

PUBBLICAZIONI
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
diretto dal prof. ANTONINO LO SURDO Accademico d'Italia

N. 67

SALVATORE PATANÈ - BELTRAMINO PANEBIANCO

Sulla curva di assorbimento della
radiazione cosmica sotto terra

ROMA
ANNO MCMXLI-XIX

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA"
ANNO 12° - N. 7-8-9 - LUGLIO-SETTEMBRE 1941 - XIX, pag. 833

TIPOGRAFIA DELLE TERME - VIA PIETRO STERBINI, 6

Riassunto: Si è eseguita la curva di assorbimento tra 0 e 80 mm *Pb* della radiazione cosmica sotto uno strato di 97 m di acqua equivalente dalla sommità dell'atmosfera. Si è determinato anche il rapporto m/d in queste condizioni.

In questi ultimi anni parecchi ricercatori hanno eseguito delle misure dei raggi cosmici sotto il suolo. I risultati sono stati spesse volte contraddittori. Così Auger e Rosenberg ⁽¹⁾ trovarono alla profondità di 70 m di acqua equivalente dalla sommità dell'atmosfera (*), un decremento non superiore al 3 % nella radiazione quando interponevano tra i contatori 10 cm di *Pb*. Grivet ⁽²⁾ operando con contatori non schermati, trovò addirittura che il rapporto molle/dura passava dal 20% al 7 % e al 3 % quando i metri di acqua equivalente erano rispettivamente 10, 30 e 75. Schermando però un contatore tutto intorno con 5 cm di *Pb* Auger e Grivet ⁽³⁾ ebbero come risultato che il rapporto molle/dura a 75 m di acqua equivalente era del 20 % e che esso variava con l'inclinazione arrivando al 39 % con una inclinazione di 60° dalla verticale. Santangelo e Scrocco ⁽⁴⁾ invece operando con contatori liberi ottennero a 20 m di acqua equivalente $m/d = 5,3$ %, rapporto che passa al valore di 17,2 % quando da 20 m d'acqua equivalente si va a 85 m di acqua equivalente ⁽⁵⁾.

Ballario, Della Corte e Prospero ⁽⁶⁾ con una serie di misure eseguite nella grande galleria dell'Appennino determinarono il rapporto m/d tra 25 e 585 m di acqua equivalente. La loro curva, in buon accordo con quella di Clay e Van Gemert ⁽⁷⁾, segnala solo lievi fluttuazioni nel rapporto molle/dura nei primi 200 m di acqua equivalente, per poi salire rapidamente ad un massimo verso i 400 m di acqua equivalente.

Una più completa trattazione della questione è stata fatta da Bernardini, Pancini, Santangelo, Scrocco ⁽⁸⁾. Essi applicando i calcoli di Bhabha e Williams ed ammettendo che la radiazione cosmica osservata sotto forti spessori di terra fosse solo composta di mesotroni e dei loro secondari, dedussero che il rapporto $\frac{m}{d}$ ad 85 m di acqua equivalente e quello a 20 m di acqua equivalente debbono stare come 1,14 : 1, cosa che è in netto contrasto con i dati forniti loro dalla esperienza. Da ciò l'ipotesi, già formulata da altri ⁽⁹⁾,

(*) In questa nota intenderemo espressi i metri di acqua equivalenti sempre a partire dalla sommità dell'atmosfera.

che gli elettroni osservati non siano tutti secondari dei mesotroni, ma siano dovuti anche ad una radiazione forse non ionizzante.

Nelle esperienze sopracitate gli autori si erano limitati a trovare solo i punti necessari per la determinazione del rapporto molle/dura. Nielsen e Morgan ⁽¹⁰⁾ hanno invece determinata la curva di assorbimento dei raggi cosmici fino a 550 g/cm² di *Pb* sotto uno spessore di materiale di 70 m di acqua equivalente. Essi trovarono $\frac{m}{d} = 25 \%$, mentre fuori della galleria era $\frac{m}{d} = 30 \%$. L'esperienza era eseguita però in coincidenze doppie.

La presente ricerca ha per scopo la determinazione della curva di assorbimento sotto uno strato di materiale di 97 m circa di acqua equivalente.

A tale scopo si è usata la stessa disposizione e gli stessi mezzi citati in un lavoro già apparso nella « Ricerca scientifica » ⁽¹¹⁾.

L'esperienza è stata eseguita in una stanza di una galleria messa gentilmente a disposizione dal Preside della Provincia, Comm. Tornatola Fulci, che vivamente ringraziamo, lunga m 6 ed alta m 5. Il materiale costituente

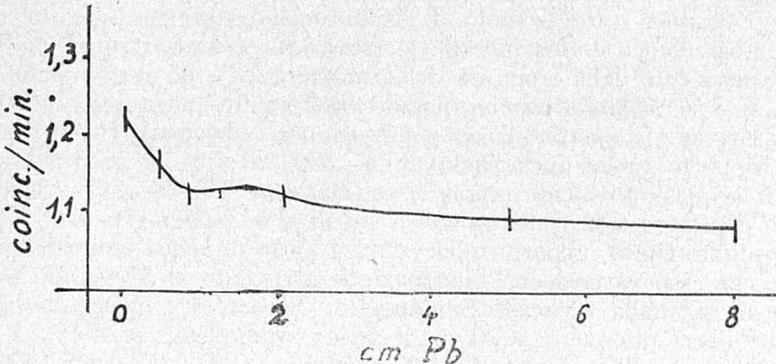


Fig. 1

la collina soprastante detta galleria era costituito per la massima parte di materiale sabbioso incoerente a grana fine con tracce di materiale argilloso e friabile la cui densità media è stata trovata essere eguale a circa 2,5. Il valore dello spessore di detto materiale presenta qualche incertezza poichè la collina aveva un pendio piuttosto ripido. Misure dirette ci hanno dato la possibilità di poter assumere con sicurezza l'altezza media uguale a 35 m.

Gli schermi di piombo usati erano anche qui di mm 0,4, 8, 12, 20, 50, 80 e venivano alternati ad intervalli di 90÷120 minuti. Tutti i potenziali di alimentazione sia della registrazione come dei contatori erano verificati ad ogni cambiamento di schermo. Due volte al giorno veniva esaminato il funzionamento dei singoli contatori contando il numero di impulsi che essi davano in un minuto. Da notare a questo proposito che questo numero di impulsi si aggirava sui 400 al minuto, con lievissima differenza sul numero registrato all'aria libera e sotto 160 g/cm² ⁽¹¹⁾. Il rendimento dei contatori determinato all'inizio della ricerca ed alla fine era del 100%. Ad evitare eventuali influenze dovute ad una variazione diurna della intensità della radiazione cosmica si variava sempre ciclicamente l'inizio della serie di misure.

Poichè si è potuto osservare che la variazione di pressione tra 750 e 760 mm Hg non portava alcun cambiamento nella curva di assorbimento della radiazione cosmica si sono presi in considerazione soltanto i dati ricavati nei giorni durante i quali la pressione non aveva oltrepassato questi limiti.

Riportiamo nella tabella I i dati così ottenuti e nella tabella II quelli che si riferiscono agli sciami e casuali. La determinazione di essi è stata fatta, al solito, portando il contatore superiore fuori dell'angolo solido sotteso dai rimanenti.

La fig. 1 rappresenta la curva ricavata in base a questi valori, dopo aver effettuato la correzione degli sciami.

750 ≤ P ≤ 760

TABELLA I.

mm Pb	coinc.	minuti	coinc/minuto
0	6612	5231	1,264 ± 0,0156
4	6118	5080	1,204 ± 0,0154
8	6018	5183	1,161 ± 0,0150
12	6190	5274	1,174 ± 0,0149
20	6059	5210	1,163 ± 0,0149
50	5911	5227	1,131 ± 0,0147
80	5922	5317	1,114 ± 0,0145

Casuali e sciami

TABELLA II.

0	276	7055	0,0391 ± 0,0024
4	285	7613	0,0374 ± 0,0022
8	236	6580	0,0367 ± 0,0023
12	256	7405	0,0346 ± 0,0022
20	234	6786	0,0345 ± 0,0023
50	222	6877	0,0323 ± 0,0022
80	259	7518	0,0345 ± 0,0021

Una valutazione del rapporto molle/dura si può ottenere detraendo la intensità osservata per 80 mm Pb da quella data da 0 mm Pb, e dividendo questa differenza per l'intensità osservata con 80 mm Pb. Si trova così:

$$\frac{m}{d} = \frac{1,225 - 1,08}{1,08} = 0,134 \pm 0,0203$$

Questo valore è in buon accordo con quello che si può ricavare, alla stessa profondità, dalle curve date da Ballario, Della Corte e Prosperi ⁽⁶⁾ (0,10 ± 0,035) i quali tra l'altro hanno valutato il rapporto *m/d* con lo stesso criterio; si accorda abbastanza anche con il valore fornito da Bernardini, Pancini, Santangelo, Scrocco, 0,172 ± 0,04, quando si tenga conto che essi hanno esteso le misure per la determinazione della dura fino a 60 mm Pb. Non va d'accordo con quanto hanno trovato invece Nielsen e Morgan ⁽¹⁰⁾ nè con i primi lavori di Auger e collaboratori ⁽¹⁾ ⁽²⁾. La forma della curva di assorbimento è abbastanza simile a quella trovata sotto uno spessore di 160 g/cm², come si può osservare dal confronto con la fig. 3 di ⁽¹¹⁾ e rivela la caratteristica gobba di Arley ⁽¹²⁾ pronunciantesi tra 8 e 20 mm Pb.

Dato che lo spessore della parete dei contatori era minore di quello dei contatori usati da Bernardini, Pancini, ecc. (0,5 mm. invece di 1 mm) e lo strato assorbente di terra più grande (97 m di a. eq. invece di 85 m di a. eq.), era da attendersi in questa esperienza un valore del rapporto m/d maggiore.

È da osservare però che all'aria libera ed al livello del mare si è trovato con lo stesso dispositivo ⁽¹¹⁾ un rapporto m/d compreso tra il 25 % ed il 30 % conforme al valore medio ottenuto dai vari ricercatori. È quindi da presumere che la differenza di spessore nella parete dei contatori non eserciti una influenza rilevante. Ciò è forse da attribuire al fatto che gli elettroni di energia inferiore ai 10 M eV, vengono fortemente diffusi.

Poichè anche l'angolo di apertura dei contatori era sensibilmente uguale nelle due esperienze, la lieve differenza tra i due valori del rapporto m/d sarebbe da attribuire essenzialmente al diverso modo di computare la dura.

La preparazione di questa ricerca è stata effettuata presso l'Istituto nazionale di geofisica del C. N. R. . Lo svolgimento delle misure è stato curato presso l'Istituto di fisica della R. Università di Messina, coi mezzi forniti dal Comitato per la geofisica e meteorologia del C. N. R. .

BIBLIOGRAFIA

- (1) AUGER, ROSEMBERG, C. R., 1935, n. 201, p. 1116.
- (2) GRIVET, C. R., 1938, n. 206, p. 833.
- (3) AUGER, GRIVET, « Rev. Mod. Phys. », 1939, n. 11, p. 232.
- (4) SANTANGELO, SCROCCO, « Ric. scient. », 1940, p. 601.
- (5) PANCINI, SANTANGELO, SCROCCO, « Ric. scient. », 1940, p. 952.
- (6) BALLARIO, DELLA CORTE, PROSPERI, « Ric. scient. », 1941, p. 162.
- (7) CLAY, VAN GEMERT, « Physica », 1939, n. 6, p. 497.
- (8) BERNARDINI, PANCINI, SANTANGELO, SCROCCO, « Ric. scient. », 1941, p. 321.
- (9) WILSON, « Rev. of. Mod. Phys. », 1939, n. 11, p. 230.
- (10) NIELSEN, MORGAN, « Phys. Rev. », 1938, n. 54, p. 245.
- (11) PATANÈ, « Ric. scient. », 1941, p. 426.
- (12) ARLEY, « Proceedings of Roy. Soc. », v. CLXVIII, 1938, p. 519.