

Discover Cosmic Particles

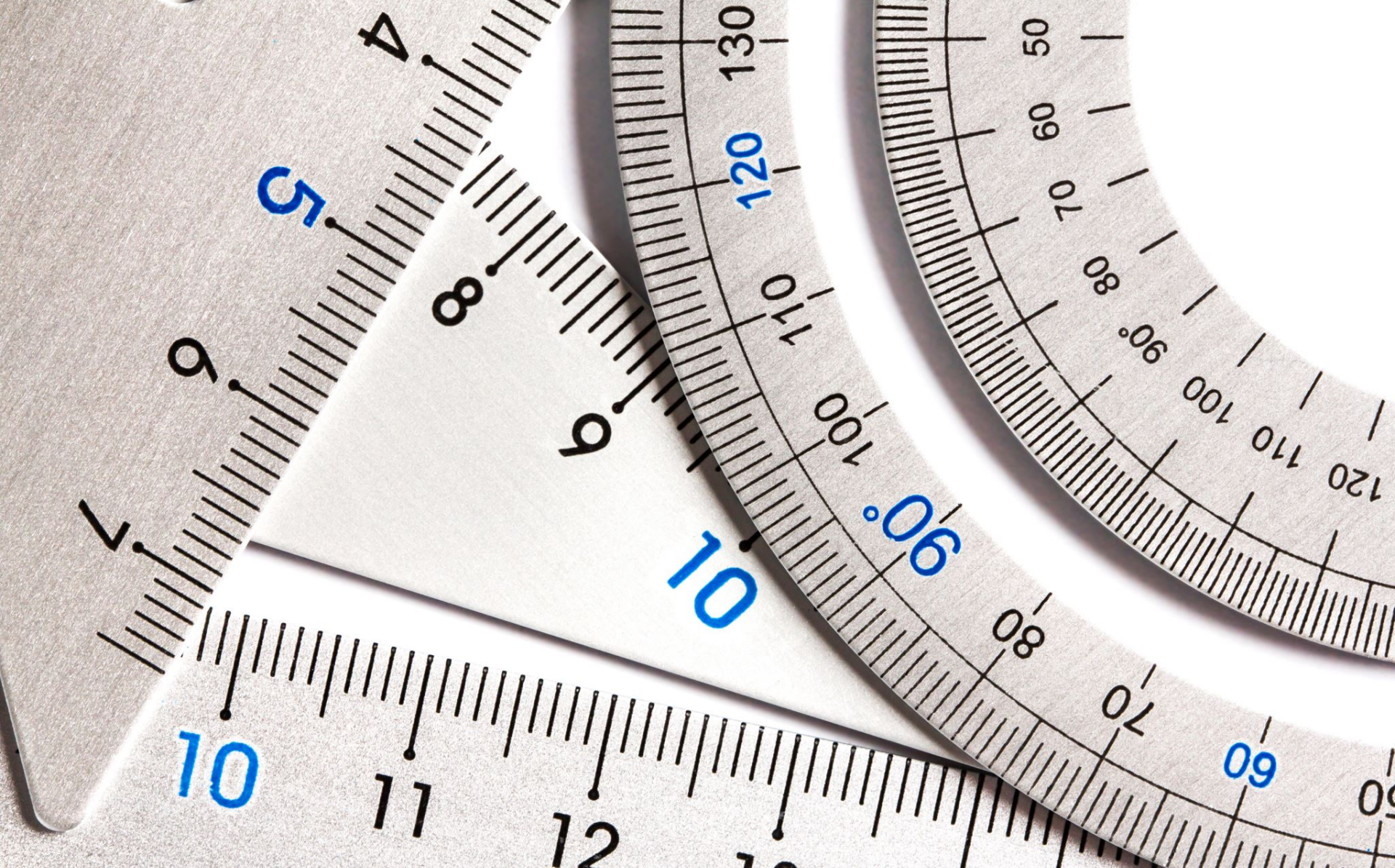
INTERNATIONAL COSMIC DAY



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

November 26 | 2024

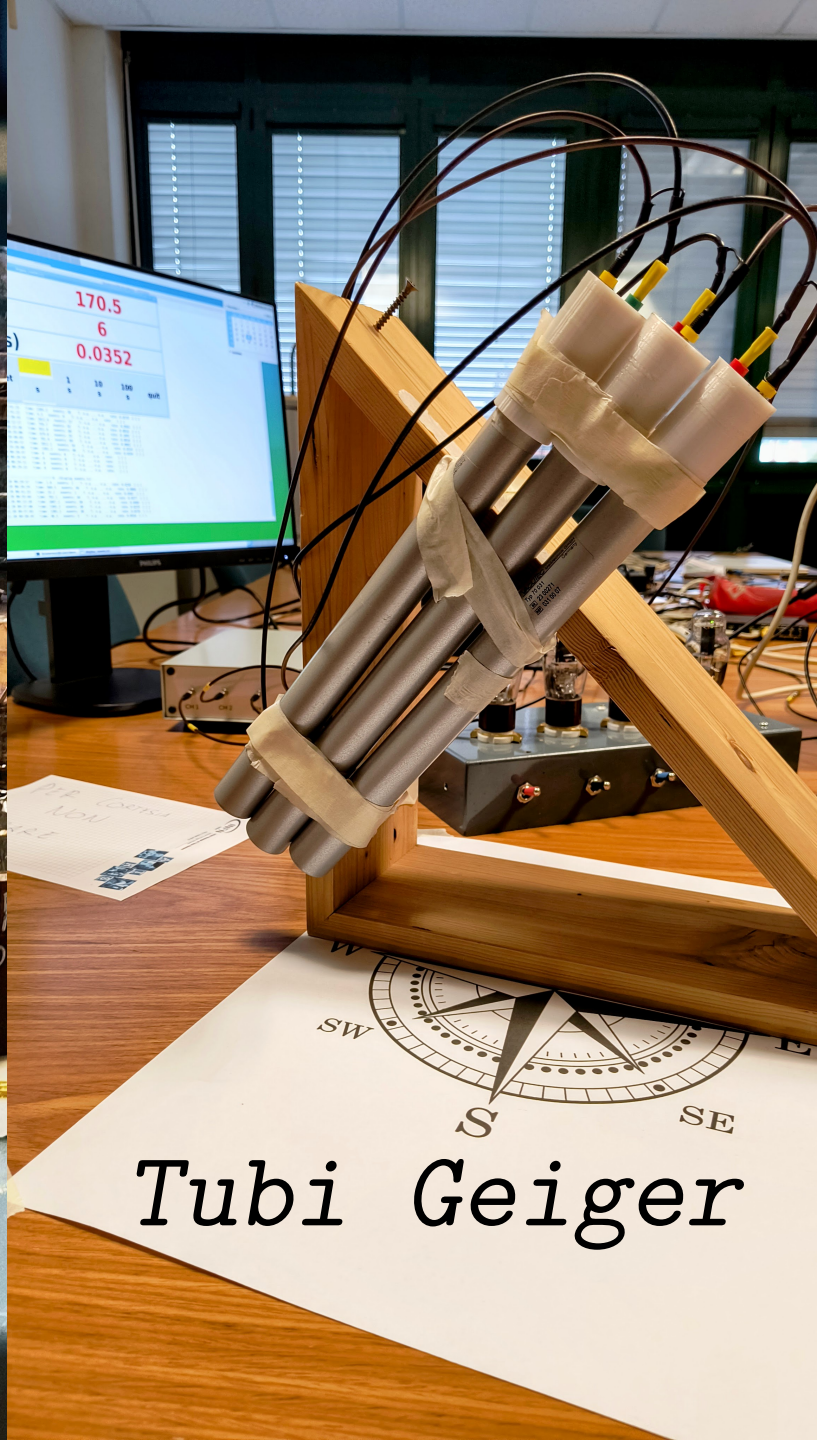
**Apparato sperimentale per la misura di
particelle cariche a terra**



Lo strumento

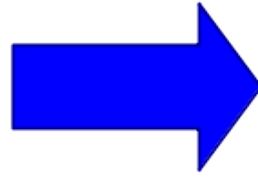


Circuito di Rossi



Tubi Geiger

Particelle non visibili
ad occhio nudo

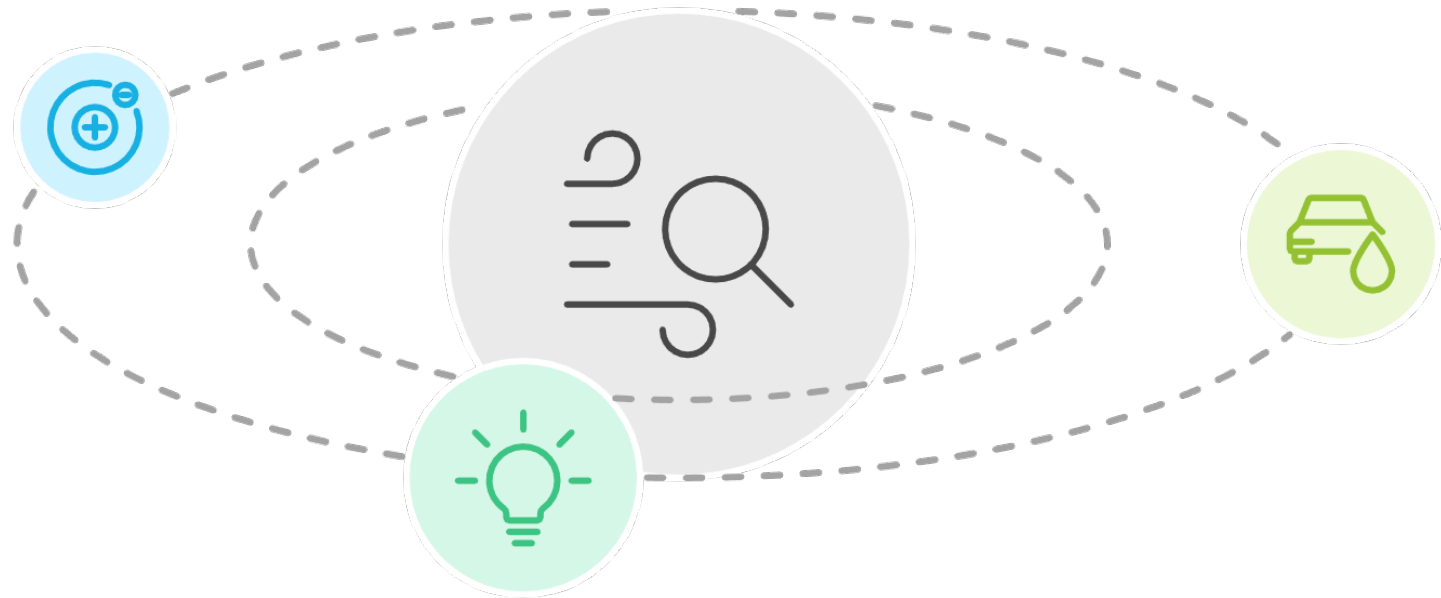


Abbiamo bisogno di un
sistema che ci permetta di
rivelare il loro passaggio



“Vedere” le particelle cariche

Principi della Rivelazione delle Particelle



Ionizzazione

Creazione di ioni ed elettroni liberi

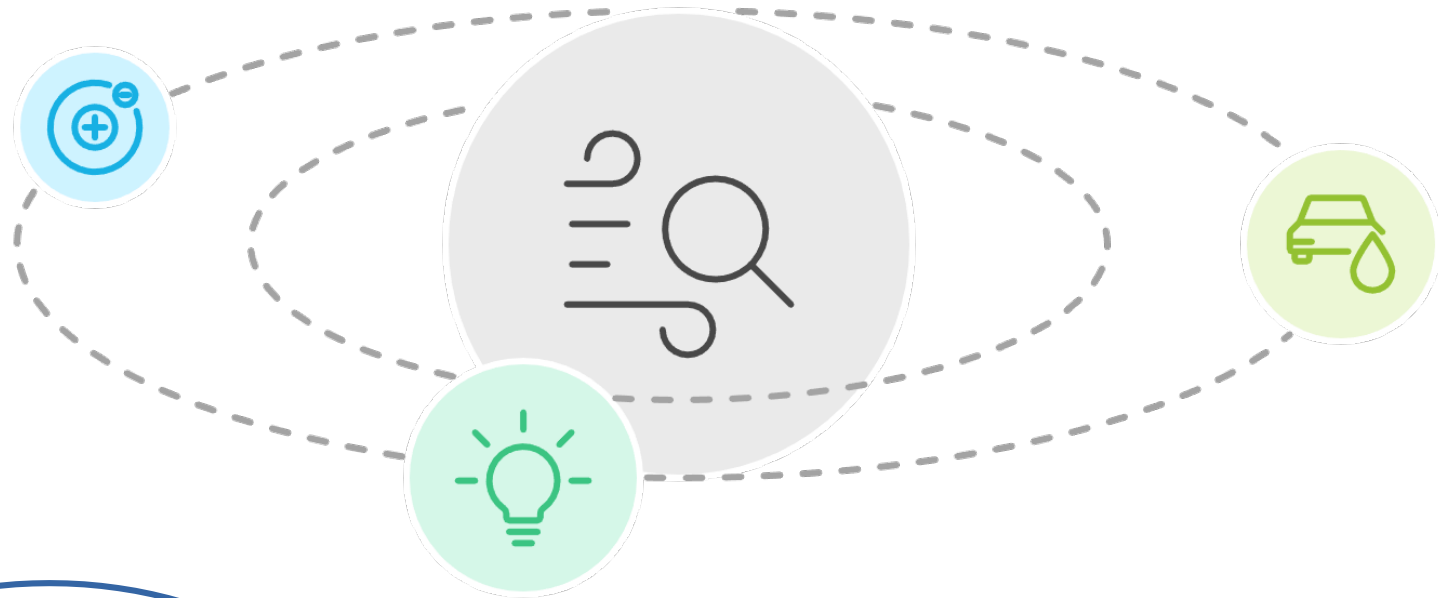
Scintillazione

Emissione di luce da materiali eccitati

Effetti Meccanici

Alterazione fisica dei materiali

Principi della Rivelazione delle Particelle



Ionizzazione

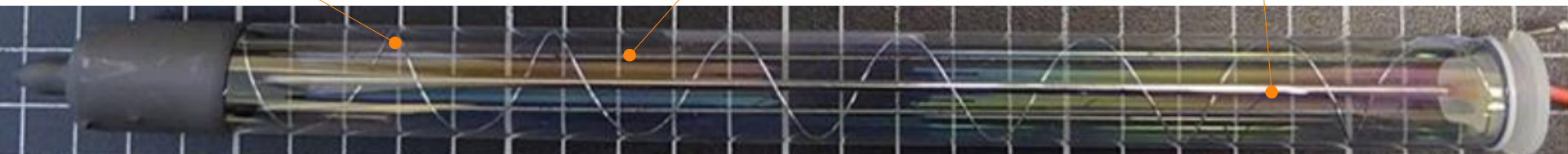
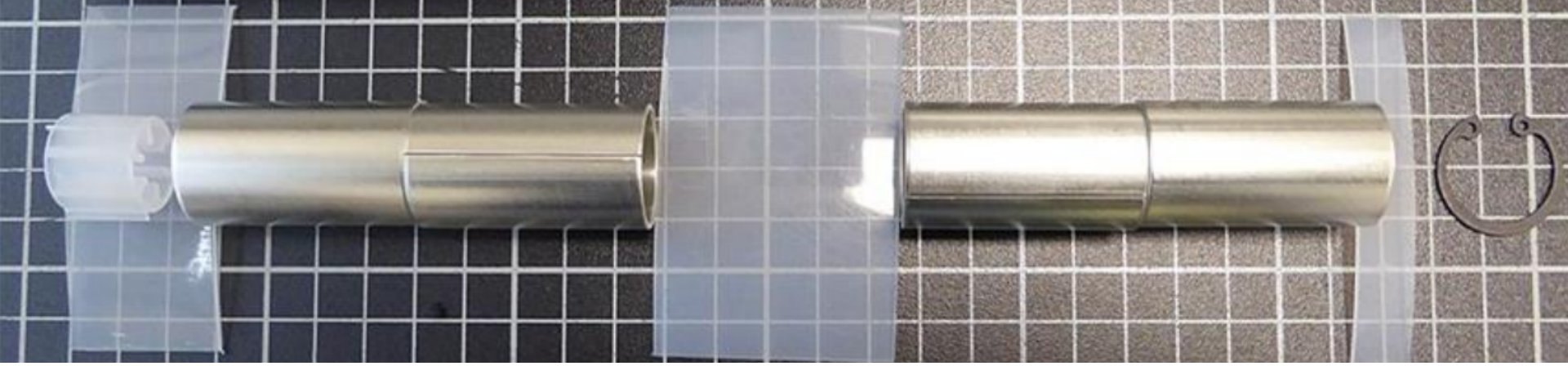
Creazione di ioni ed elettroni liberi

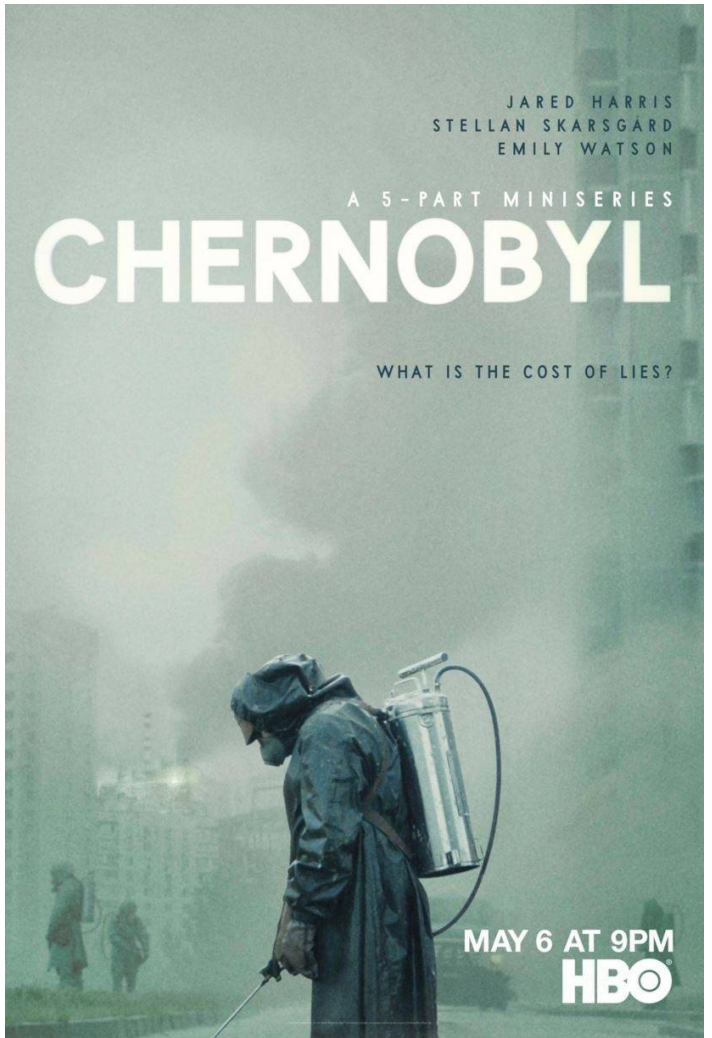
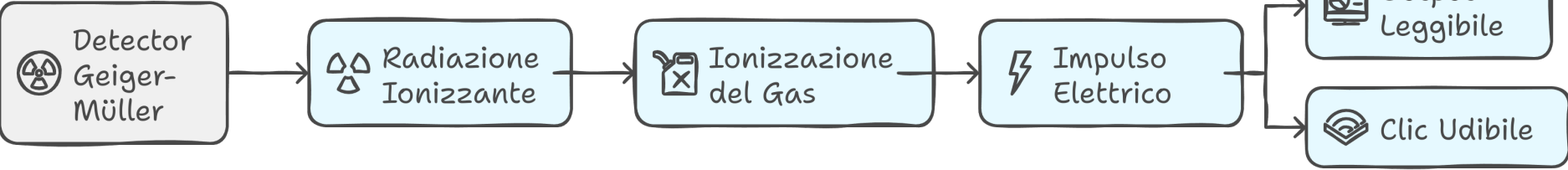
Scintillazione

Emissione di luce da materiali eccitati

Effetti Meccanici

Alterazione fisica dei materiali





Funzionamento di un Contatore Geiger-Müller

Ionizzazione
del Gas

Le particelle ionizzanti creano coppie di ioni nel gas

Amplificazione
a Valanga

Gli elettroni si accelerano e causano ulteriore ionizzazione

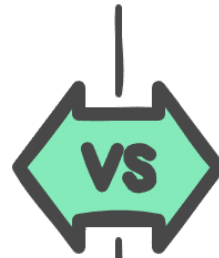
Generazione
di Impulsi
Elettrici

La valanga genera un piccolo impulso elettrico

Trasformazione
del Segnale

L'impulso viene convertito in un segnale visibile o udibile

Tubo Geiger-Müller



Vantaggi

Limiti



Alta sensibilità



Nessuna distinzione tra particelle



Facile da usare



Nessuna informazione sull'energia



Risultati immediati



Bassa sensibilità alle particelle alfa

Applicazioni dei contatori Geiger



Sicurezza e
Medicina

Utilizzati per verificare la contaminazione radioattiva e garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature radiologiche



Industria

Impiego per monitorare i livelli di radiazioni in contesti industriali

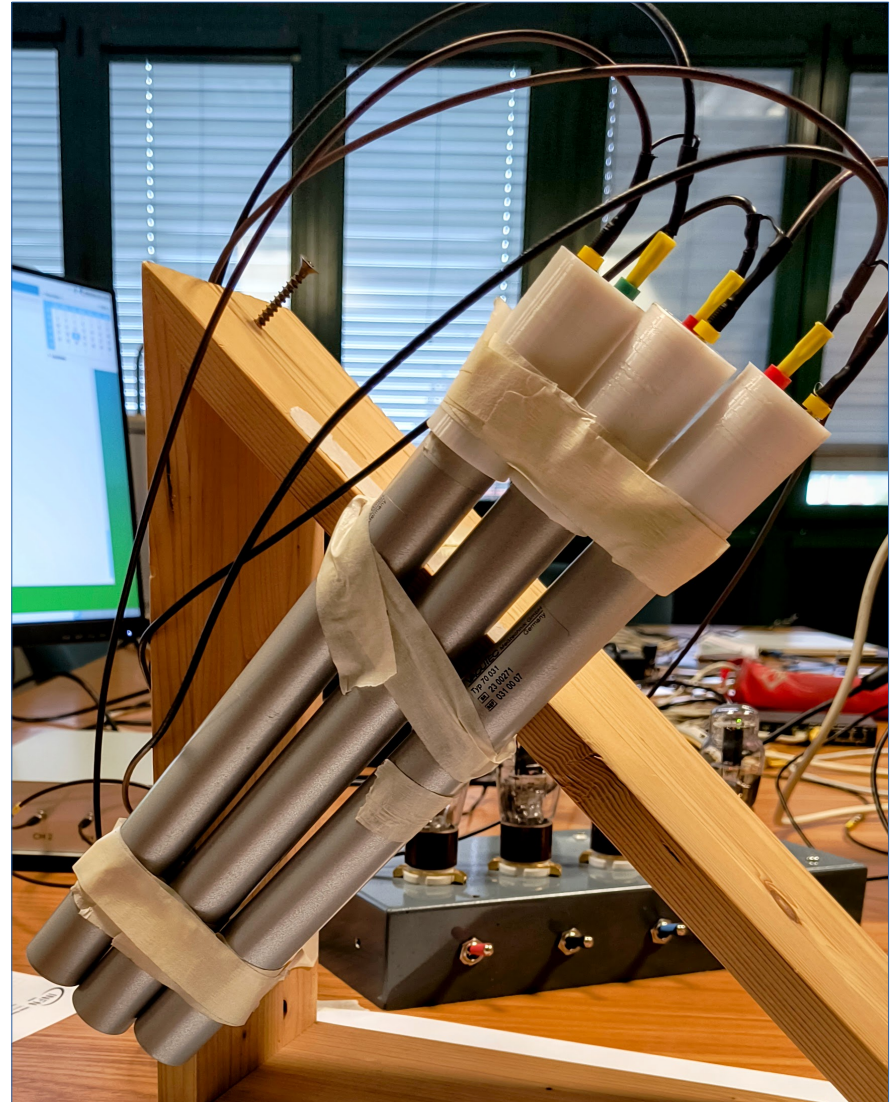


Laboratori
Educativi

Utilizzati per dimostrare la presenza di radiazioni nelle scuole

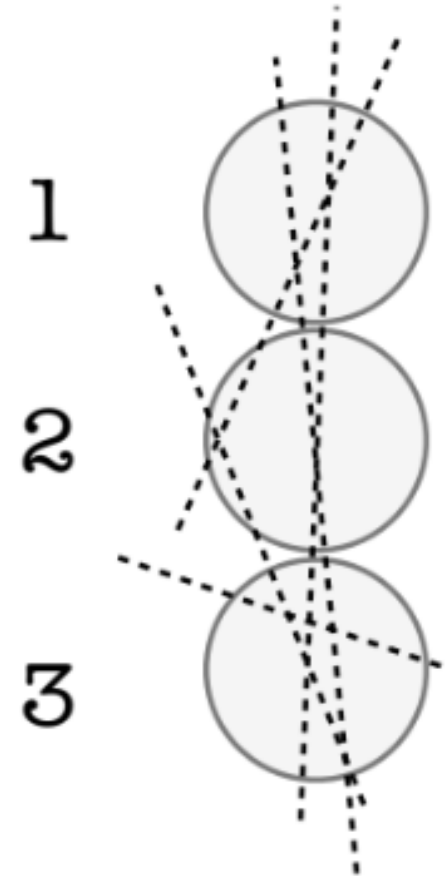
Setup sperimentale

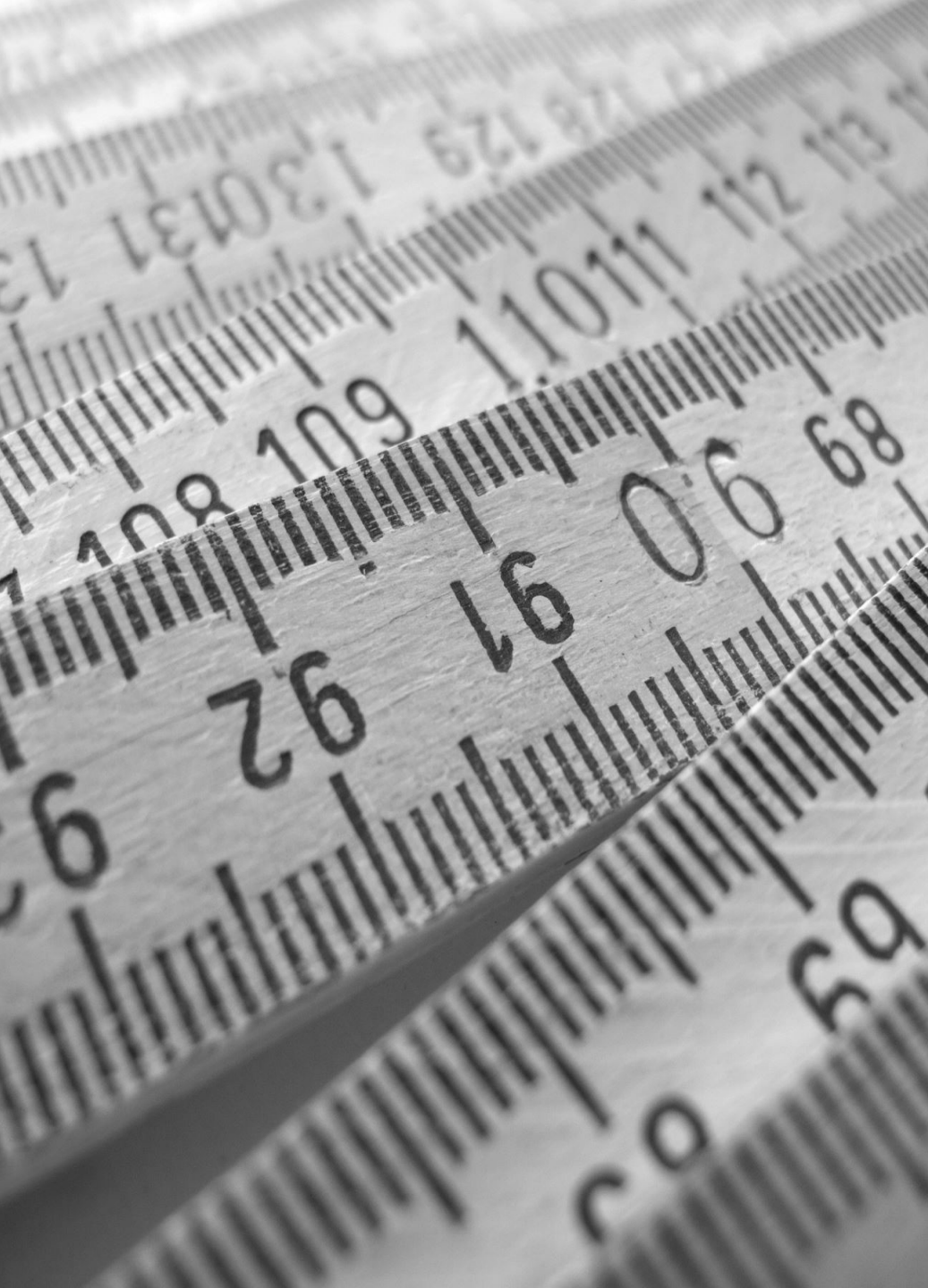
- lunghezza e diametro: 270 mm e 26 mm
- lunghezza del volume attivo: 230 mm
- diametro del catodo: 18 mm
- diametro dell'anodo: 2 mm
- massa: 120 g
- gas di riempimento: neon/alogeno
- tensione operativa consigliata: 450 V (alimentatore in figura)
- circuito di coincidenza che realizza un AND logico tra 3 tubi Geiger
- scheda Audio USB



Setup sperimentale

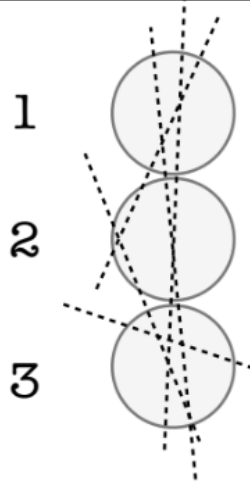
- lunghezza e diametro: 270 mm e 26 mm
- lunghezza del volume attivo: 230 mm
- diametro del catodo: 18 mm
- diametro dell'anodo: 2 mm
- massa: 120 g
- gas di riempimento: neon/alogeno
- tensione operativa consigliata: 450 V (alimentatore in figura)
- circuito di coincidenza che realizza un AND logico tra 3 tubi Geiger
- scheda Audio USB



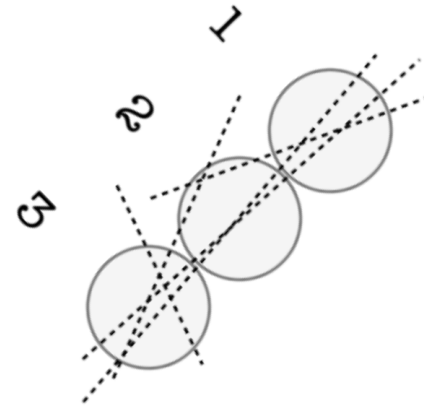


Misure in
funzione
dell'angolo
di arrivo dei
raggi
cosmici

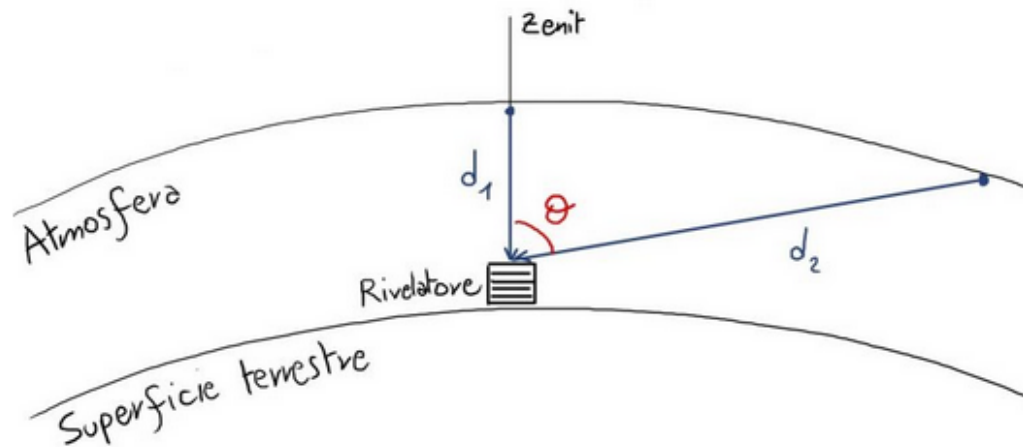
Variando l'inclinazione dei nostri tubi Geiger si può misurare il flusso di particelle al variare dell'angolo rispetto alla verticale ("angolo di zenith")



Angolo di zenit = 0°



Angolo di zenit = 30°





Stima del numero di conteggi attesi

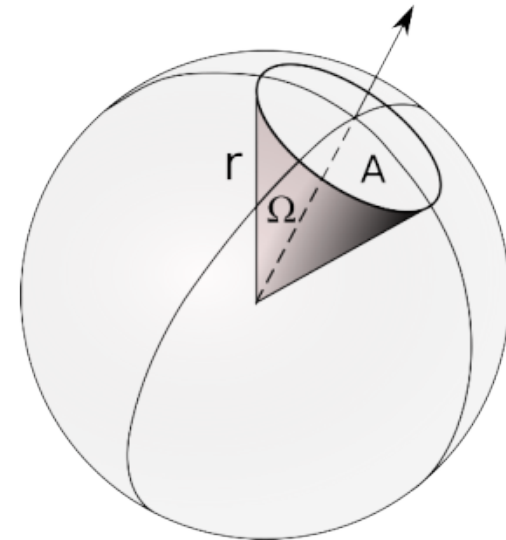
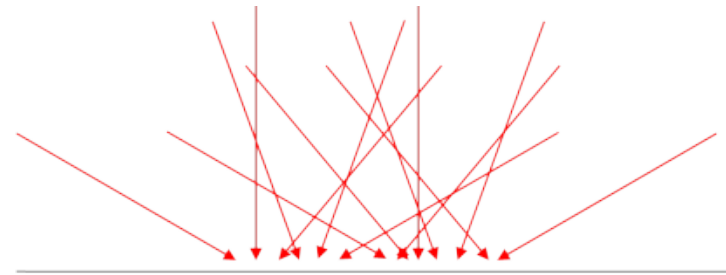
- Dato un flusso di particelle **isotropo**

$$\phi [m^{-2} s^{-1} sr^{-1}],$$

Il tasso di conteggi attesi nel rivelatore e`

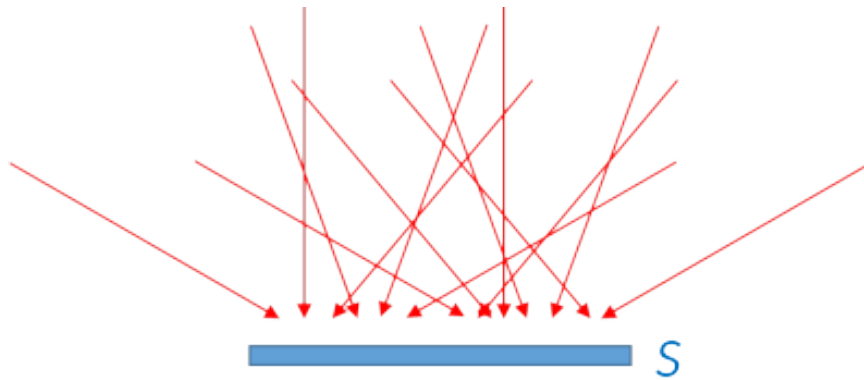
$$F[\text{Hz}] = \frac{\Delta N}{\Delta T[s]} \approx \phi \left[\frac{1}{m^2 s sr} \right] \cdot G [m^2 sr] \cdot \epsilon$$

- Il **fattore geometrico** G tiene conto della superficie di rivelazione e dell'apertura angolare dello strumento
- L'**efficienza** $\epsilon = 0 \div 1$ tiene conto della probabilita` finita di rivelare la particella



Angolo solido $\Omega = \frac{A}{r^2}$
Unita` di misura $[\Omega] = sr$

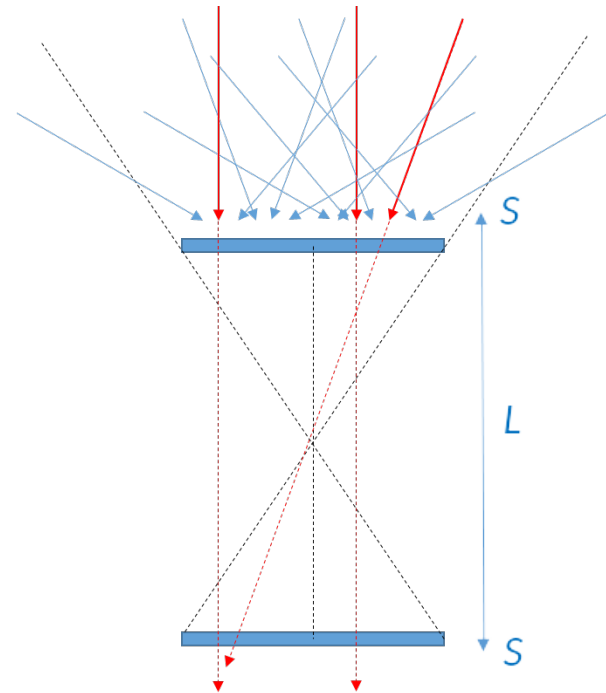
Fattore geometrico



Singolo elemento planare

$$G_0 = \pi S$$

l'accettanza geometrica di un rivelatore a singolo piano: non è l'area S ma πS perché "raccolge" particelle con direzioni di incidenza fra 0 e $\pi/2$



Telescopio

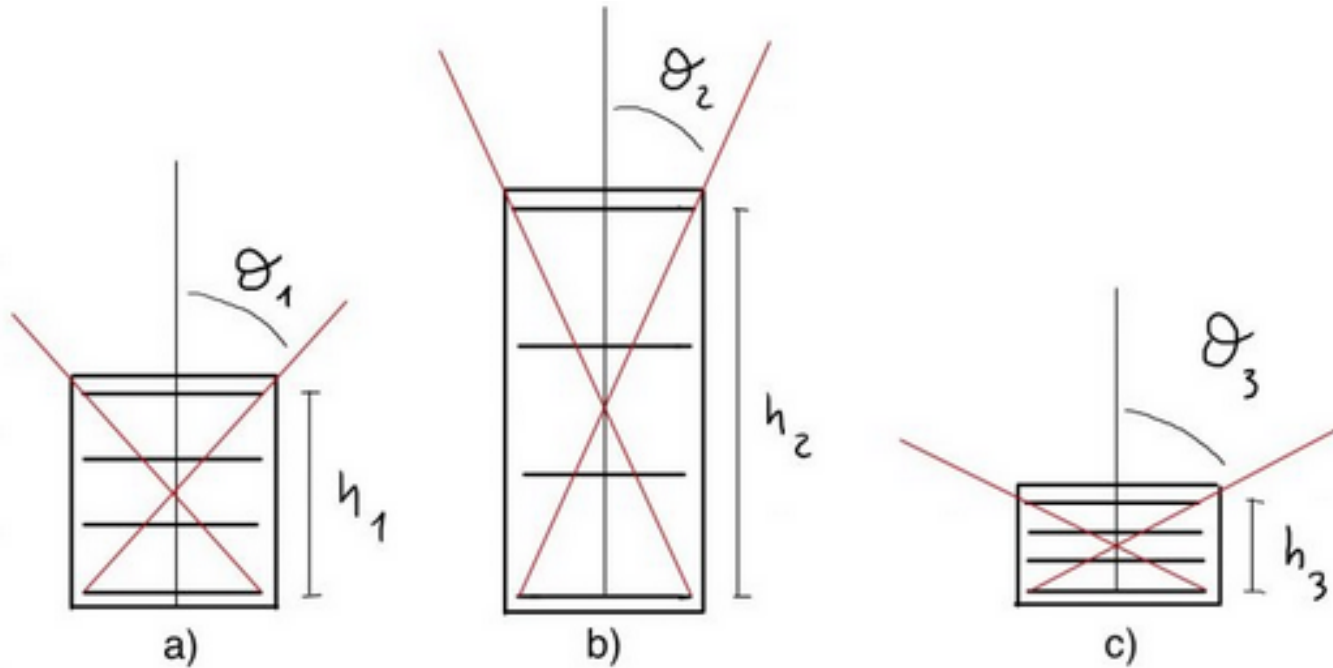
$$G \leq \frac{S^2}{L^2}$$

Fattore geometrico

come pensate possa variare il rate/intensità delle particelle osservate modificando la distanza tra i piani del rivelatore ?

Fattore geometrico

come pensate possa variare il rate/intensità delle particelle osservate modificando la distanza tra i piani del rivelatore dalla configurazione?

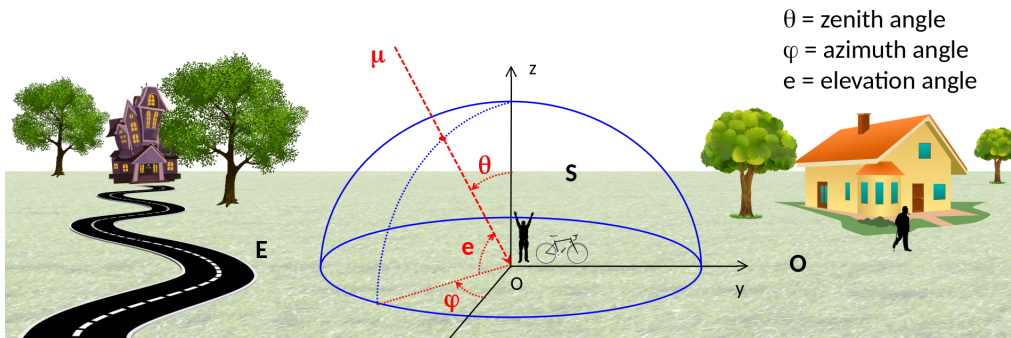


gli angoli theta corrispondenti alle varie “configurazioni di coincidenza” cambiano notevolmente !

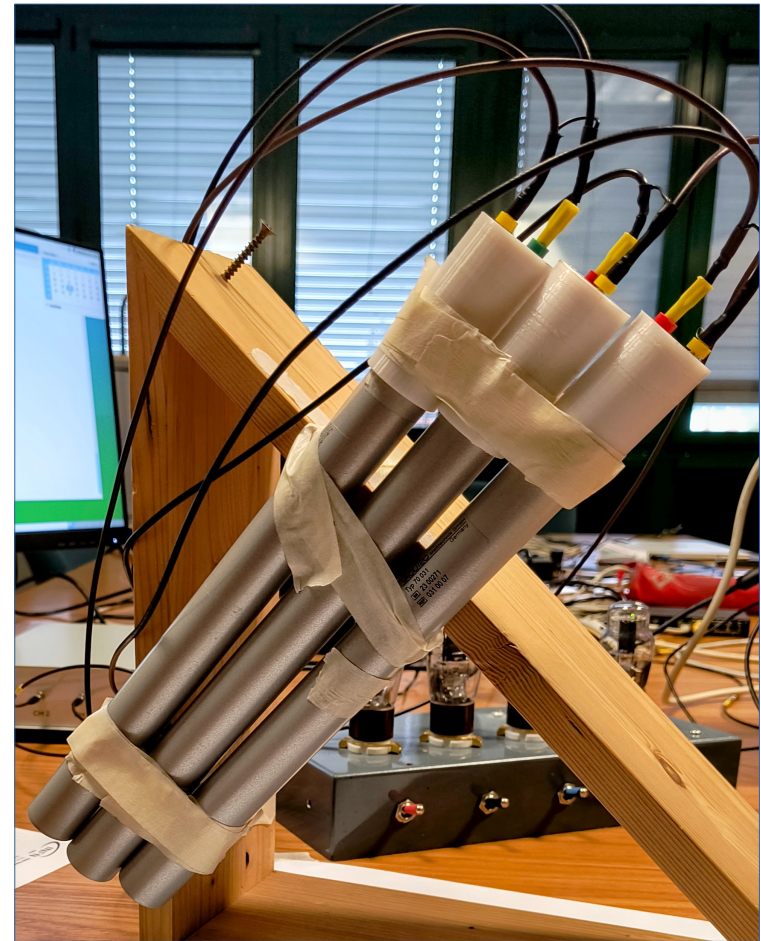


Il nostro telescopio

- *Flusso verticale di muoni al livello del mare*
 - $\phi \approx 70 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$
(assumiamo sia isotropo)



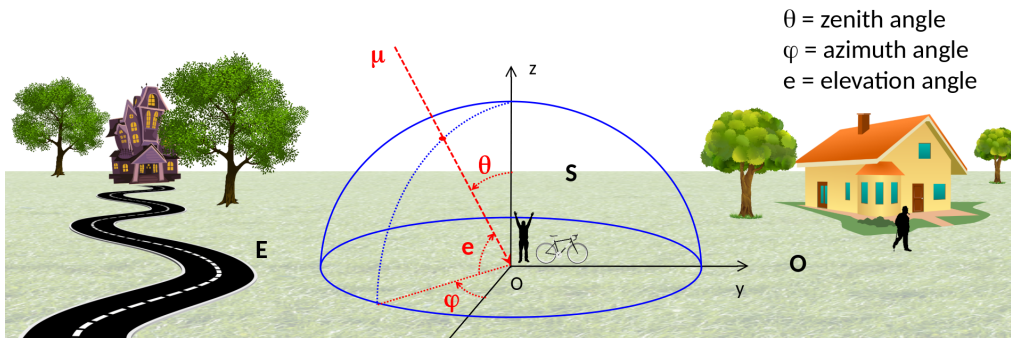
- *Fattore geometrico $G = 18.8 \text{ cm}^2 \text{ sr}$*
- *Efficienza $e=1$*
- *Rate atteso = 0.15 part/s ovvero 9 part/min*





Il nostro telescopio

- *Flusso verticale di muoni al livello del mare*
 - $\phi \approx 70 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$
(assumiamo sia isotropo)



θ = zenith angle
 φ = azimuth angle
 e = elevation angle

- *Fattore geometrico $G = 18.8 \text{ cm}^2 \text{ sr}$*
- *Efficienza $e=1$*

• *Rate atteso = 0.15 part/s ovvero 9 part/min*

