

PUBBLICAZIONI
DELL' ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

N. 126

C. FESTA - G. COCCONI

La distribuzione della densità degli sciami
estesi dell'aria

ROMA
ANNO 1946

La distribuzione della densità negli sciami estesi dell'aria.

G. COCCONI

Istituto di Fisica dell'Università di Catania

C. FESTA

Istituto Nazionale di Geofisica - Roma

(ricevuto il 19 novembre 1946)

Riassunto. — Esperienza dalla quale si deduce che nei grandi sciami non si presentano altri processi oltre quelli moltiplicativi. Questo risultato conferma che gli sciami estesi sono dovuti essenzialmente ad elettroni e fotoni moltiplicantisi in cascata.

Summary. — If in the extensive showers, beside the electrons produced by cascade multiplication, there existed an appreciable percentage of particles formed in «local» processes, we should expect to observe «local» concentrations of particles, grouped round the corresponding primary one. The particle-density of the extensive showers has been carefully investigated in this experiment from which seems reasonable to conclude that there are no «local» concentrations of particles in the extensive showers.

La formazione di sciami estesi viene generalmente attribuita a processi di moltiplicazione in cascata di elettroni e fotoni di altissima energia. Tale ipotesi è confermata dall'ottimo accordo esistente fra i risultati dell'esperienza e i calcoli eseguiti sulla base della teoria del processo a cascata di BHABHA e HEITLER: accordo che si osserva tanto nella frequenza di detti sciami in funzione della loro estensione ⁽¹⁾ quanto nello spettro di densità degli sciami medesimi ⁽²⁾.

Se il processo in cascata fosse il solo responsabile della produzione degli sciami estesi, la densità delle particelle nell'interno dello sciame varierebbe con continuità dalla zona centrale alla periferica: questo perchè la formazione dello sciame si prolunga attraverso tutta l'atmosfera su un percorso di parecchi chilometri, cosicchè nella distribuzione finale degli elettroni e dei fotoni non sono rilevabili fenomeni di condensazione. Qualora, invece, oltre

⁽¹⁾ C. MOLIÈRE: in *Vorträge über kosmische Strahlung*, pag. 24, Berlin, 1943.

⁽²⁾ G. COCCONI, V. TONGIORGI, A. LOVERDO: «Nuovo Cimento», 3, 50 (1946).
«Phys. Rev.» 70, 846 (1946).

a quelle originate da processi in cascata, esistesse negli sciami estesi una certa percentuale di particelle formatesi in processi «locali», quali, per esempio, l'evaporazione nucleare, nell'ambito degli sciami estesi sarebbe da attendersi la presenza di condensazioni «locali» di particelle, aggruppate attorno alla rispettiva particella primaria.

Eventuali condensazioni «locali» non sono messe in evidenza nelle consuete misure di densità degli sciami estesi, in cui le rispettive distanze dei contatori sono di parecchi metri: esse si possono invece rivelare collocando

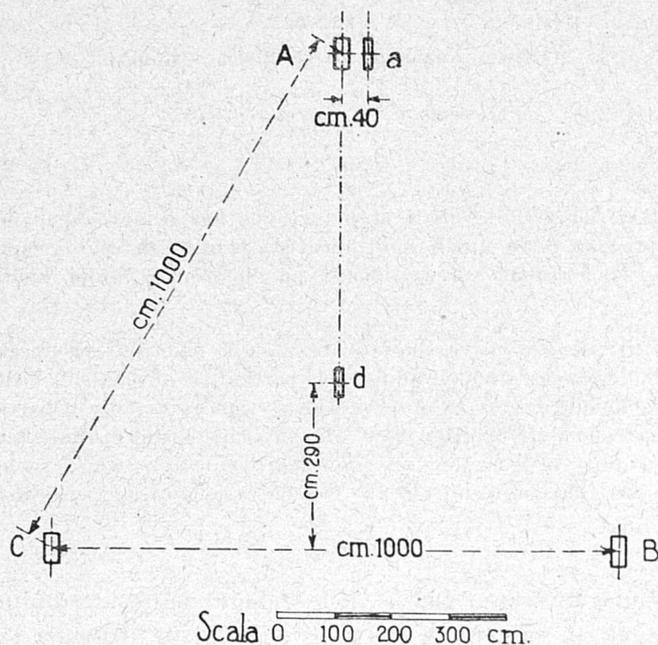


Fig. 1.

il contatore esploratore della densità nelle immediate vicinanze di uno dei contatori che individuano lo sciame.

Si consideri, ad esempio, la fig. 1, che riproduce la disposizione dei contatori utilizzati nella nostra misura: A, B e C sono contatori situati in un piano orizzontale alla distanza l'uno dall'altro di 10 m. Normalmente la densità degli sciami che colpiscono i contatori A, B, C si deduce dal confronto delle coincidenze triple:

$$T = A + B + C$$

con le coincidenze quadruple:

$$Q_a = A + B + C + d$$

fra i tre contatori precedenti e un quarto, d , posto simmetricamente fra questi (nel nostro caso nel centro del triangolo a circa 6 m di distanza da A , B e C).

La densità delle particelle dello sciame è data dalla relazione:

$$(1) \quad \Delta = \frac{1}{S} \lg \frac{1}{1 - Q_a/T}$$

in cui S è la superficie del contatore d .

Evidentemente la densità misurata in queste condizioni è solo quella delle particelle provenienti da processi di moltiplicazione in cascata e può essere influenzata in minima parte dagli eventuali fenomeni «locali», che, non essendo ricchi di particelle, sono sensibili solo a piccole distanze dal luogo di formazione.

L'influsso di questi ultimi può invece manifestarsi quando si utilizzi come contatore esplorante il contatore a , posto in vicinanza del contatore A (nel nostro caso a 40 cm). Per esso infatti è molto maggiore la probabilità di venir colpito da una particella associata «localmente» con quella che colpisce il contatore vicino.

Dal confronto delle densità calcolate colla formola (1), utilizzando una volta le coincidenze quaduple Q_a e una volta le coincidenze quaduple:

$$Q_a = A + B + C + a$$

si possono avere indicazioni sulla presenza o meno negli sciami estesi dell'aria di fenomeni di moltiplicazione diversi da quelli in cascata.

Nelle misure da noi eseguite tutti i contatori erano in vetro e ottone, pieni di argon e alcool con pareti di circa 1 mm. I contatori A , B e C avevano superfici efficaci di 0,066 m² ciascuno, mentre quelle di a e d erano di 0,033 m².

Con un sistema di coincidenza alla Rossi (potere risolutivo: $5,5 \cdot 10^{-7}$ min), venivano registrate contemporaneamente le coincidenze triple T ($A+B+C$), le quaduple Q_a ($A+B+C+d$) e Q_a ($A+B+C+a$). La tensione ai contatori era fornita da un alimentatore tipo Gingrich⁽³⁾. Facciamo notare come, misurando contemporaneamente le coincidenze T , Q_a e Q_a , non sia necessario introdurre alcuna correzione per le variazioni della pressione barometrica e in generale si attenni il danno di qualsiasi eventuale lenta variazione della sensibilità dell'apparato registratore.

L'esperienza è stata condotta su un'ampia terrazza dell'Istituto di Fisica di Roma (60 m s.l.m.), coll'orizzonte completamente libero. I contatori erano protetti solo da una lamiera di alluminio di 1 mm di spessore in modo da eliminare sicuramente qualsiasi fenomeno di coerenza dovuto alla multipli-

(3) N. S. GINGRICH: « R.S.I. », 7, 207 (1936).

cazione della radiazione cosmica nel materiale circostante: fenomeni di questo tipo, che sono stati messi in evidenza da uno di noi (4) proprio negli sciami estesi possono falsare notevolmente i risultati.

Sebbene i contatori a e d fossero perfettamente uguali e i rami della registrazione a coincidenze quadruple funzionassero in modo perfettamente equivalente, pure, per evitare anche lievi differenze sistematiche strumentali si sono scambiati alternativamente sia le posizioni dei contatori che i rami delle coincidenze quadruple. Le misure sono durate ininterrottamente per tutto il mese di agosto 1944. Ogni giorno veniva fatto un controllo generale dei contatori e della registrazione.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti:

Tempo (minuti)	T	T/min	Q_a	Q_a/min	Q_d	Q_d/min
27848	4916	$0,176 \pm 0,0025$	1754	$0,063 \pm 0,0015$	1779	$0,064 \pm 0,0015$

La frequenza delle coincidenze quadruple Q_a e Q_d risulta uguale largamente entro gli errori statistici. Ciò sta ad indicare la uniformità di distribuzione delle particelle e quindi l'assenza negli sciami estesi dell'aria di condensazioni « locali ». Poichè le coincidenze casuali triple registrate dal nostro apparecchio erano dell'ordine di $4 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$, le coincidenze triple corrette delle casuali sono $T_v = T - C_3 = 0,14 \text{ min}^{-1}$ e la densità media degli sciami osservati risulta:

$$\Delta = 18 \text{ m}^{-2}$$

d'accordo con quanto è stato osservato altrove (4).

Un risultato differente dal nostro ha ottenuto AUGER (5): secondo questo autore infatti la densità degli sciami estesi presenta delle notevoli condensazioni locali. Molto probabilmente il disaccordo con le nostre misure è da attribuire alla presenza nelle misure di AUGER di un tetto di spessore non trascurabile al disopra dei contatori: tetto di cui peraltro l'autore non fa cenno. Questo strato di materiale può aver dato origine a sciami locali e conseguentemente ad un effetto di coerenza. Un simile inconveniente è stato evitato nelle nostre misure in cui, come si è già fatto osservare, si è accuratamente eliminata la possibilità di fenomeni di questo tipo.

In conclusione noi riteniamo di poter affermare che le particelle presenti negli sciami estesi dell'aria sono distribuite uniformemente entro l'estensione dello sciame così come è previsto dalla teoria della moltiplicazione degli elettroni e fotoni di altissima energia.

(4) G. COCCONI, A. LOVERDO, V. TONGIORGI: « Nuovo Cimento », 2, 14, (1944). « Phys. Rev. », 70, 841, (1946).

(5) P. AUGER, R. MAZE, P. EHRENFEST, A. FRÉON: « Journ. Phys. Rad. », 10, 39 (1939).