

## IL COSMIC RAY CUBE: DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO E TECNICA DI RIVELAZIONE DEI MUONI Leone Federica, Zironi Giulia e Laurato Francesca

Liceo Scientifico Galileo Galilei, Napoli, Italia

[leone.federica@liceogalileinapoli.edu.it](mailto:leone.federica@liceogalileinapoli.edu.it)

### Estratto

I **muoni** sono particelle subatomiche simili agli elettroni, ma 200 volte più massicce, generate nell'atmosfera dai **raggi cosmici**. Ogni secondo attraversano la Terra e il nostro corpo senza che ce ne accorgiamo. Durante l'**International Cosmic Ray Day**, abbiamo partecipato a esperimenti presso l'Università Federico II di Napoli, misurando il flusso di muoni con il **Cosmic Ray Cube (CRC)**, un rivelatore avanzato. I dati si possono raccogliere oltre che con il cubo anche con l'App "**Cosmic Rays Live**". L'esperienza, arricchita dal confronto con studenti internazionali, ha evidenziato l'importanza della ricerca sui raggi cosmici per la fisica e le sue applicazioni tecnologiche.

### Introduzione

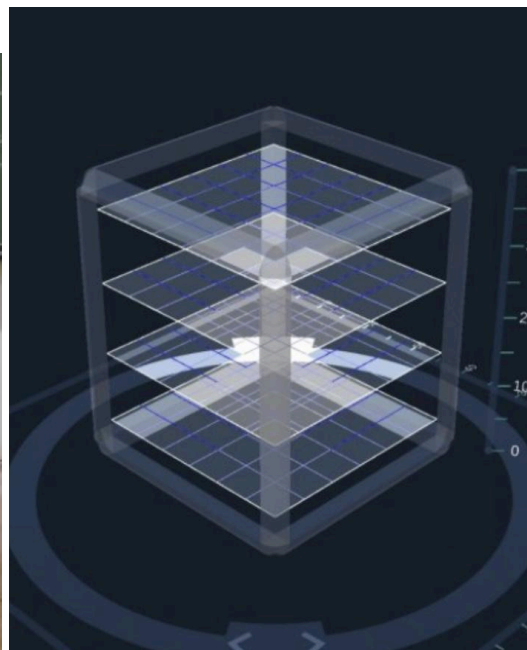
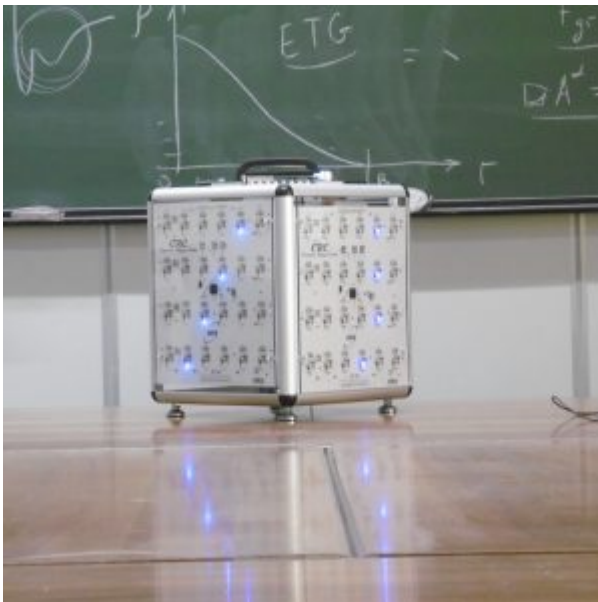
Al livello del mare le particelle secondarie, più facilmente misurabili, sono i muoni. Se tenete il palmo della vostra mano verso il cielo, ogni secondo è attraversato da un muone. L'intensità dei muoni è, infatti, di circa 1 muone ogni cm<sup>2</sup> ogni minuto. Queste particelle sono simili agli elettroni, ma hanno una massa 200 volte superiore. Il muone, inoltre, è una particella caratterizzata da una vita media di circa 2 milionesimi di secondo, passato questo tempo dalla loro creazione, decade ossia scompare e al suo posto appaiono altre tre particelle: un elettrone e due neutrini. Il fenomeno dei muoni funziona pressapoco nel modo seguente. Dallo spazio arrivano particelle (prevalentemente protoni) che vengono dette raggi cosmici primari, una volta entrati nell'atmosfera terrestre, i raggi cosmici interagiscono con le molecole dell'atmosfera formando così altre particelle (raggi cosmici secondari) che proseguono il proprio viaggio verso il suolo, interagendo a loro volta con le molecole dell'atmosfera e creando altre particelle in un processo a cascata. Si crea così una pioggia di particelle che ci investe ogni giorno. Non crediate che si tratti di fenomeni sporadici, tutt'altro: si stima infatti che ogni secondo ogni centimetro quadrato della superficie terrestre sia raggiunto da una particella. Questo significa che anche noi quotidianamente siamo attraversati da raggi cosmici senza rendercene conto.

Il giorno 26 novembre, in occasione dell' International Cosmic Ray, ci siamo recati al Dipartimento di Fisica dell'Università Federico II di Napoli per immergerci nel mondo dei raggi cosmici con attività interattive e misure dal vivo del flusso dei muoni atmosferici. L'iniziativa interessava le classi del biennio delle scuole superiori di secondo grado, nello specifico le classi quarte e quinte. Innanzitutto ci è stata fornita una dettagliata spiegazione sui muoni, soffermandosi in particolare sulle origini di tali particelle e sulle modalità per misurare il loro flusso. In seguito, abbiamo proceduto con la misurazione dal vivo di reti di muoni. In questa operazione siamo stati coinvolti direttamente noi studenti: siamo stati proprio noi, infatti, ad effettuare le varie misurazioni. Ogni volta abbiamo notato i cambiamenti nei risultati dopo aver utilizzato angoli differenti. Infine ci siamo divisi in diversi gruppi e abbiamo lavorato a delle presentazioni riassumendo le attività svolte durante la

giornata e le abbiamo esposte durante un collegamento online con diversi atenei, sia italiani che internazionali. È stata una preziosa occasione per confrontarci con studenti stranieri su una tematica di grande rilevanza scientifica, che ha permesso di arricchire il nostro punto di vista attraverso approcci diversi e metodologie variegate. Questo scambio di idee e conoscenze ha non solo ampliato la nostra comprensione del fenomeno in questione, ma ha anche consolidato il valore della collaborazione internazionale, fondamentale per affrontare le sfide globali e per promuovere una cultura scientifica condivisa e inclusiva.

### Metodo di ricerca

Il rivelatore, che presenta il nome di Cosmic Ray Cube, è in grado di rilevare la componente più penetrante dei raggi cosmici secondari, quella costituita dai muoni. Il muone è una particella che ha la stessa carica elettrica dell'elettrone, ma è circa 200 volte più pesante ed ha un tempo di vita media molto breve.



La rivelazione del passaggio dei muoni all'interno del CRC avviene grazie all'utilizzo di una sofisticata tecnologia che impiega tre tipologie di rivelatori:

- scintillatori plastici, in grado di convertire in luce l'energia rilasciata dall'interazione di una particella carica;
- particolari fibre ottiche chiamate Wave Length Shifter (WLS) che raccolgono i segnali di luce e li convertono in luce di diversa lunghezza d'onda (dal blu al verde);
- fotomoltiplicatori al Silicio (SiPM) in grado di convertire la luce raccolta dalla WLS in un segnale elettrico facilmente digitalizzabile.

Il CRC è inoltre dotato di LED che, si accendono al passaggio delle particelle, consentendo di seguire ad occhio nudo la traiettoria. Il rivelatore, pensato per essere un dispositivo portatile, è un cubo di lato 30 cm, costituito da quattro moduli distanziati tra loro di 7 cm. Ogni modulo è costituito da 2 piani, ciascuno costituito da 6 bacchette scintillanti sovrapposte e posizionate ortogonalmente tra loro.

## AGGIUNTA

### **Ricostruzione delle tracce con App “Cosmic Rays Live”**

È stata anche sviluppata, in collaborazione con professionisti del settore, l'App “Cosmic Rays Live”, scaricabile da qualsiasi smartphone, sul quale possono essere salvati interi set di dati raccolti dal CRC. In particolare si chiede che la particella attraversi tutte e 4 i piani del rivelatore per essere sicuri che si tratti di un muone, e poi attraverso l'app è possibile raccogliere i dati sugli hit in modo da ricostruire le tracce e sapere da dove arriva.

Quello che si può calcolare con semplici passaggi matematici viene invece calcolato automaticamente dall'App. Collegandosi ad uno dei siti indicati nell'App dove sono dislocati i CRC, è possibile vedere in tempo reale il passaggio dei muoni all'interno dei rivelatori grazie ad un dedicato programma di grafica in 3D. In essa sono inoltre riportate le viste X e Y, gli istogrammi dei pixel colpiti relativi al set di dati raccolti e il numero di conteggi per canale e di ciascun piano.

E' interessante notare che un telescopio di dimensioni maggiori fatto da 10 piani e 10 canali, progettato e realizzato ai LNGS e gestito dalla Sezione INFN di Napoli, è in acquisizione nella stazione Toledo della metropolitana di Napoli.

### FONTI

<https://web.infn.it/OCRA/misura-della-rate-di-muoni-cosmici/#:~:text=Lo%20strumento%2C%20chiamato%20Cosmic%20Rays,variare%20di%20alcuni%20parametri%20di>  
<https://web.infn.it/OCRA/international-cosmic-day/international-cosmic-day-2024/>  
<https://web.infn.it/OCRA/?s=cosmic+ray+cube>