati di aria, con quello determinato da strati equivalenti (agli effetti delle perdite di energia per ionizzazione) di acqua, piombo o altri mezzi di densità notevolmente più elevata di quella dell'aria. Si trova così (3), per il mesotrone, una vita media, che si aggira intorno a  $2 \cdot 10^{-6}$  sec. L'unica obiezione da rilevare nei riguardi di queste determinazioni sta nel fatto che il confronto viene generalmente eseguito ammettendo una completa isotropia della radiazione cosmica ai limiti dell'atmosfera, isotropia che appare molto plausibile, ma che non si può dire, fino a ora, solidamente provata.

Una delle conseguenze più notevoli di questa teoria sta nel fatto che la componente elettronica o molle, presente nell'atmosfera, da almeno 2000 m di altezza fino al livello del mare, è da considerarsi come una radiazione secondaria di quella mesotronica e appunto prodotta da quest'ultima in conseguenza del processo di disintegrazione proprio ai mesotroni. Il mesotrone infatti, disintegrandosi dovrebbe dar luogo a un elettrone (positivo o negativo) e a un neutrino. Queste due particelle si spartiscono l'energia residua totale propria al mesotrone nel momento in cui avviene la disintegrazione e

quindi la loro energia è tanto maggiore quanto più grande è quella del mesotrone stesso in questo momento.

Ora, in conseguenza della dilatazione temporale di Lorentz, questa energia residua dipende dalla densità del mezzo attraversato dal mesotrone ed è in media tanto più elevata, quanto minore è la densità del mezzo medesimo. In questo modo gli elettroni secondari prodotti in un mezzo come l'aria hanno in media un'energia maggiore di quelli prodotti per esempio nell'acqua o nel piombo. Ne segue, per il processo moltiplicativo di Bhabha e Heitler, che la radiazione elettronica, che accompagna quella mesotronica, dovrebbe essere nell'aria, molto più copiosa che non nei mezzi di densità paragonabile a quella dell'acqua. Si può valutare, conforme a quanto si constata sperimentalmente, che la radiazione elettronica che accompagna nell'aria quella mesotronica, deve essere al livello del mare circa il 20 % della radiazione totale. Invece in un mezzo come l'acqua o di densità maggiore deve scendere a circa il 5 %, riducendosi praticamente alla componente elettronica dovuta alla sola interazione coulombiana.

E' degno di nota il fatto che queste deduzioni sono intimamente collegate con le considerazioni che si fanno per valutare, in base alle differenze di assorbimento fra mezzi di densità diversa, la vita media del mesotrone.

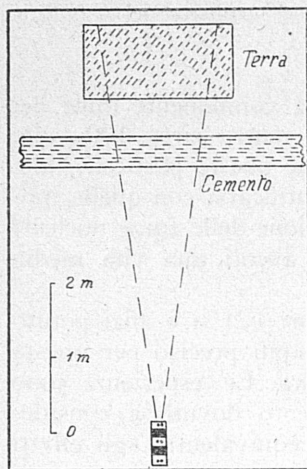


Fig. 1 — Disposizione dei contatori sotto lo strato assorbente di terra (in scala).

Le previsioni di cui sopra sembravano confermate dalle esperienze di Auger (4) e da altre di recente eseguite da Bernardini, Cacciapuoti e Ferretti (5); però, come è stato già osservato (6) in queste esperienze non veniva fatto un confronto diretto fra aria e mezzi di densità superiore perchè lo strato assorbente, di grande densità, era aggiunto al livello del mare, a quello sovrastante di aria. C'era da attendersi in queste condizioni che la diminuzione della radiazione elettronica realmente osservata, fosse dovuta a un normale assorbimento di questa, senza per questo dovere invocare la disintegrazione spontanea del mesotrone.

Al tempo stesso, delle esperienze accurate, eseguite da Cacciapuoti (7), facevano sorgere il dubbio che al livello del mare, fra componente elettronica e mesotronica, non vi fosse quell'equilibrio che era da attendersi in base alle considerazioni precedenti.

Si è allora ritenuto opportuno istituire un'esperienza che permettesse un confronto diretto fra aria e un mezzo di densità elevata, per vedere se effettivamente in quest'ultimo, la percentuale degli elettroni che si accompagna con la componente mesotronica si riduce al 5 % previsto dall'attuale teoria.

2. - L'esperienza è stata eseguita a Cervinia (2000 m sul livello del mare). Sul tetto di un'ampia autorimessa (gentilmente messa a nostra dispo-

sizione dalla Società anonima Grandes Murailles) è stato collocato uno strato di terra avente un volume di mc  $6 \times 2 \times 1$ . In questo modo, su una superficie di m<sup>2</sup>  $6 \times 2$  veniva a ripartirsi un peso di circa 17 quintali per m<sup>2</sup> di cui 13 dovuti allo strato di terra e 4 al solaio in cemento dell'autorimessa.

Un telescopio di contatori in coincidenze triple, costituito da tre coppie di contatori e disposto secondo la verticale era situato sul pavimento dell'autorimessa. La distanza fra le coppie estreme era di 50 cm e ogni coppia copriva un'area efficace di cm<sup>2</sup>  $6 \times 28$ . Fra la coppia più bassa e il soffitto dell'autorimessa c'era una distanza di circa 4 m, distanza più che sufficiente a garantire l'incoerenza fra i mesotroni e i secondari (8). Nella fig. 1 è rappresentato schematicamente, in scala, il complesso sperimentale ora descritto. Le coincidenze venivano registrate con un dispositivo alla Neher (potere risolutivo  $10^{-4}$  sec.); i conteggi venivano effettuati interponendo fra le coppie di contatori degli schermi di Piombo rispettivamente di 10 e di 20 cm di spessore. Venivano registrate naturalmente anche le coincidenze senza che alcuno schermo fosse collocato fra i contatori medesimi e le misure con e senza schermi si alternavano di ora in ora. I risultati di queste misure sono riportati, con i relativi errori, nella figura 2 e nella seguente tabella:

|          |         |               |      |       |                 |
|----------|---------|---------------|------|-------|-----------------|
| 0 Pb     | ore 4,5 | coinc. triple | 1283 | media | 285 ± 8/ora     |
|          |         | » doppie      | 1670 | »     | 371 ± 9,8/ora   |
| 10 cm Pb | ore 7,5 | coinc. triple | 1557 | media | 207,5 ± 5,3/ora |
|          |         | » doppie      | 1980 | »     | 264 ± 6,5/ora   |
| 20 cm Pb | ore 6   | coinc. triple | 1237 | media | 206 ± 5,8/ora   |
|          |         | » doppie      | 1501 | »     | 250 ± 7,1/ora   |

Contemporaneamente alle coincidenze triple, come si vede dalla precedente tabella, venivano contate anche le doppie fra le coppie estreme di contatori. Ciò serviva a controllare continuamente il buon andamento della registrazione e dei contatori. Naturalmente, detratte le casuali, l'andamento delle coincidenze doppie è in tutto analogo a quello delle triple e conduce a un risultato praticamente identico.

3. - Come si vede dalla fig. 2 sembra che la percentuale della componente molle, presente al disotto dello strato di terra e di cemento, equivalente a circa 1700 m d'aria, sia circa il 25 % della radiazione totale e non quella che sarebbe da attendersi in base all'attuale teoria del mesotrone. Tale percentuale è poi la stessa che si trova, nei limiti degli errori sperimentali, a un'altezza di  $3 \sim 400$  m sul livello del mare (9) per effetto dell'assorbimento determinato dai corrispondenti 1700 m d'aria.

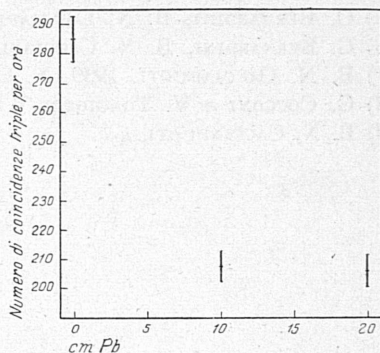


Fig. 2 — Curva d'assorbimento della radiazione cosmica a 2000 m sul livello del mare, sotto uno strato assorbente equivalente a 1.70 m di acqua.

Rimandando a un'ulteriore e più esauriente esposizione la discussione completa di queste misure segnaliamo qui che il risultato di esse non appare

facilmente conciliabile con le idee che si hanno attualmente sulla natura del mesotrone.

L'esperienza di cui è oggetto la presente pubblicazione, come altre ora in corso, sono state dirette e organizzate dall'Istituto nazionale per la geofisica del C. N. R. che ha la propria sede presso l'Istituto di fisica della Regia Università di Roma. Essa, come le altre, è stata possibile per un largo contributo che il C. N. R. ha fornito espressamente a questo scopo, in seguito a proposta del Comitato nazionale per la geofisica e la meteorologia.

Teniamo pertanto a ringraziare vivamente il Consiglio delle ricerche ed il Comitato competente, ed esprimiamo a S. E. il prof. Antonino Lo Surdo tutta la nostra gratitudine per l'interessamento che ha dimostrato a favore di questa ricerca e di altre di prossima pubblicazione, sempre volte ad indagare la natura delle particelle che costituiscono il gruppo duro della radiazione cosmica.

*Roma, 14 settembre 1939-XVII.*

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) H. YUKAWA, « Proc. Phys. Math. Soc. Jap. », 1937, 17, 220.
- (2) S. DE BENEDETTI, « Ric. Scient. », V, 1934, vol. I, 590; G. BERNARDINI e D. BOCciarelli, « Ric. Scient. », VI, 1935, vol. I, 33; A. EHMERT, « Z. f. Phys. », 1937, 106, 751; P. AUGER, P. EHRENFEST, A. FREON et A. FOURNIER, « C. R. », 1937, 204, 257; P. EHRENFEST et A. FREON, « C. R. », 1938, 207, 853; T. H. JOHNSON and M. A. POMERANTZ, « Phys. Rev. », 1939, 55, 104.
- (3) W. HEISENBERG und EULER, « Ergebnisse der Ex. Naturw », 1938, XVII.
- (4) P. AUGER, « Kernphysik », Berlin, J. Springer, 1936.
- (5) G. BERNARDINI, B. N. CACCIAPUOTI, B. FERRETTI, « Ric. Scient. », 1939, X, 731.
- (6) G. BERNARDINI, B. N. CACCIAPUOTI, B. FERRETTI, *l. c.*
- (7) B. N. CACCIAPUOTI, 1939, X, 680.
- (8) G. COCCONI e V. TONGIORGI, « Ric. Scient. », 1939, X, 566.
- (9) B. N. CACCIAPUOTI, *l. c.*