

OSSERVADO I RAGGI COSMICI PT. 1 – SCINTILLATORE

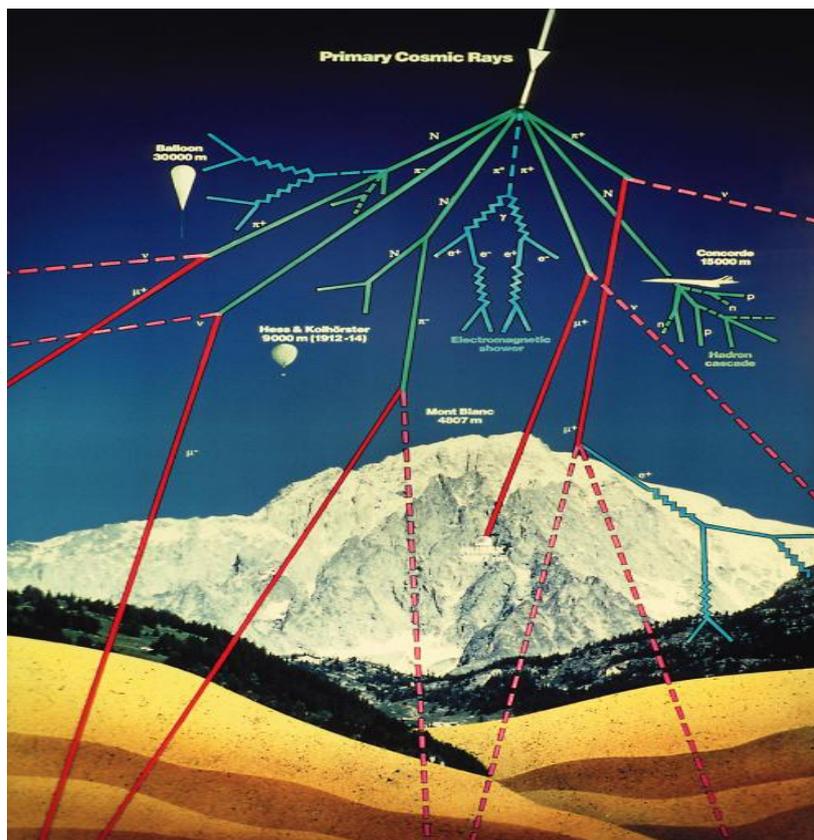
OBIETTIVO

In questa settimana il nostro gruppo si è occupato di svolgere due studi di laboratorio per riuscire ad individuare i raggi cosmici: un rivelatore basato su di uno scintillatore ed una camera a nebbia. L'obiettivo di questa relazione è di illustrare i risultati dei nostri esperimenti.

INTRODUZIONE

I raggi cosmici possono essere definiti come delle particelle ad altissima energia che viaggiano in tutte le direzioni nello spazio di cui tuttora l'origine è incerta, probabilmente sono stati generati in seguito ad un'esplosione di supernova o ad una delle svariate reazioni nucleari che avvengono all'interno delle stelle.

Quando queste particelle si avvicinano all'atmosfera terrestre incontrano gli atomi dei gas atmosferici, creando nuove particelle e antiparticelle che continuano poi a viaggiare verso la terra. Le particelle originarie saranno dunque chiamate *raggi cosmici primari*, nocivi per l'uomo in quanto altamente ionizzanti, mentre gli innocui prodotti delle successive collisioni saranno i *raggi cosmici secondari*. Questi ultimi cadono sulla terra secondo un effetto di *cosmic shower* (doccia cosmica) e possono essere intercettati attraverso vari tipi di rivelatori come quelli che sono stati sviluppati in questa settimana.



MATERIALI E STRUMENTI

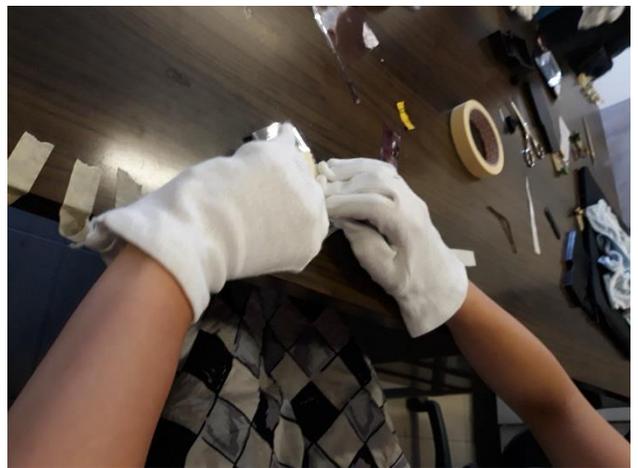
- 1 oscilloscopio a sensibilità di 2 mV/divisione
- 1 alimentatore di tensione a sensibilità di 0.05 V
- 4 custodie nere opache prodotte con la stampante 3D
- 4 lastre da 25 cm² di scintillatore da 1 cm
- 4 fogli di mylar
- 4 silicon PM ASD-NUV3S-P

- 4 quadretti di stoffa
- 4 paratie in plastica
- Grasso ottico
- 4 cavi da 10 ns di impedenza 50 Ω
- Guanti da laboratorio
- Panno apposito

PROCEDIMENTO

❖ ASSEMBLAGGIO DEI RIVELATORI

1. Lucidare lo scintillatore con il panno apposito mentre si indossano i guanti;
2. Appoggiare lo scintillatore sul foglio di mylar e tagliare una finestrella di circa 1 cm² sullo spigolo breve;
3. Avvolgere con il foglio di mylar lo scintillatore evitando la formazione di pieghe e sovrapposizioni e chiudere utilizzando lo scotch carta;
4. Inserire nella scatola lo scintillatore rivestito e il circuito di silicon PM in modo che il sensore sia rivolto verso lo scintillatore e tocchi la finestrella;



5. Inserire la paratia tra il silicon PM e lo scintillatore;
6. Ungere la finestrella con una goccia di grasso ottico;
7. Inserire un pezzettino di stoffa tra la paratia e lo scintillatore in modo da spingere il sensore verso la finestrella;
8. Inserire il coperchio della scatola e chiuderlo con lo scotch.

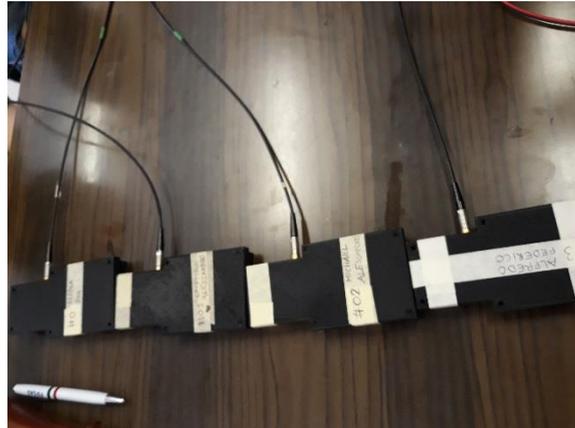
❖ FUNZIONAMENTO OSCILLOSCOPIO

Si tratta di uno strumento che visualizza graficamente l'andamento di un segnale elettrico nel tempo (T). Esiste almeno un canale di entrata per il segnale di tensione V da visualizzare. Questo segnale passa attraverso un amplificatore a guadagno regolabile tramite un apposito selettore a manopola che imposta il valore in Y di ogni divisione. Anche per questo asse esiste una manopola di selezione che imposta la base temporale ossia quanto tempo vale una divisione. Una parte fondamentale dell'oscilloscopio è il trigger. Il trigger è la condizione che l'oscilloscopio attende per fare un'acquisizione grafica.

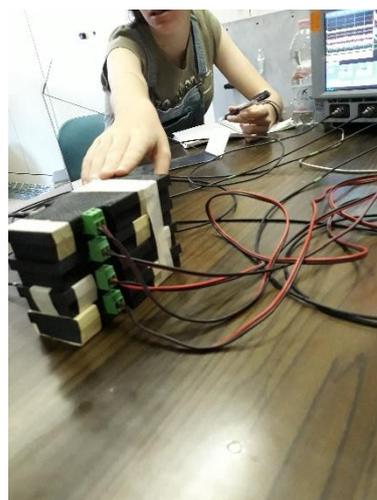
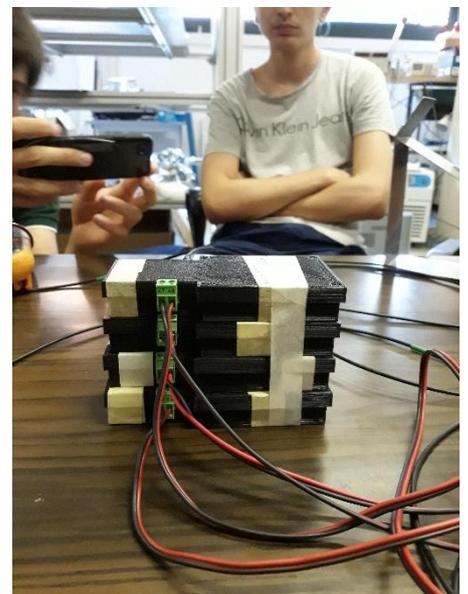
❖ RILEVAMENTO RAGGI COSMICI

Per rilevare i raggi cosmici abbiamo effettuato diversi esperimenti.

Innanzitutto abbiamo collegato i rivelatori all'alimentatore e all'oscilloscopio verificando il corretto funzionamento degli apparecchi.

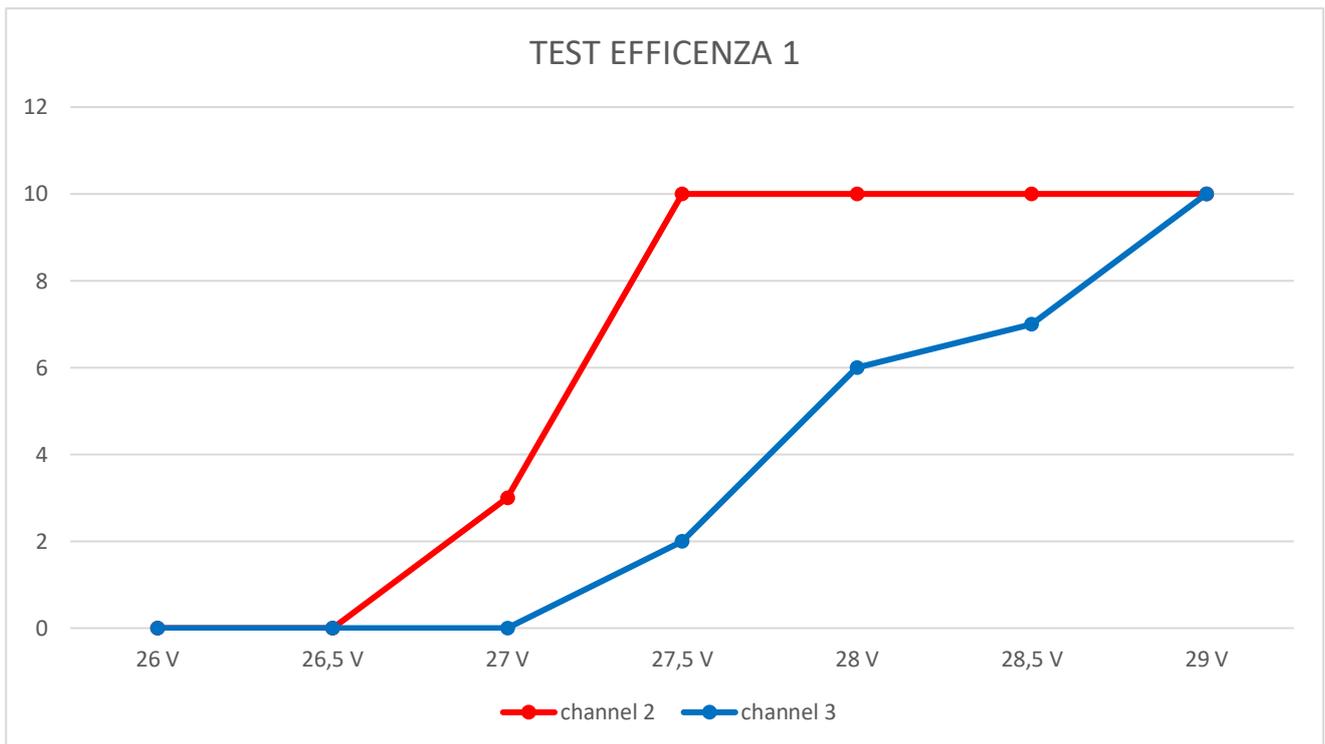


ESPERIMENTO 1: In seguito abbiamo cercato la massima efficienza dei rivelatori. Per fare ciò abbiamo allineato i rivelatori e abbiamo impostato come trigger la coincidenza del primo e dell'ultimo rivelatore (rivelatore 0 e 3). Per VALUTARE al meglio gli eventi abbiamo impostato l'oscilloscopio in modo che i rivelatori interni abbiano 5 mV per divisione, mentre quelli esterni 20 mV. Misurando 10 eventi per diverse valori di tensione abbiamo constatato che l'efficienza massima (100%) dei rivelatori 0 e 3 si ha a 29.0 V. A questo punto abbiamo invertito i rivelatori e impostato la coincidenza del secondo e quarto rivelatore. Per i rivelatori 1 e 2 la massima efficienza si ottiene a 27.5 V. Salendo in tensione l'efficienza rimarrebbe al 100% ma si incorrerebbe a problemi per l'ipersensibilità del sensore.

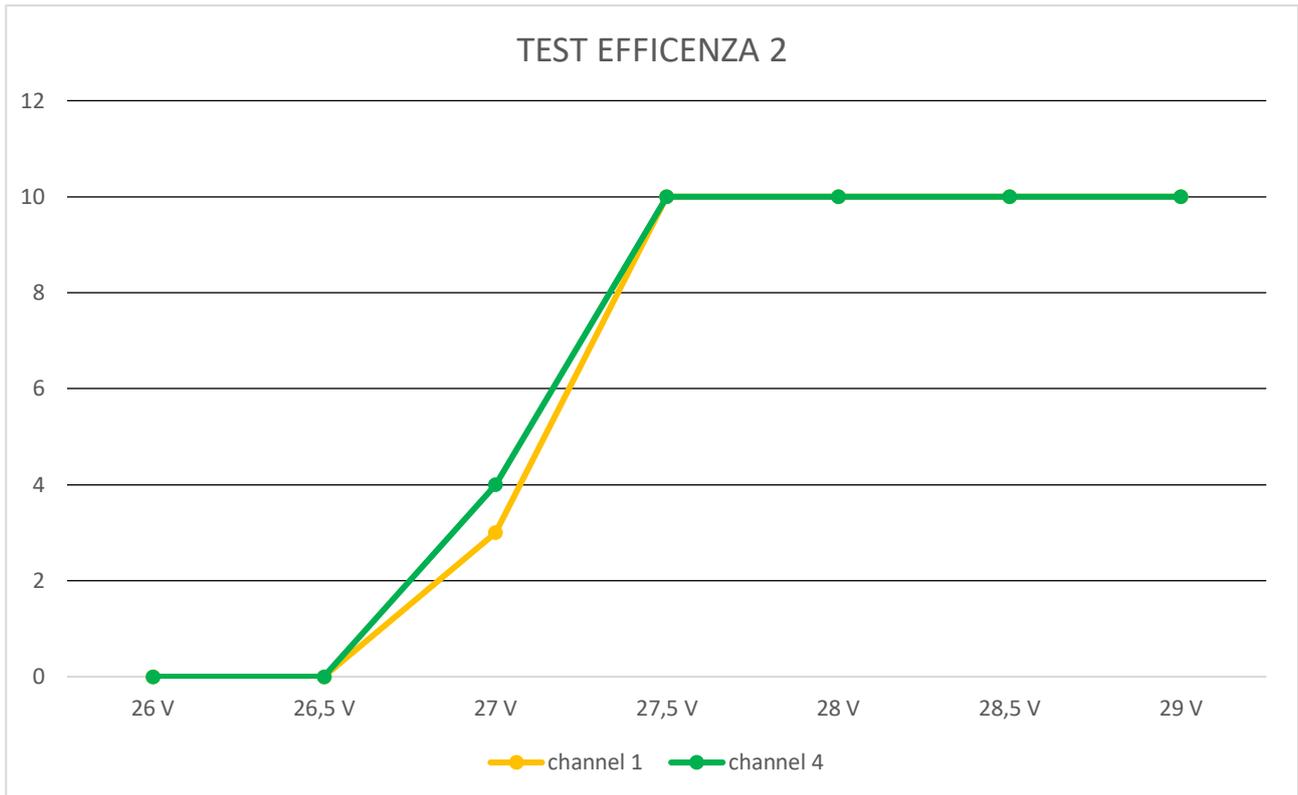


DATI SPERIMENTALI

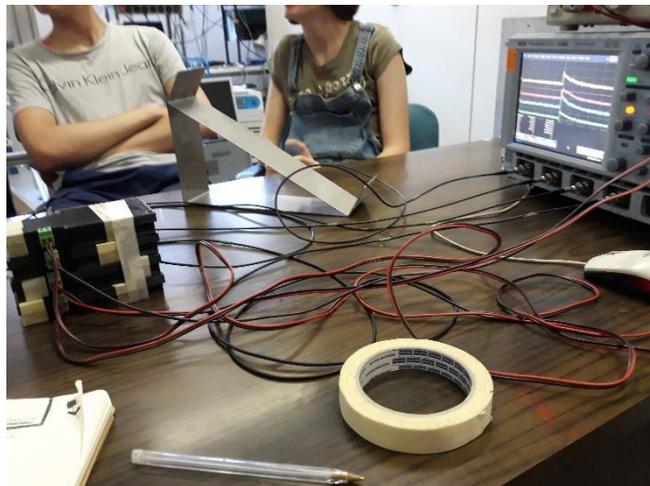
VOLTAGGIO	channel 2	channel 3
26 V	0	0
26,5 V	0	0
27 V	3	0
27,5 V	10	2
28 V	10	6
28,5 V	10	7
29 V	10	10



VOLTAGGIO	channel 1	channel 4
26 V	0	0
26,5 V	0	0
27 V	3	4
27,5 V	10	10
28 V	10	10
28,5 V	10	10
29 V	10	10



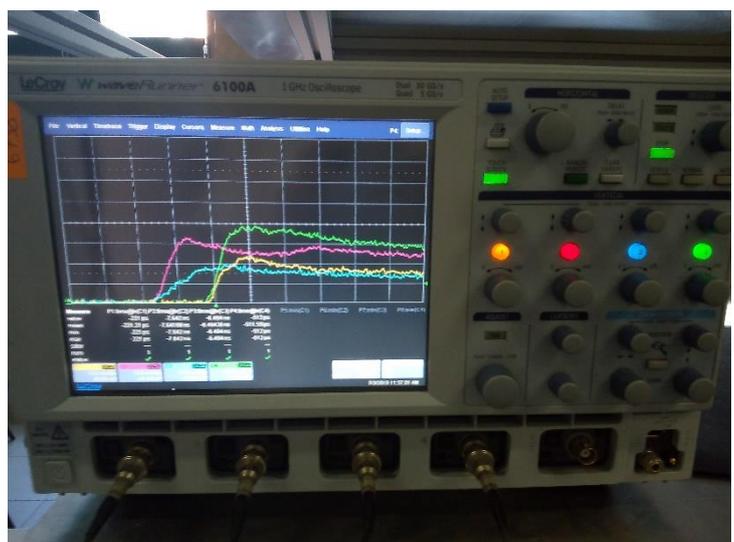
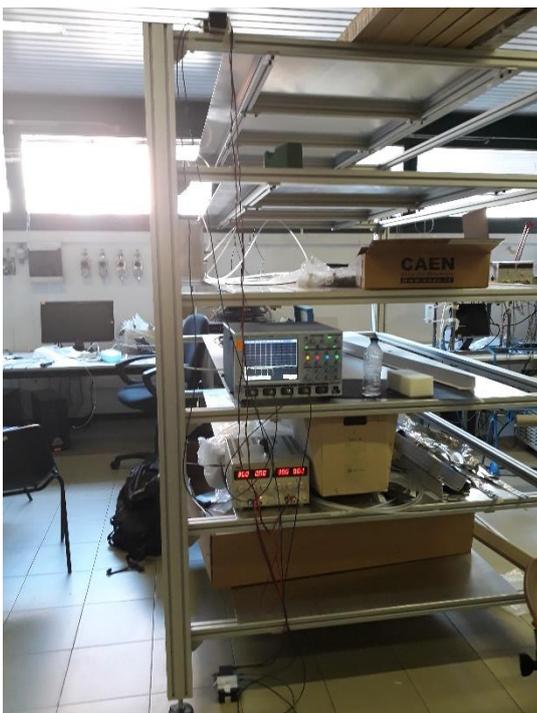
ESPERIMENTO 2: A questo punto abbiamo posizionato i rivelatori, utilizzando una squadra di metallo, con angolazioni diverse (0° , 30° , 60° e 90°) e abbiamo contato quanti raggi cosmici venivano rilevati per ogni angolazione. Abbiamo infine constatato che l'angolazione migliore per rilevare raggi cosmici è 0° rispetto all'orizzonte. Questo perché in questo modo si indirizza il telescopio verso lo spazio con il minor spazio di aria.

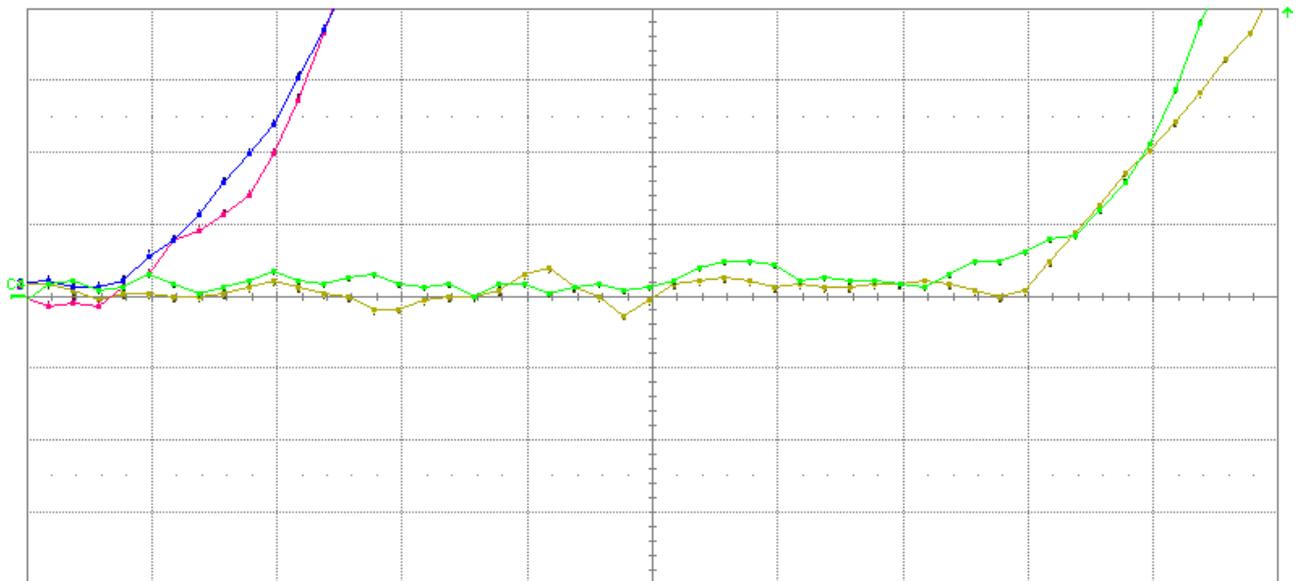


inclinazione	eventi registrati
0°	16
30°	15
60°	5
90°	0



ESPERIMENTO 3: Come ultimo esperimento abbiamo posizionato a coppie i rivelatori ad una distanza di 209 cm in verticale e abbiamo imposto come trigger la coincidenza di tutti e quattro i rivelatori. Inoltre abbiamo impostato i rivelatori a 2mV per divisione. Abbiamo quindi lasciato i rivelatori collegati all'oscilloscopio per l'intera notte e al mattino abbiamo preso un evento rilevato come campione per calcolare la velocità del raggio cosmico. Fissando una linea arbitraria abbiamo osservato in che istante le varie linee di trigger dei rivelatori incontrano la linea stabilita. Abbiamo quindi fatto la media fra i tempi di 2 rivelatori per coppia e infine la sottrazione tra le 2 medie, ottenendo così la distanza, in termini di tempo, fra i rivelatori. A questo punto possiamo calcolare la velocità del raggio dividendo la distanza fra i rivelatori per il tempo di attraversamento. La velocità calcolata è di 294366 km/s, che tenuto conto dell'errore è prossima a quella della luce.





Measure	P1.time@lv(C1)	P2.time@lv(C2)	P3.time@lv(C3)	P4.time@lv(C4)	P5.min(C1)	P6.min(C2)	P7.min(C3)	P8.min(C4)
value	-225 ps	-7.322 ns	-7.424 ns	-358 ps				
mean	-224.77 ps	-7.32161 ns	-7.42360 ns	-358.01 ps				
min	-225 ps	-7.322 ns	-7.424 ns	-358 ps				
max	-225 ps	-7.322 ns	-7.424 ns	-358 ps				
sdev	---	---	---	---				
num	1	1	1	1				
status	✓	✓	✓	✓				

C1	C2	C3	C4
DC50	DC50	DC50	DC50
2.00 mV/div	2.00 mV/div	2.00 mV/div	2.00 mV/div
0 μV offset	0 μV offset	0 μV offset	0 μV offset

Timebase	4.44 ns	Trigger
	1.00 ns/div	Stop
50.0 S	5.0 GS/s	Logic

LeCroy

7/3/2019 9:42:16 AM

1 ns*divisione

Blu= 0 divisioni

Media $_{\text{blu-rosso}} = 0,05$

$t_1 = 5 \cdot 10^{-11} \text{ s}$

Rosso= 0,1 divisioni

Verde= 7,1 divisioni

Media $_{\text{verde-giallo}} = 7,15$

$t_2 = 7,15 \cdot 10^{-9}$

Giallo= 7,2 divisioni

X= 2,09 m

$$V = \frac{\text{distanza}}{\text{tempo}} = \frac{2,09 \text{ m}}{7,1 \times 10^{-9} \text{ s}} = 294366197,2 \text{ m/s}$$

ERRORE SULLA VELOCITA':

$$e = \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta t}{t} = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,005}{2,09}\right)^2 + \left(\frac{2 \times 10^{-10}}{7,1 \times 10^{-9}}\right)^2} = 0,028169$$

E=e x V = 8424466,19 m/s = $8.4 \times 10^6 \text{ m/s}$

V= $2,94 \pm 0,08 \times 10^8 \text{ m/s}$

❖ CONCLUSIONE

In queste giornate abbiamo avuto l'opportunità di conoscere osservare e analizzare i raggi cosmici, particelle con cui non avevamo ancora avuto l'occasione di lavorare. Siamo riusciti inoltre a verificare che la velocità dei raggi cosmici, quando si schiantano sulla Terra, hanno una velocità prossima a quella della luce.