

**Pubblicazioni**  
**dell'Istituto Nazionale di Geofisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
diretto dal prof. Antonino Lo Surdo

---

**N. 9**

GILBERTO BERNARDINI - BRUNO FERRETTI

**Sulla componente elettronica  
della radiazione penetrante**

ROMA

ANNO MCMXXXIX - XVII

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA",  
ANNO X - N. 1-2 - (GENNAIO-FEBBRAIO 1939-XVII)

ROMA, 1939-XVII - TIPOGRAFIA TERME - VIA PIETRO STERBINI, 6.

La teoria degli sciami (1) ha permesso di rendersi ragione della natura elettronica della cosiddetta componente molle della radiazione penetrante e dei fenomeni che essa determina nell'attraversare la materia. Però nell'ambito delle basse energie l'approssimazione raggiunta dai calcoli non sembra soddisfacente perchè non è del tutto trascurabile il contributo dato ai processi moltiplicativi dagli elettroni aventi energia inferiore a quella  $E_0$  per la quale le perdite per ionizzazione, eguagliano quelle per irraggiamento.

Ciò naturalmente è tanto più vero quanto maggiore è quest'energia  $E_0$  e nell'aria dove essa è di circa  $1,5 \cdot 10^6$  e.v. è tutt'altro che disprezzabile la probabilità che un elettrone, nell'ultimo cammino di Bhabha e Heitler, generi ancora un raggio gamma, il quale a sua volta si materializzi in ulteriori elettroni. Meno ancora sembrano da trascurarsi i raggi gamma, qualunque possa essere la loro origine, aventi un'energia inferiore al valore  $E_0$  sopra indicato.

Queste considerazioni fanno pensare che il cosiddetto taglio sulle basse energie non consenta di prevedere il comportamento della parte più molle della radiazione penetrante e che per es. nell'atmosfera siano presenti in quantità apprezzabile elettroni e raggi gamma aventi un'energia dell'ordine di una diecina di M.E.V.

E' da osservare che ciò vale per la componente molle qualunque sia la sua origine. Vale in particolare anche per quella che è generata come secondaria dalla componente dura (mesotronica) e alla quale ci si deve specialmente rivolgere per l'interpretazione di tutte quelle esperienze che si effettuano al livello del mare (2).

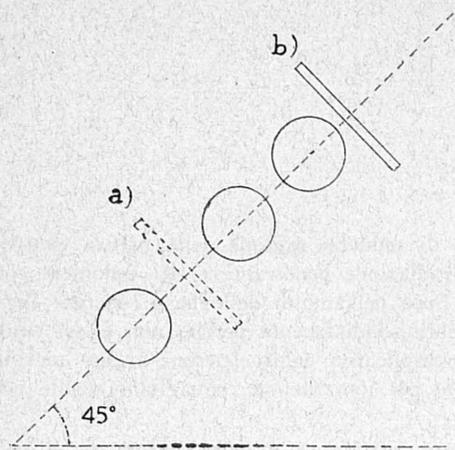
D'altra parte, indipendentemente da quanto può essere suggerito dall'approssimazione di Bhabha e Heitler (\*) l'esistenza di una radiazione mollissima avente una penetrazione di pochi millimetri di *Pb* potrebbe dare, almeno in parte, ragione di alcune divergenze che si manifestano a grandi altezze fra le misure d'intensità eseguite con contatori in coincidenza e quelle eseguite con camere di ionizzazione. M. Schömberg (3) ha sottolineato queste difficoltà e ha appunto suggerito, come possibile, una spiegazione di questo genere per quanto le divergenze siano tali da non sembrare facile l'attribuirle del tutto a questa causa.

Si è allora ritenuto opportuno constatare se effettivamente esiste questa radiazione mollissima, avente una penetrazione di pochi millimetri di *Pb*.

Tre contatori di *Al* a pareti sottilissime (0,15 mm) in coincidenza (la registrazione era anche munita di un dispositivo di opposizione atto a eliminare tutti i disturbi provenienti dall'esterno o dalle linee) aventi un diametro di 3 cm. e una lunghezza utile di 18 cm., venivano disposti come nella figura, con gli assi in un piano inclinato di  $45^\circ$  rispetto all'orizzonte.

(\*) I calcoli di CARLSON e OPPENHEIMER non si prestano a una approssimazione migliore.

Il sistema dei contatori era quasi totalmente protetto dalle radiazioni dell'ambiente da un castello di mattoni di *Pb* aventi uno spessore di 5 cm. Il castello però era munito di una apertura volta verso un'ampia finestra dell'Istituto. L'angolo solido definito dal contatore inferiore (n. 3) e dall'apertura, era del tutto interno a quello definito da questo contatore e dalla finestra.



Il complesso dei contatori, costituente nel suo insieme quello che suol chiamarsi un telescopio per la radiazione penetrante, era puntato, come abbiamo detto, a 45° sull'orizzonte poichè, per effetti di diffusione, sembra essere questa l'inclinazione più adatta per mettere in evidenza la radiazione mollissima di cui sopra.

Davanti al telescopio vi era solo una lastra di vetro di circa 3 mm. di spessore e poi il libero orizzonte.

Per eliminare tutti quegli elettroni che potevano essere dovuti alla radioattività dell'aria e del vetro, fra il II° e il III° contatore veniva costantemente interposto uno schermo di *Al* dello spessore di 3 mm. Per altro, esperienze

orientative fatte senza un tale schermo hanno dato risultati ben poco diversi da quelli ottenuti con lo schermo interposto.

Vennero allora eseguite le seguenti prove che fanno ritenere certa l'esistenza di questa radiazione mista di elettroni e raggi gamma aventi un'energia dell'ordine di una diecina di M.E.V.

a) Uno schermo di *Pb* di soli 4 mm. di spessore veniva alternativamente posto a intervalli di circa venti minuti fra il secondo ed il terzo contatore e cioè al di sopra dello schermo di alluminio.

In due serie di misure eseguite con apparati registratori leggermente diversi, si sono ottenuti i seguenti dati:

		con <i>Pb</i>	senza <i>Pb</i>
I <sup>a</sup> Serie	tempo in min. . . . .	235	235
	n° di impulsi . . . . .	660	852
II <sup>a</sup> Serie	tempo in min. . . . .	125	125
	n° di impulsi . . . . .	339	448

b) Lo stesso schermo di 4 mm. di *Pb* veniva tolto dalla posizione precedente e collocato alternativamente avanti al primo contatore in modo da intercettare tutto l'angolo solido sotteso dal telescopio di contatori.

Si sono ottenuti, con un apparato registratore identico a quello usato nella II<sup>a</sup> Serie delle misure precedenti, i seguenti dati

	con <i>Pb</i>	senza <i>Pb</i>
tempo in min. . . . .	283	283
numero d'impulsi . . . . .	934	889

c) A riprova delle esperienze precedenti lo schermo di *Pb* di 4 mm. veniva alternativamente posto (ogni 20 min.) ora fra il contatore 2 e il contatore 3, come nell'esperienza a), ora davanti al primo contatore, come nell'esperienza b).

Indicando rispettivamente la prima e la seconda posizione del *Pb* con le locuzioni, *Pb* in *a*), *Pb* in *b*), si sono ottenuti i seguenti risultati:

	<i>Pb</i> in <i>a</i>	<i>Pb</i> in <i>b</i> )
tempo in min. . . . .	275	275
numero d'impulsi . . . . .	730	951

Come si vede dalla prima di queste esperienze (esp. *a*), circa il 25 % della radiazione incidente sotto un'inclinazione media di 45° è costituita da elettroni che non attraversano i 4 mm di *Pb*. Dalla seconda (esp. *b*) che dà rispetto alla prima un risultato insolito nelle misure di assorbimento dei raggi cosmici, si deduce invece l'esistenza di una radiazione non ionizzante (gamma) in misura tale da provocare nel *Pb* antistante ai contatori una radiazione elettronica così copiosa da compensare l'assorbimento di quegli elettroni che l'esperienza *a*) mette in evidenza.

La terza (esp. *c*) è una diretta conferma (nei limiti degli errori) delle esperienze *a*) e *b*).

Altre prove sono ora in corso per meglio esaminare il comportamento di questa radiazione di bassa energia. Dai risultati di esse finora raccolti, ancora insufficienti per poterne trarre delle conclusioni sicure, sembra che la radiazione elettronica generata da quella gamma nel piombo (esperienza *b*) sia di energia più elevata di quella elettronica che proviene direttamente dall'atmosfera (esperienza *a*). Ciò si inquadrerebbe molto bene nelle idee che si hanno circa i processi moltiplicativi attraverso i quali si degrada l'energia della componente elettronica dei raggi cosmici e fornirebbe una spiegazione di alcuni fatti per ora di incerta interpretazione.

Roma, 16 dicembre 1938-XVII.

- 
- (1) H. J. BHABHA and W. HEITLER, « Proc. Roy. Soc. », 159, 132, 1937.
  - (2) G. BERNARDINI e B. FERRETTI, « Ric. Scient. », anno IX, vol. II, n. 11-12, dicembre 1938.
  - (3) M. SCHÖMBERG, « La Ric. Scient. », Anno IX, vol. II, n. 7-8 otto e 1938.