

A composite image featuring the Earth and the Moon. The Earth is in the foreground, showing its blue atmosphere and white clouds. The Moon is in the background, showing its dark, cratered surface. A bright blue beam of light, representing cosmic rays, enters from the top left and spreads out towards the Earth and Moon. The background is a dark blue space filled with numerous small white stars.

I RAGGI COSMICI ED I MUONI

Lorenzo Calabrese
Pasquale Robetti
Gianfranco Vigliena

I RAGGI COSMICI

I raggi cosmici sono particelle energetiche provenienti dallo spazio esterno^[1], alle quali sono esposti la Terra e qualunque altro corpo celeste, nonché i satelliti e gli astronauti in orbita spaziale.

La loro natura è molto varia (l'energia cinetica delle particelle dei raggi cosmici è distribuita su quattordici ordini di grandezza), così come varia è la loro origine:

il Sole, le altre stelle, fenomeni energetici come novae e supernovae, fino ad oggetti remoti come i quasar.

I MUONI

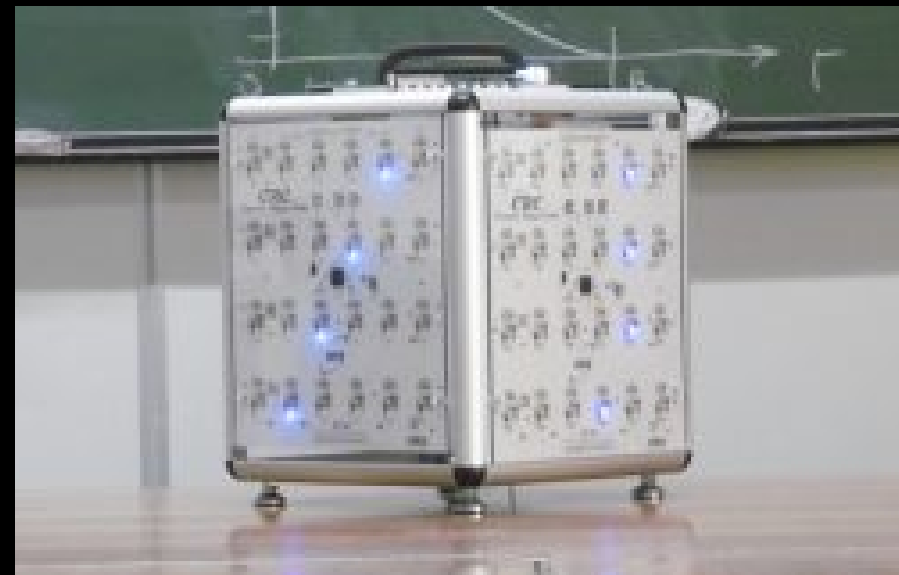
Il muone (dalla lettera greca μ) è una particella elementare con carica elettrica negativa e spin pari a $\frac{1}{2}$, è simile ad un elettrone ma con una massa circa 206 volte maggiore.

Da tutto lo spazio arrivano verso la terra i raggi cosmici che, appena entrano negli strati superiori dell'atmosfera, producono moltissimi muoni. I muoni sono delle particelle instabili che "vivono" circa 2,2 microsecondi.

Due sono le caratteristiche notevoli del muone: la sua velocità di decadimento e la sua velocità che è molto prossima a quella della luce.

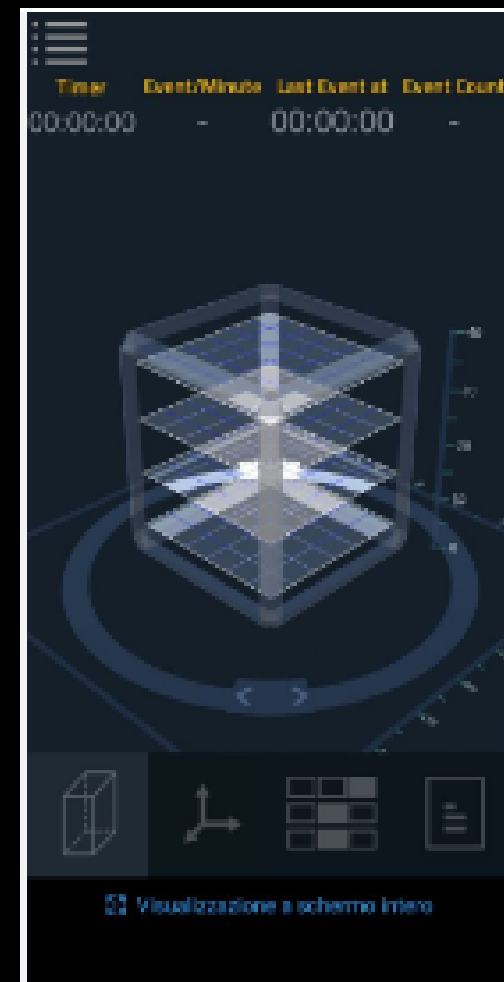
IL «DETECTOR» DEI MUONI

- Ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso è stato realizzato un telescopio di raggi cosmici, chiamato Cosmic Rays Cube (CRC), che è in grado di visualizzare il passaggio di particelle contenute nello sciame di raggi cosmici che continuamente arrivano sul suolo terrestre.
- Esso consente di misurare il flusso di particelle a varie altitudini, la loro distribuzione angolare, l'efficienza del rivelatore al variare di alcuni parametri di funzionamento.



L'APP PER LA MISURA DEI MUONI

- l'App "Cosmic Rays Live", scaricabile da qualsiasi smartphone, consente di salvare interi set di dati raccolti dal CRC. Con sistema Android o iOS i dati vengono automaticamente salvati sul cellulare ogni qualvolta ci si collega ad uno dei siti dove sono dislocati i telescopi (Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Laboratorio Sotterraneo di Canfranc in Spagna, New York University di Abu Dhabi e Monte Soratte).



LE MISURE EFFETTUATE

- Il flusso di muoni a terra non è uniformemente distribuito.
- Analizzando le direzioni di arrivo di queste particelle in funzione dell'angolo che esse formano con lo zenit locale, si scopre che il flusso massimo si ha per $\theta=0^\circ$ ossia per particelle che arrivano perpendicolarmente alla superficie terrestre.
- Il flusso diminuisce continuamente all'aumentare dell'angolo tra la direzione di incidenza e lo zenit. A 90° il flusso è minimo.

LE MISURE EFFETTUATE

	GIORNO 1	GIORNO 2	GIORNO 3	GIORNO 4	GIORNO 5	GIORNO 6	GIORNO 7
ANGOLO	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
MIN 1	82 muoni	73 muoni	49 muoni	26 muoni	46 muoni	17 muoni	14 muoni
MIN 2	91 muoni	74 muoni	59 muoni	38 muoni	46 muoni	21 muoni	9 muoni
MIN 3	83 muoni	76 muoni	60 muoni	37 muoni	33 muoni	18 muoni	18 muoni
MIN 4	73 muoni	77 muoni	61 muoni	49 muoni	36 muoni	25 muoni	22 muoni
MIN 5	71 muoni	73 muoni	41 muoni	38 muoni	37 muoni	30 muoni	13 muoni
MIN 6	80 muoni	62 muoni	54 muoni	40 muoni	36 muoni	19 muoni	11 muoni
MIN 7	65 muoni	74 muoni	56 muoni	42 muoni	31 muoni	23 muoni	10 muoni
MIN 8	60 muoni	69 muoni	51 muoni	39 muoni	32 muoni	27 muoni	17 muoni
MIN 9	82 muoni	65 muoni	44 muoni	33 muoni	33 muoni	20 muoni	16 muoni
MIN 10	70 muoni	68 muoni	28 muoni	30 muoni	34 muoni	22 muoni	15 muoni
VM Hz	1,26	1,18	0,8	0,62	0,61	0,37	0,24
ERR ASS	15,5	7,5	16,5	11,5	7,5	6,5	6,5
ERR REL	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04
ERR %	2%	1%	3%	3%	2%	3%	4%