



Università degli Studi dell'Insubria
Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia
Anno accademico 2019-2020

PRESHOWER ATTIVO PER L'ESPERIMENTO ELIOT

LAUREA TRIENNALE IN FISICA

CANDIDATO:
Martina Mozzanica
Matricola 733128

RELATORE:
Prof.ssa Michela Prest

CORRELATORE:
Dr. Federico Ronchetti

Como, Dicembre 2020

- 1 La fisica dei cristalli
- 2 Il progetto ELIOT
- 3 Setup sperimentale
- 4 Analisi della traccia
- 5 Selezione degli eventi d'interesse
- 6 Misura dell'efficienza

Cristalli vs materiali amorfi



Materiale amorfo:

Perdita energia per ionizzazione

Collisioni non correlate \rightarrow scattering multipli

Cristallo:

Reticolo periodico \rightarrow pot. periodico

Collisioni meno frequenti

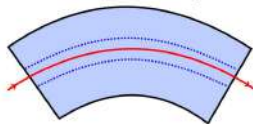
Fenomeni coerenti

Applicazioni

channeling in a straight crystal



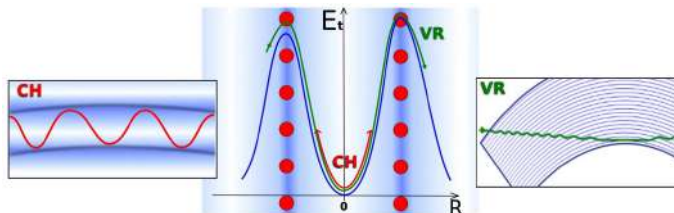
channeling in a bent crystal



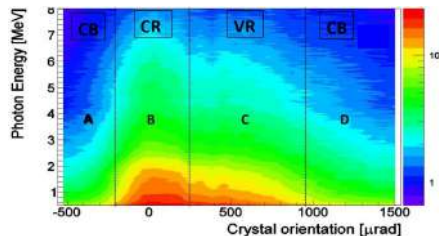
Angolo critico: $\theta_c = \sqrt{\frac{2U_{max}^b(R)}{p\nu}}$ CH: $\theta > \theta_c$

- Deflettono particelle cariche
- Producono lo stesso effetto di un campo magnetico elevato
- Utilizzati per la collimazione, l'estrazione e la produzione di fasci di fotoni
- Se attraversato da particelle leggere → emissione di radiazione elettromagnetica

Emissione di radiazione



- La particella interagisce con il potenziale interplanare
- Channelling (linea rossa) → moto di oscillazione tra i piani cristallini
- Radiazione emessa:
 radiazione di channelling o
 bremsstrahlung coerente



Test su fascio estratto per ELIOT

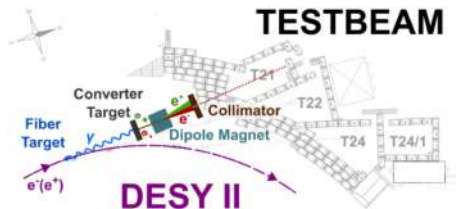
- ELIOT:

ELectromagnetic processes

In Oriented crysTals

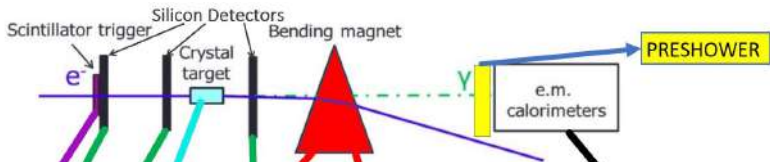
- **Scopo:**

generare sorgenti di
raggi γ intense tramite cristalli
orientati attraversati da un fascio
di e^- e/o e^+



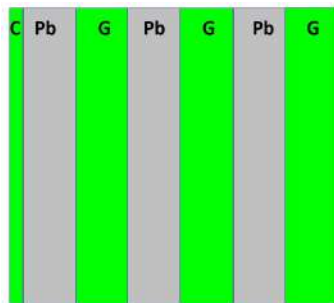
- Energia totale della radiazione \rightarrow calorimetro ad alta risoluzione
- Molteplicità dei fotoni \rightarrow **preshower**
- Linea di fascio TB21 dell'acceleratore **DESY**
- Fascio di elettroni di energia tra **0.45-6.3 GeV**

Setup sperimentale di ELIOT

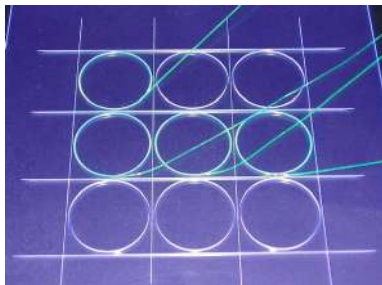


Il preshower

- Il preshower è un calorimetro a campionamento costituito da strati alternati di **scintillatore** e di **piombo**
- Fornisce informazioni sulla molteplicità dei fotoni prodotti
- Il primo piano (**C**) deve fungere da veto
- I piani successivi (**G**) devono essere spessi
- Si testano due scintillatori organici plastici (CHICO e GUMMO) di diverso spessore, letti da fibre WLS e collegati ai PM



Scintillatori

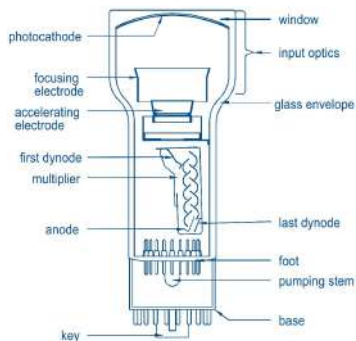


- CHICO (sottile): $25 \times 25 \times 0.3 \text{ cm}^3$
GUMMO (spesso): $25 \times 25 \times 0.9 \text{ cm}^3$
- Superficie divisa in 25 celle
 $5 \times 5 \text{ cm}^2$
- Fibre WLS: 25 per CHICO
75 per GUMMO

- La radiazione che attraversa lo scintillatore eccita gli atomi e le molecole causando l'emissione di luce di scintillazione
- Scintillatore organico plastico
- Tempo di risposta di 2-3 ns



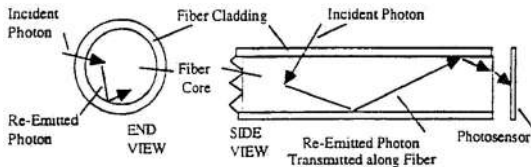
Fotomoltiplicatori e Fibre WLS



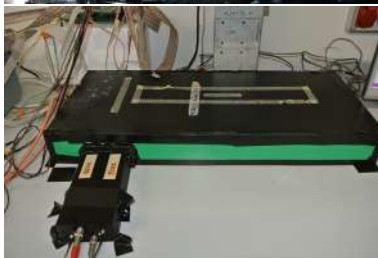
- Modello: XP2008 con diametro di 32 mm



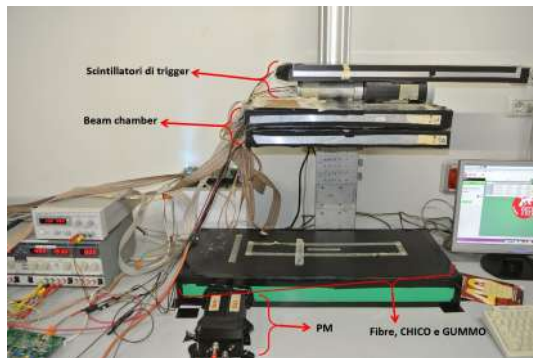
- Modello: Y-11
- Shifter dal blu al verde
- Si basano sul fenomeno di riflessione totale interna (TIR)



Scintillatori, fibre e PM



Setup sperimentale

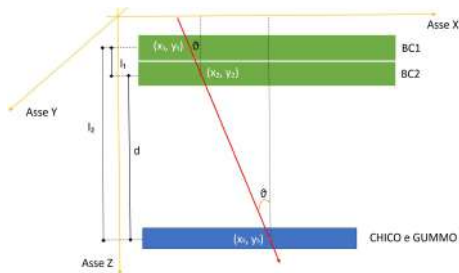


- 2 scintillatori organici plastici per generare il trigger $10 \times 10 \times 4 \text{ cm}^3$
- 2 beam chamber : microstrip di silicio single side $9.5 \times 9.5 \times 0.041 \text{ cm}^3$
- CHICO e GUMMO con fibre WLS ricoperti da PVC e collegati ai PM

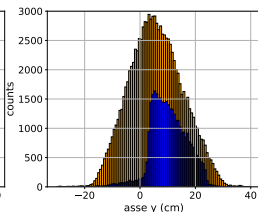
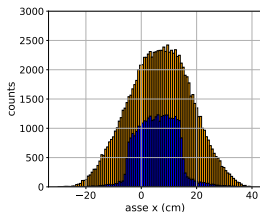
Dati acquisiti:

- punto di passaggio della particella nelle BC
- ampiezza del segnale visto dai PM, proporzionale alla quantità di luce depositata dal raggio cosmico negli scintillatori
- istante di tempo in cui è avvenuto questo deposito

Ricostruzione della traccia



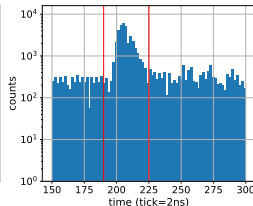
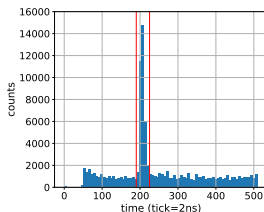
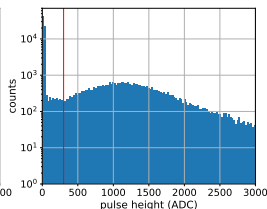
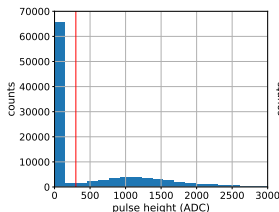
- $l_1 = 5.4 \text{ cm}$
- $d = 35 \text{ cm}$
- si analizzano i dati relativi alle coordinate x e y della particella incidente sulle Beam Chamber (BC1 e BC2)



$$\theta = \arctan\left(\frac{x_2 - x_1}{l_1}\right)$$

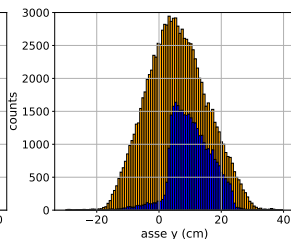
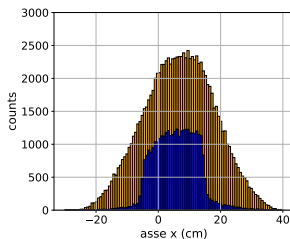
$$x_s = x_2 + d \cdot \tan(\theta)$$

Selezione degli eventi in PH e in tempo



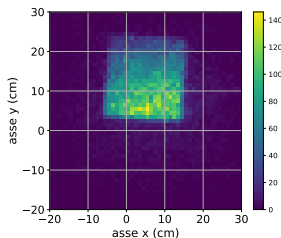
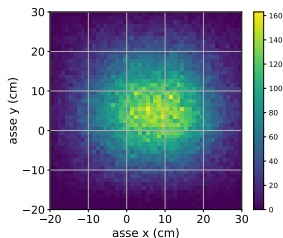
- Selezione degli eventi per CHICO
- **PH** corrispondente al massimo valore della forma d'onda campionata dal digitizer.
Soglia: **300 ADC**
- **Tempi** corrispondenti alla posizione di tale massimo.
Soglie: **380 e 450 ns**

Profilo dei raggi cosmici

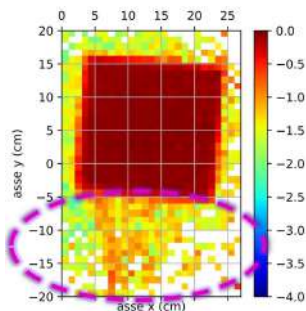
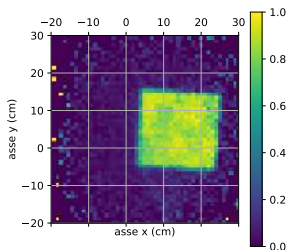


- **Arancione** :
raggi cosmici
che hanno
attraversato le
beam chamber

- **Blu** : raggi
cosmici che
hanno
attraversato
CHICO



Efficienza

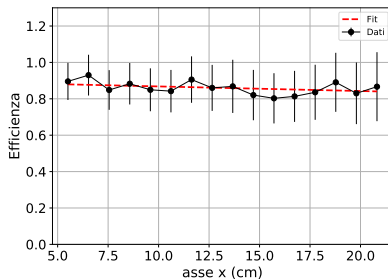
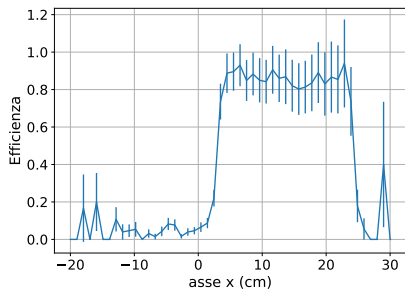


asse z in
scala log

- **Efficienza** = rapporto tra particelle rivelate e particelle incidenti totali
- Se non vengono interfacciate le fibre WLS alle fibre bianche → segnale anche fuori dalla regione sensibile dello scintillatore

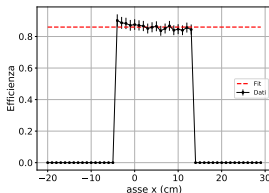


Fit di una slice

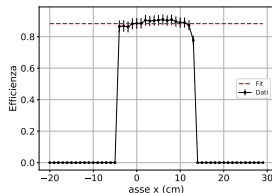


- Si divide orizzontalmente la superficie in 50 slice
- Si esegue un fit lineare dell'efficienza in funzione della coordinata x per una fissata coordinata y

Fit dell'efficienza



(a) CHICO



(b) GUMMO

- Ogni punto indica l'efficienza stimata per una coordinata y fissata
- Si esegue un fit con una costante nella zona di plateau dell'efficienza

Rivelatore	Efficienza	Errore sull'efficienza	χ^2 ridotto
CHICO	0.86	0.03	0.28
GUMMO	0.88	0.03	0.97

Conclusioni

Risultati ottenuti:

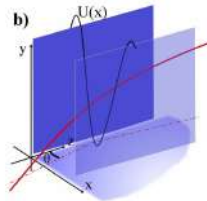
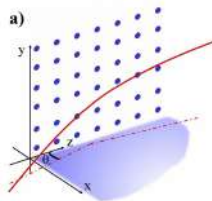
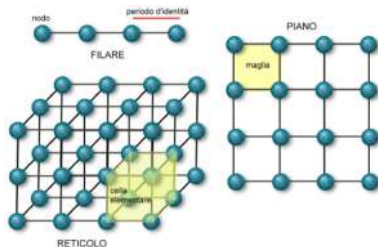
- Le efficienze risultano più basse rispetto all'efficienza ideale di 1
- Ci si aspetterebbe un'efficienza maggiore per GUMMO (maggior deposito di energia)
- Invece si ottengono due efficienze molto simili

Considerazioni finali:

- CHICO (sottile) limita la probabilità che i fotoni diano inizio a uno sciame elettromagnetico ma ha un'efficienza adeguata per agire come veto
- Per migliorare l'efficienza dello scintillatore spesso (GUMMO) sarà necessario agire sugli elementi critici della meccanica
- Si ipotizzano che i principali problemi della costruzione siano l'interfacciamento tra fibre WLS e fibre bianche e quello tra fibre bianche e PM.

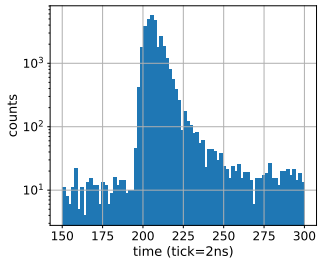
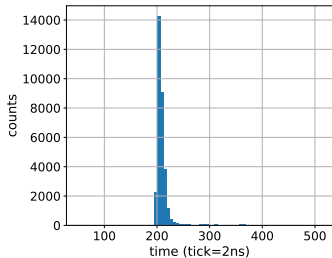
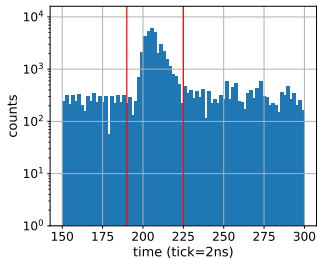
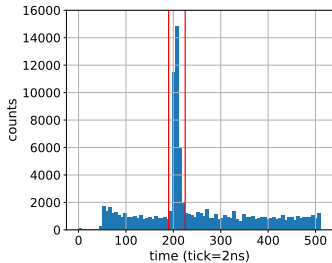
GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Particella in un cristallo curvo

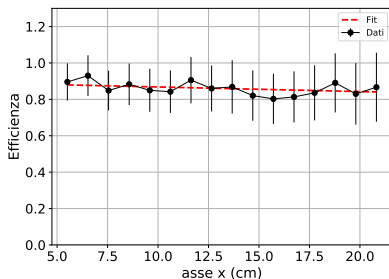
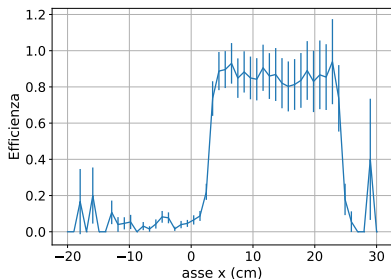


$$\text{Angolo critico: } \theta_c = \sqrt{\frac{2U_{\max}^b(R)}{\rho\nu}}$$

- Il channelling ($\theta < \theta_c$) = fenomeno per cui una particella resta incanalata tra i piani cristallografici.
- Esiste un intervallo della posizione di allineamento iniziale in cui la traiettoria della particella diventa tangente al piano del cristallo \rightarrow due effetti ($\theta > \theta_c$): volume capture o volume reflection



- eliminazione del fondo dopo il taglio in PH seguito dal taglio in tempo



Rivelatore	m	Errore su m	q	Errore su q
CHICO	-0.001	0.009	0.9	0.1
GUMMO	0.002	0.01	0.9	0.1