

# Raggi Cosmici

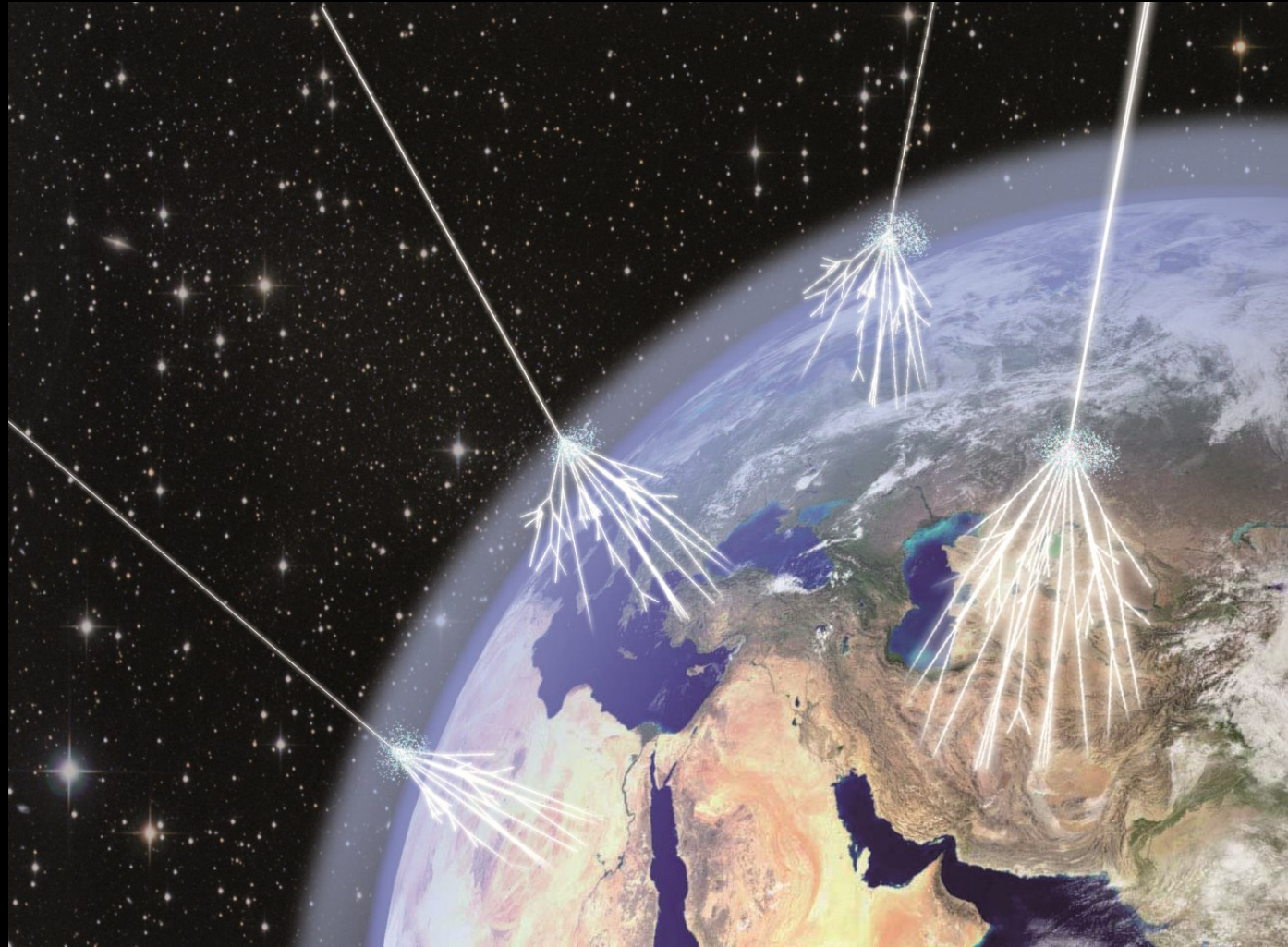
Messaggeri dallo Spazio profondo

Da quando siete entrati in  
questa Aula il vostro corpo è  
stato attraversato da

5,000,000  
di Raggi Cosmici

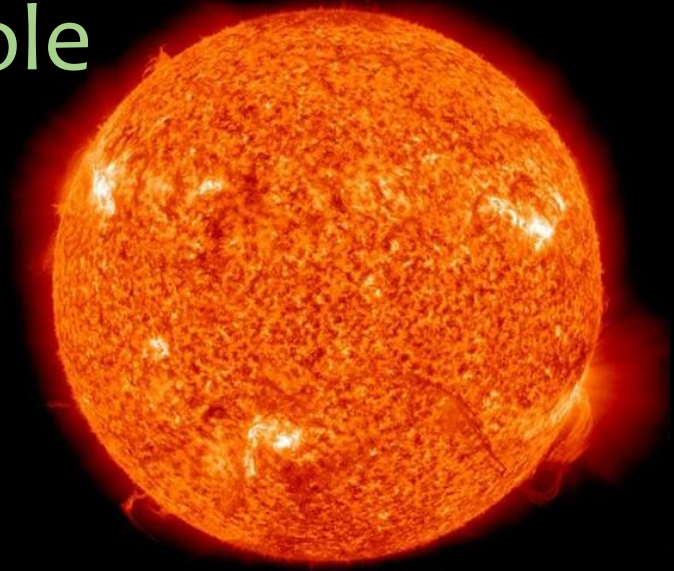
**Benvenuti!**

I raggi cosmici sono **particelle energetiche** provenienti dallo spazio esterno alle quali è esposta la Terra e qualunque altro corpo celeste



# La loro origine è molto varia

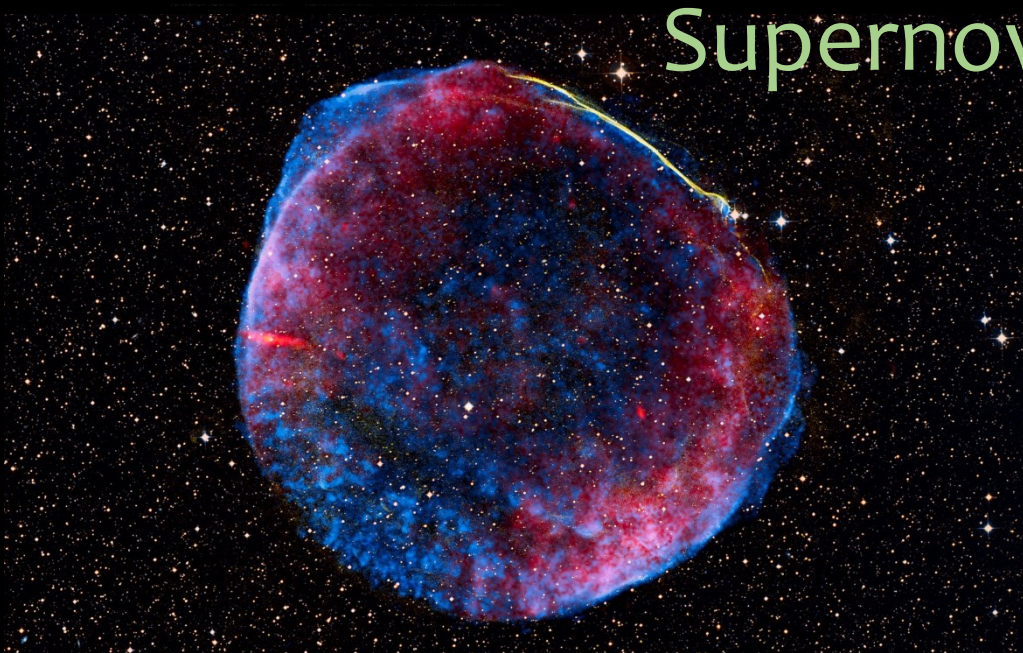
Sole



Stelle



Supernovae



Quasar



# Un po' di Storia



Nel 1785 Charles Coulomb scopre che un elettroscopio si scarica spontaneamente

Deve esistere una radiazione ignota  
altamente penetrante

1911  
Boemia



La radiazione misteriosa deve essere di origine extra-terrestre

1936 Hess vince il  
Premio Nobel  
(Pacini era morto 2 anni prima)

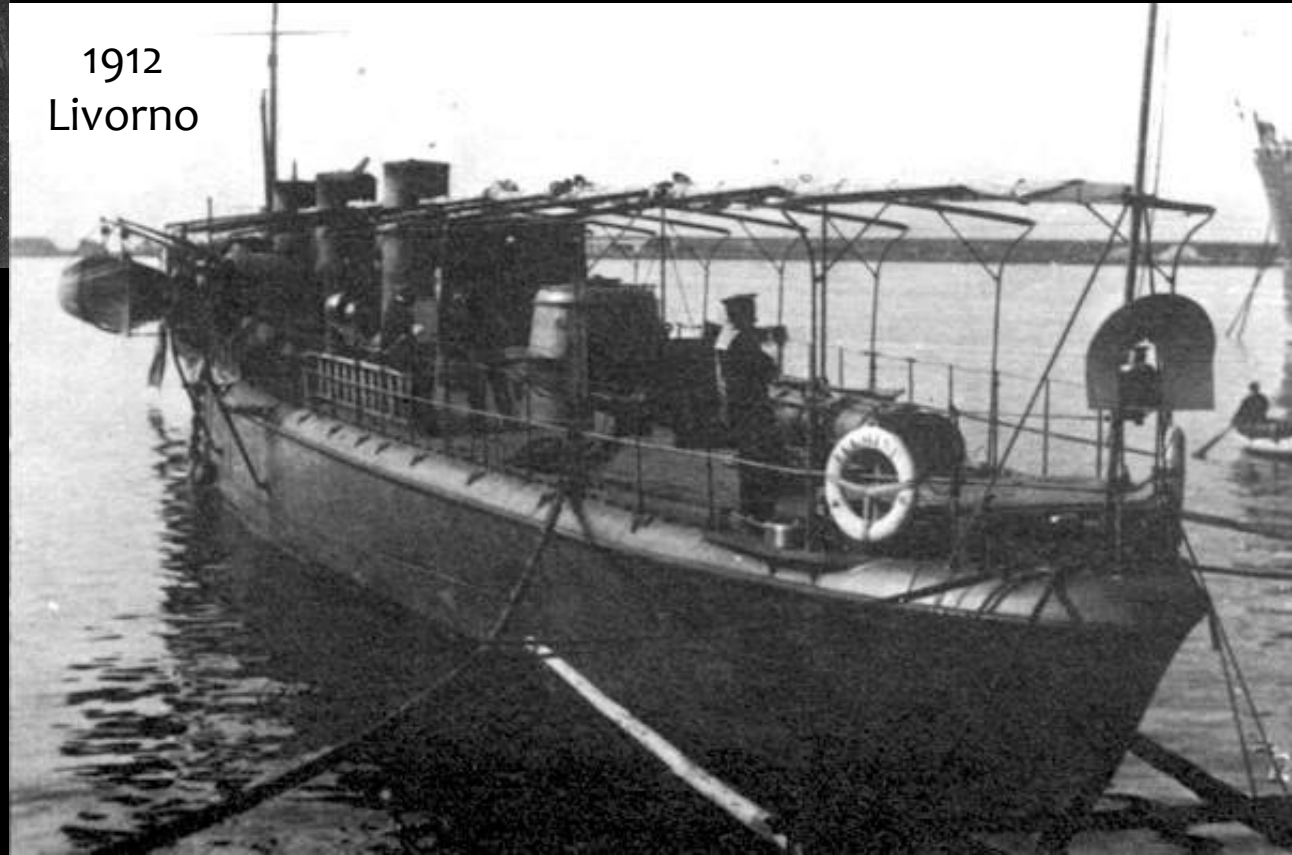


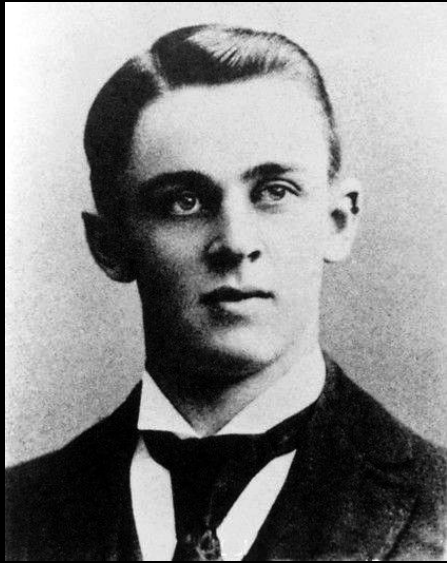
Victor Hess  
misura un  
aumento della  
radiazione con  
l'altitudine

Domenico Pacini  
misura una  
diminuzione della  
radiazione con la  
profondità



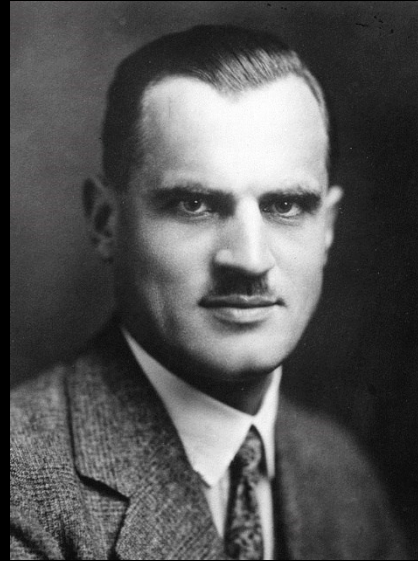
1912  
Livorno





1920

Robert Millikan  
inventa il nome  
“Raggi Cosmici”  
E' convinto siano  
fotoni di alta energia



1925

Arthur Compton  
misura una variazione della  
radiazione con il campo  
magnetico terrestre  
Sono particelle cariche!



1940

Enrico Fermi  
spiega l'accelerazione  
dei Raggi Cosmici  
con l'esplosione di  
Supernovae



1960

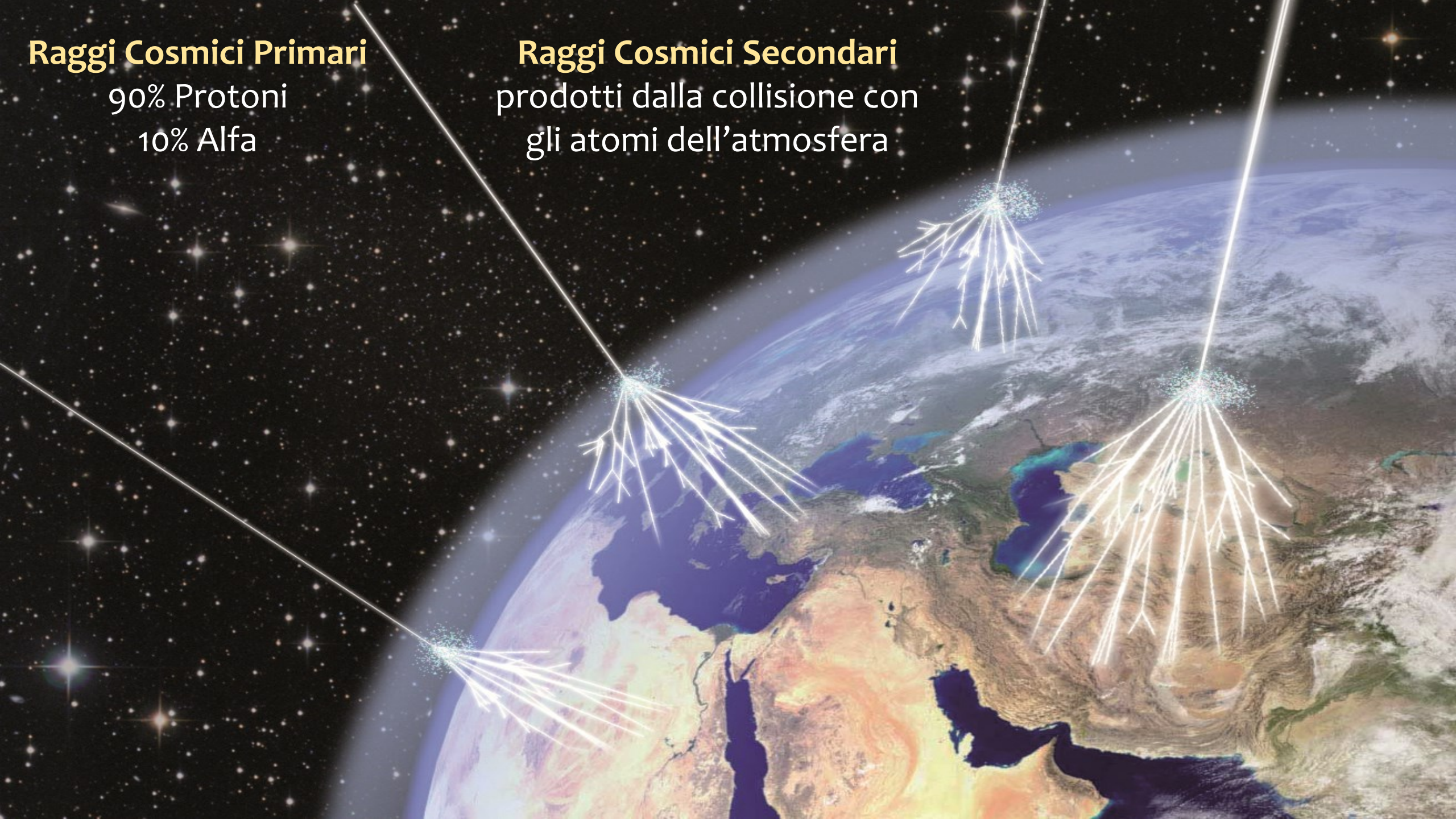
Giuseppe Cocconi  
ipotizza che alcuni  
Raggi Cosmici siano  
di origine  
extra-galattica

## Raggi Cosmici Primari

90% Protoni

10% Alfa

Raggi Cosmici Secondari  
prodotti dalla collisione con  
gli atomi dell'atmosfera





# Composizione dei Raggi Cosmici Secondari

30% Componente Molla

Elettroni

Fotoni

Neutroni

Pioni

Kaoni

Neutrini

Bassa Energia

Poco penetranti

70% Componente Dura

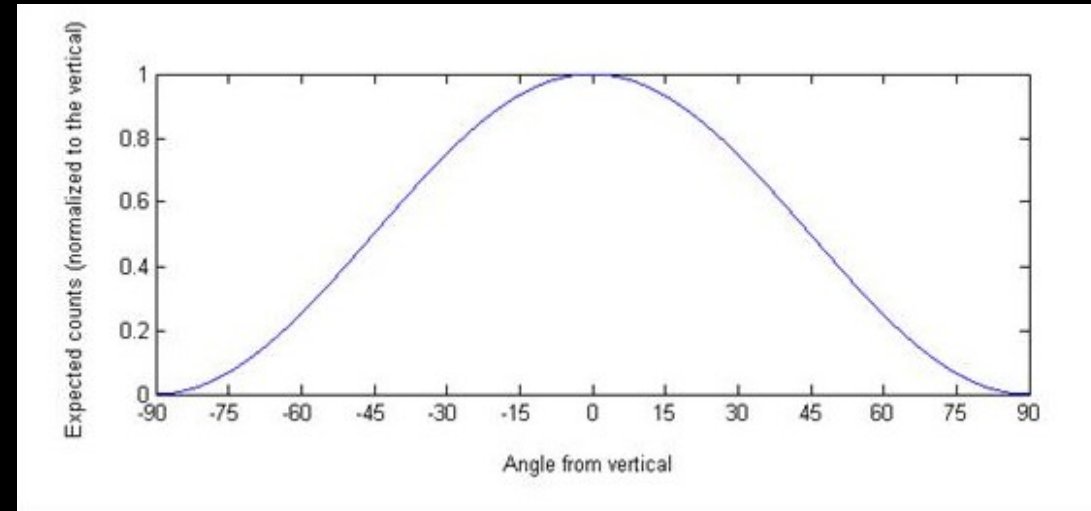
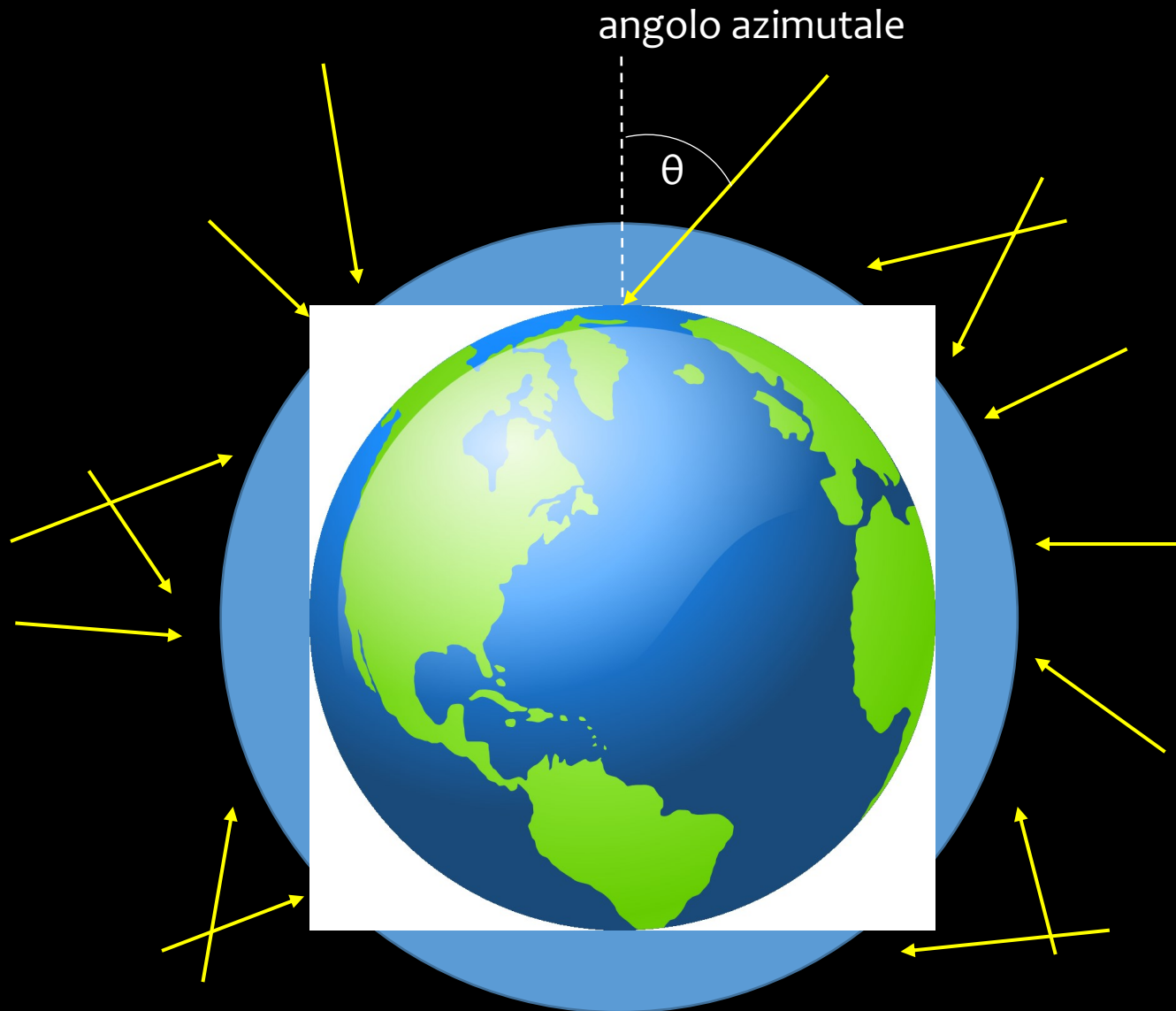
Muoni

Alta Energia  $\sim 1$  GeV

Altamente penetranti

Flusso 

# Distribuzione Angolare dei Raggi Cosmici



I Raggi Cosmici Primari  
sono **isotropi**

I Raggi Cosmici  
Secondari seguono la  
distribuzione  $\cos^2\theta$

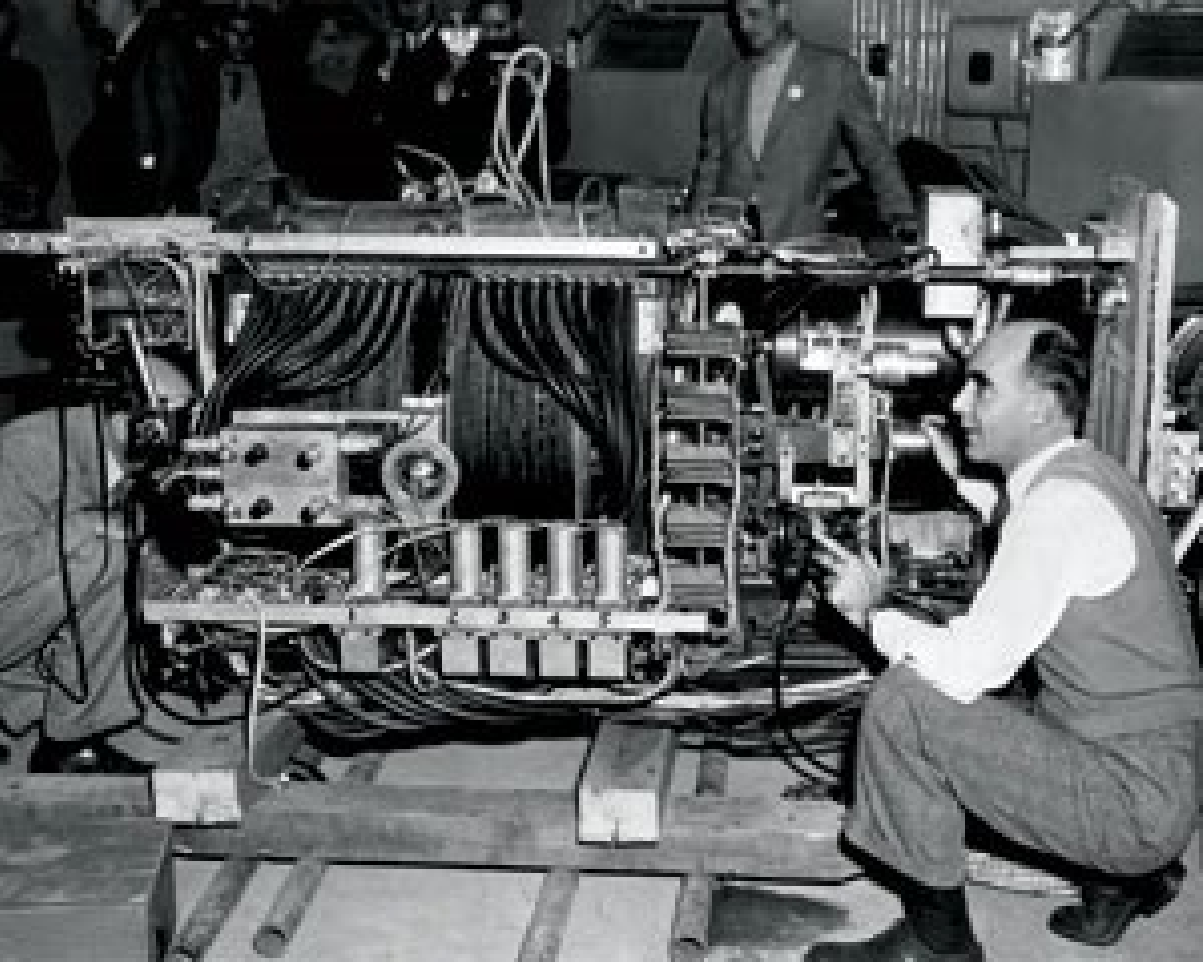
Con i Raggi Cosmici ha inizio la  
Fisica delle Particelle Elementari

Dal 1930 al 1950 con i Raggi Cosmici  
si scoprono nuove particelle

Poi dal 1950 cominciano a svilupparsi gli Acceleratori  
come nuovi strumenti di scoperta

Dagli anni '90 ricomincia l'interesse per i Raggi Cosmici  
come sonde per la Cosmologia osservativa  
e la Fisica delle Astroparticelle

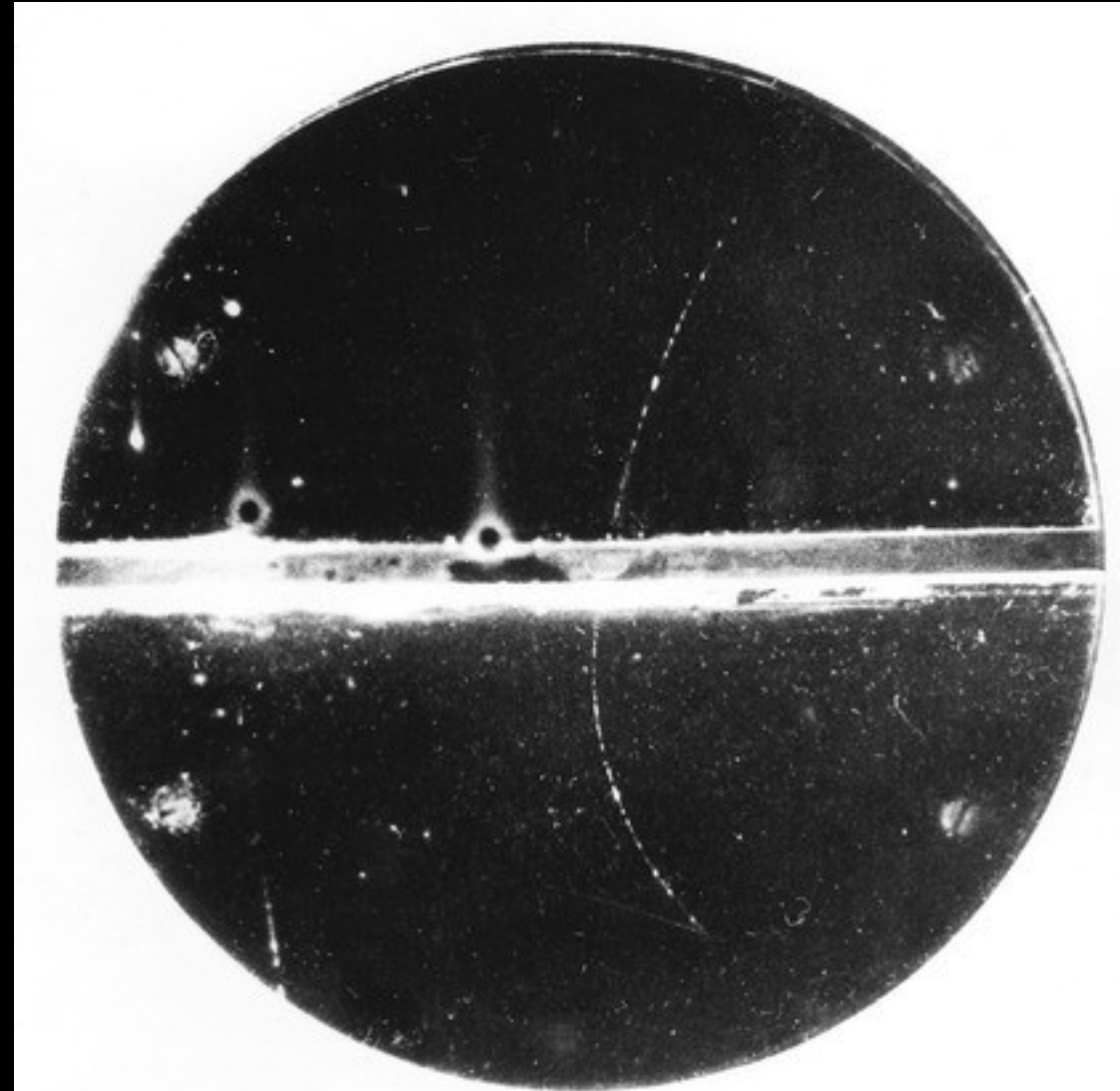
# Positrone



1932

Carl Anderson

trova una traccia con la massa  
dell'elettrone ma che in un campo  
magnetico curva in senso opposto!



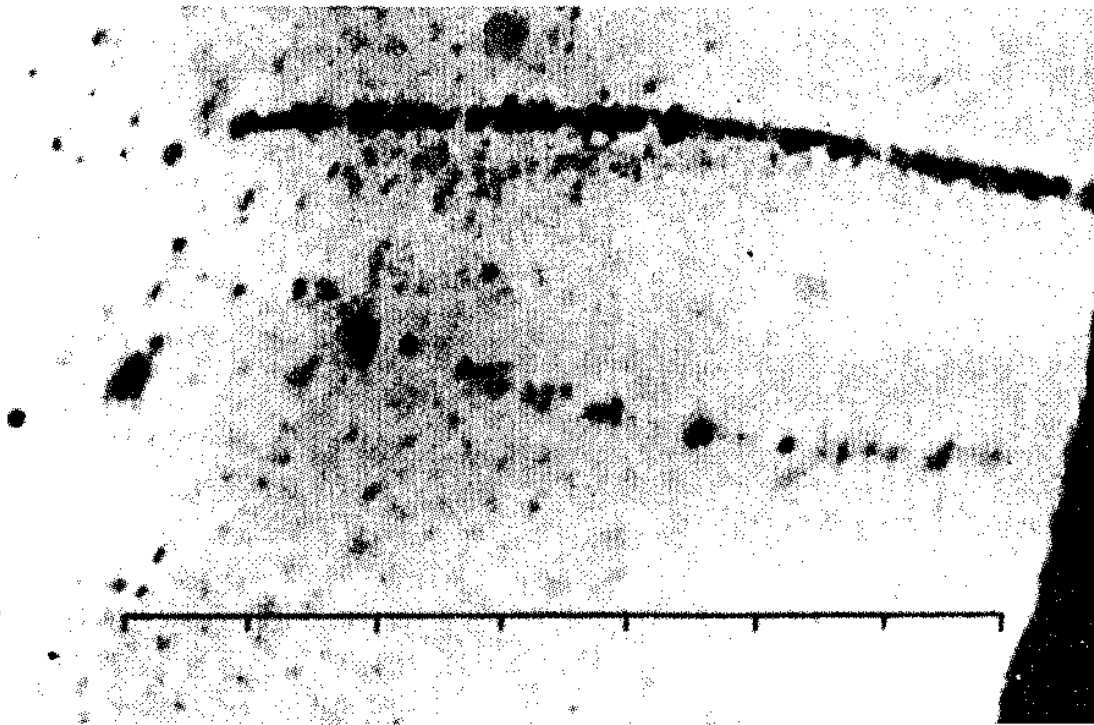
# Muone

1936

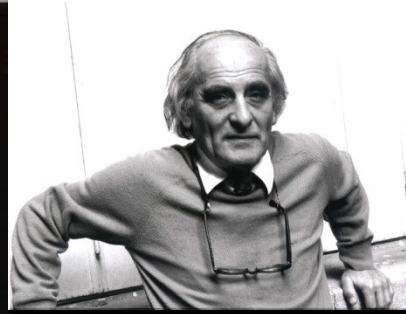
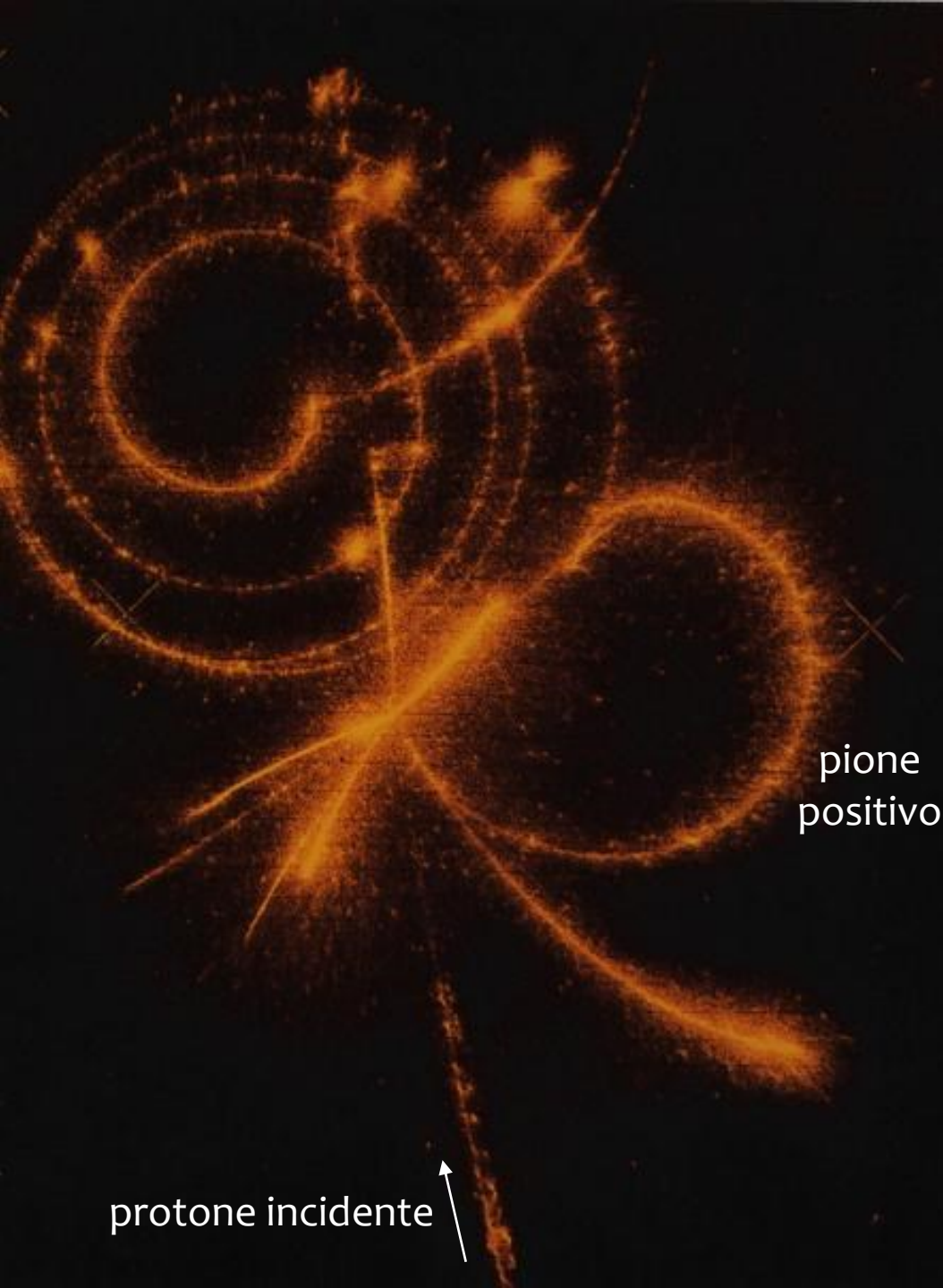
Carl Anderson e  
Seth Neddermeyer  
trovano una traccia che ha  
massa intermedia tra  
il protone e il positrone

Isaac Rabi:

"Who ordered that?"



"The other double trace of the same type (figure 5) shows closely together the thin trace of an electron of 37 MeV, and a much more strongly ionizing positive particle with a much larger bending radius. The nature of this particle is unknown; for a proton it does not ionize enough and for a positive electron the ionization is too strong. The present double trace is probably a segment from a "shower" of particles as they have been observed by Blackett and Occhialini, i.e. the result of a nuclear explosion".



# Pione

1947

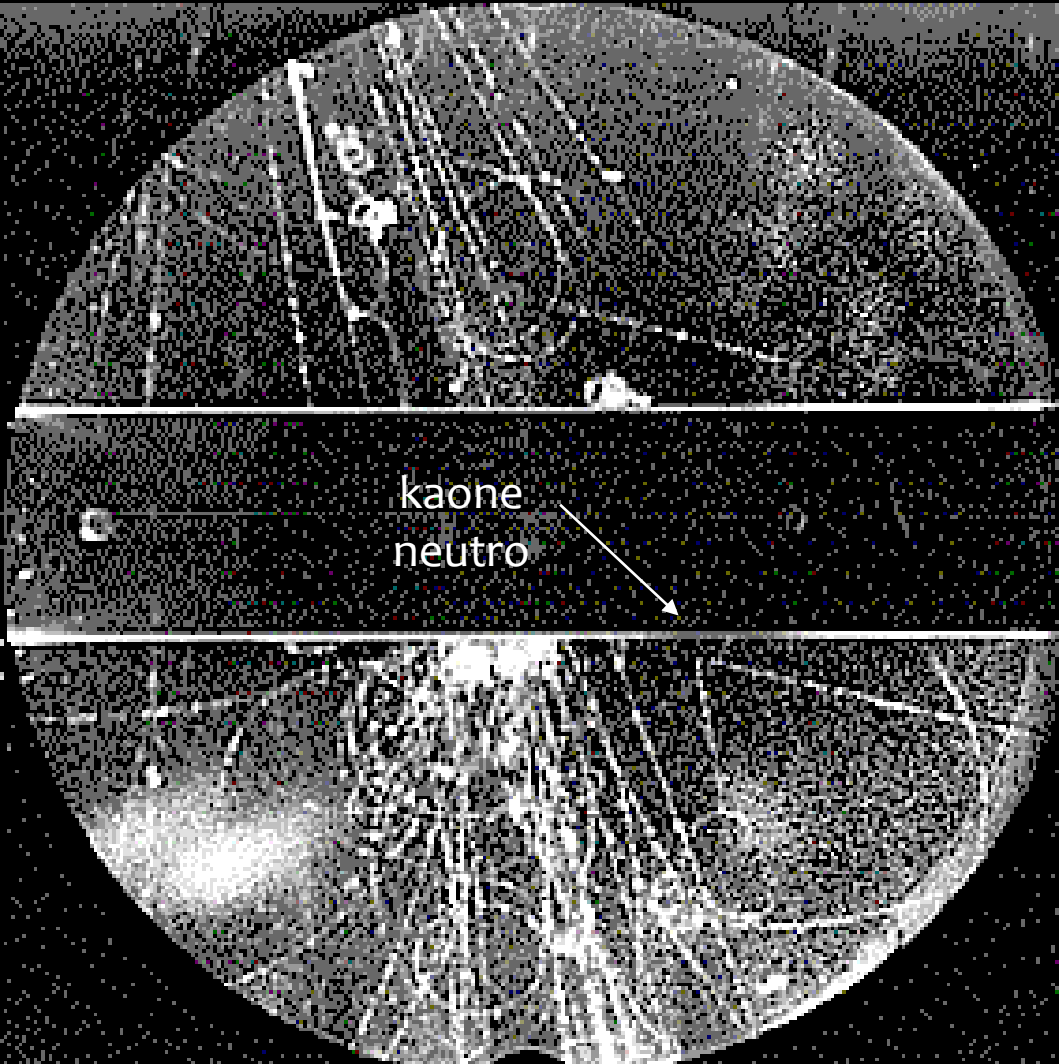
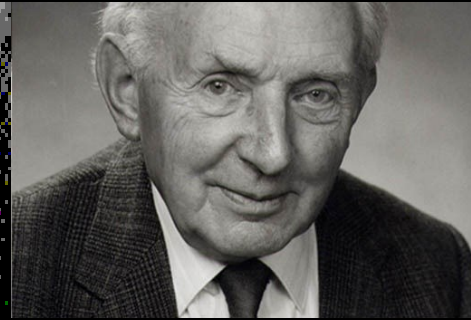
Cecil Powell e  
Giuseppe Occhialini  
espongono emulsioni  
fotografiche al Pic du Midi  
nei Pirenei Francesi  
trovano una traccia che  
interagisce con i nuclei  
è il mesone predetto da  
Yukawa

# Kaone

1947

George Rochester e  
Clifford Butler  
osservano due tracce  
apparire dal decadimento di  
una particella neutral 1000  
volte più pesante  
dell'elettrone

ha una vita media  
“stranamente” lunga



pione  
positivo

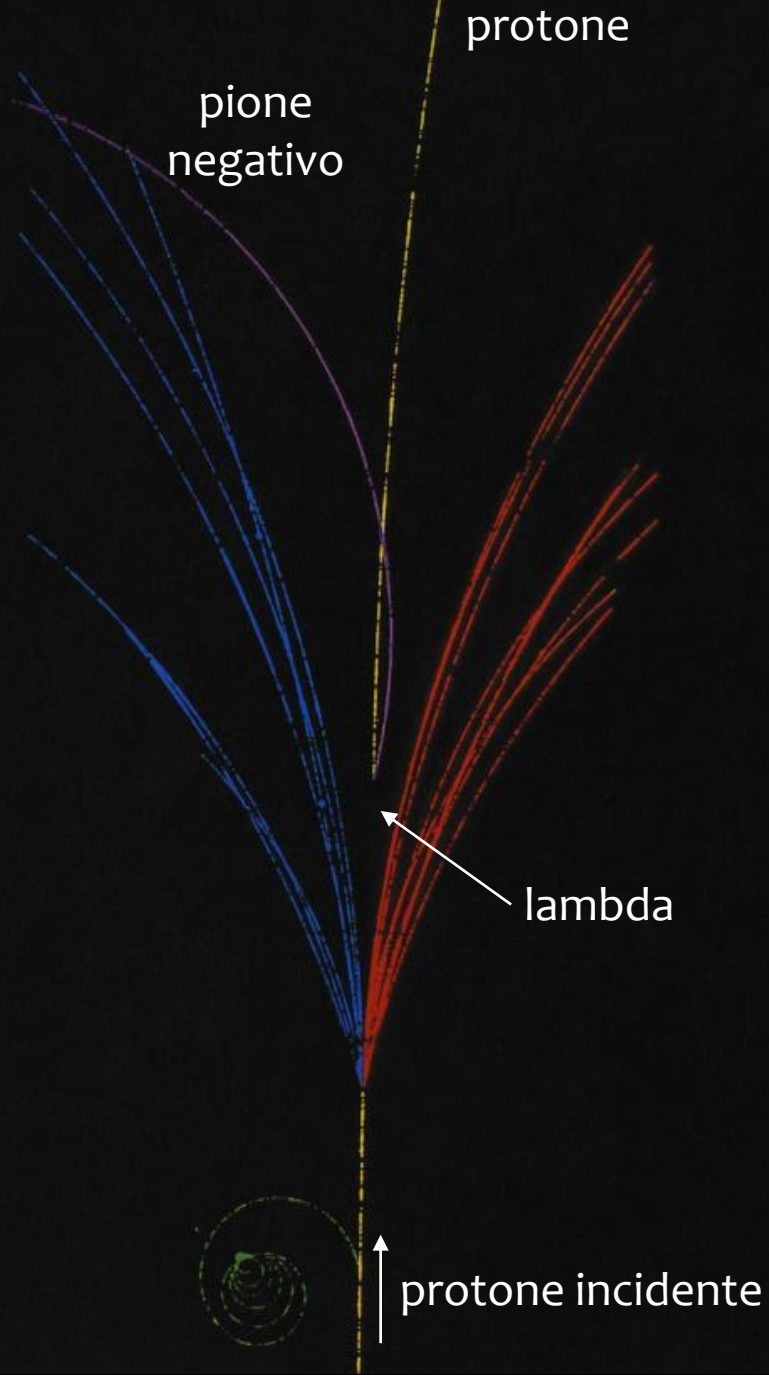
pione  
negativo

# Lambda

1951

Hopper e Biswas  
espongono emulsioni  
fotografiche su un pallone  
aerostatico a 21000 m di  
altezza e trovano il primo  
iperbarione neutro

ha una vita media  
“stranamente” lunga

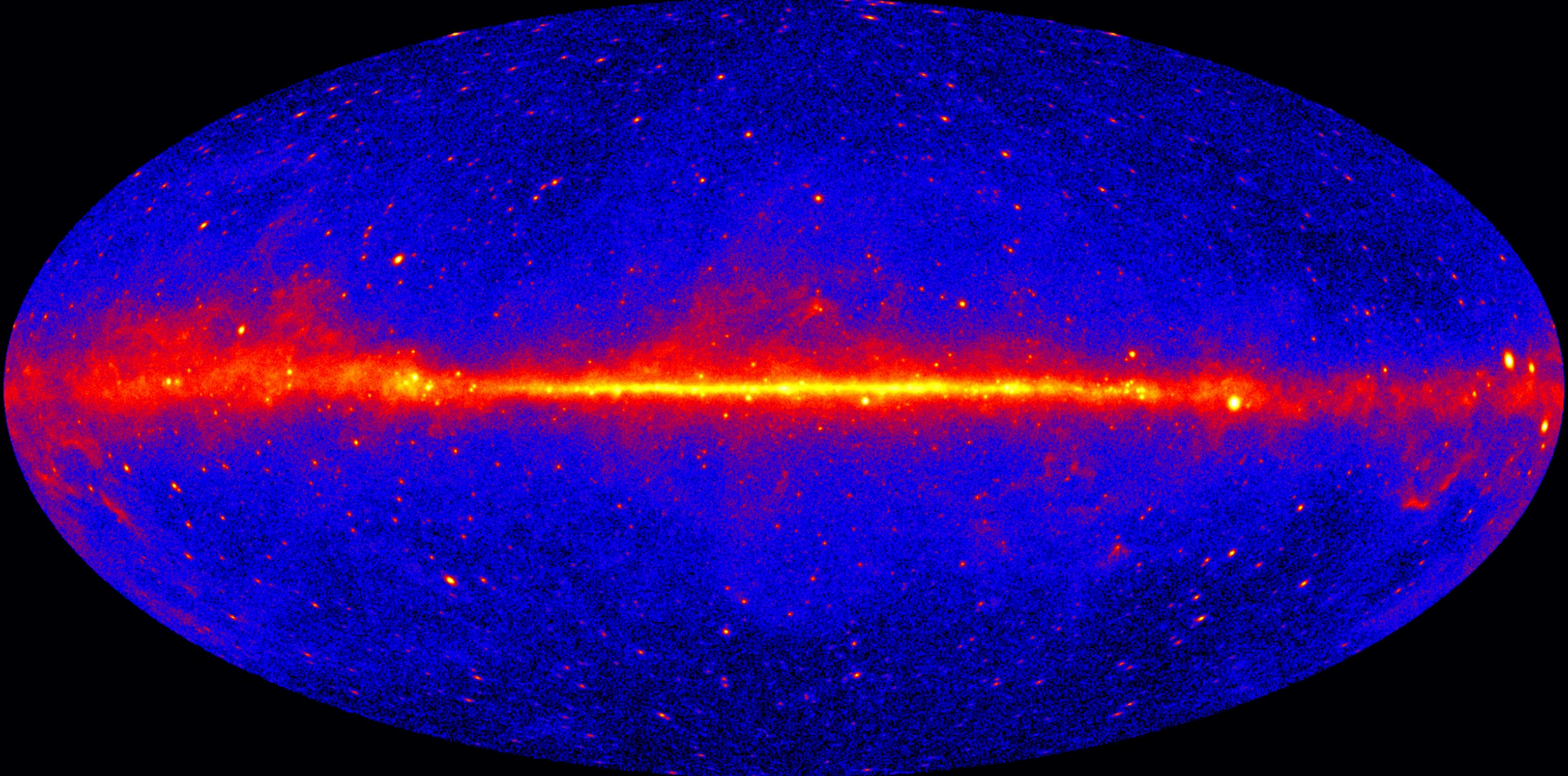




# Da dove vengono i Raggi Cosmici?

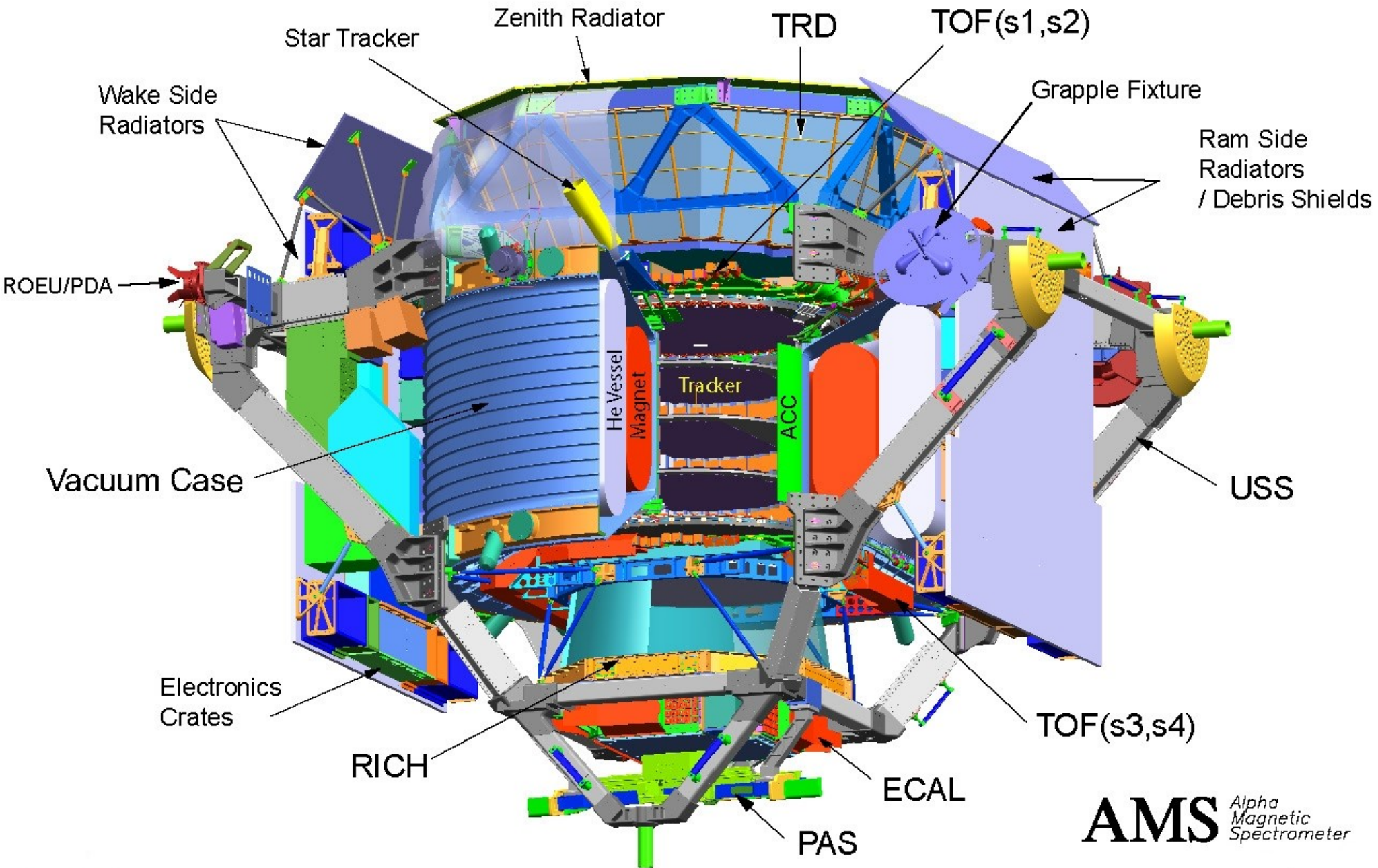


mappa dei  
fotoni > 1 GeV





# AMS 02



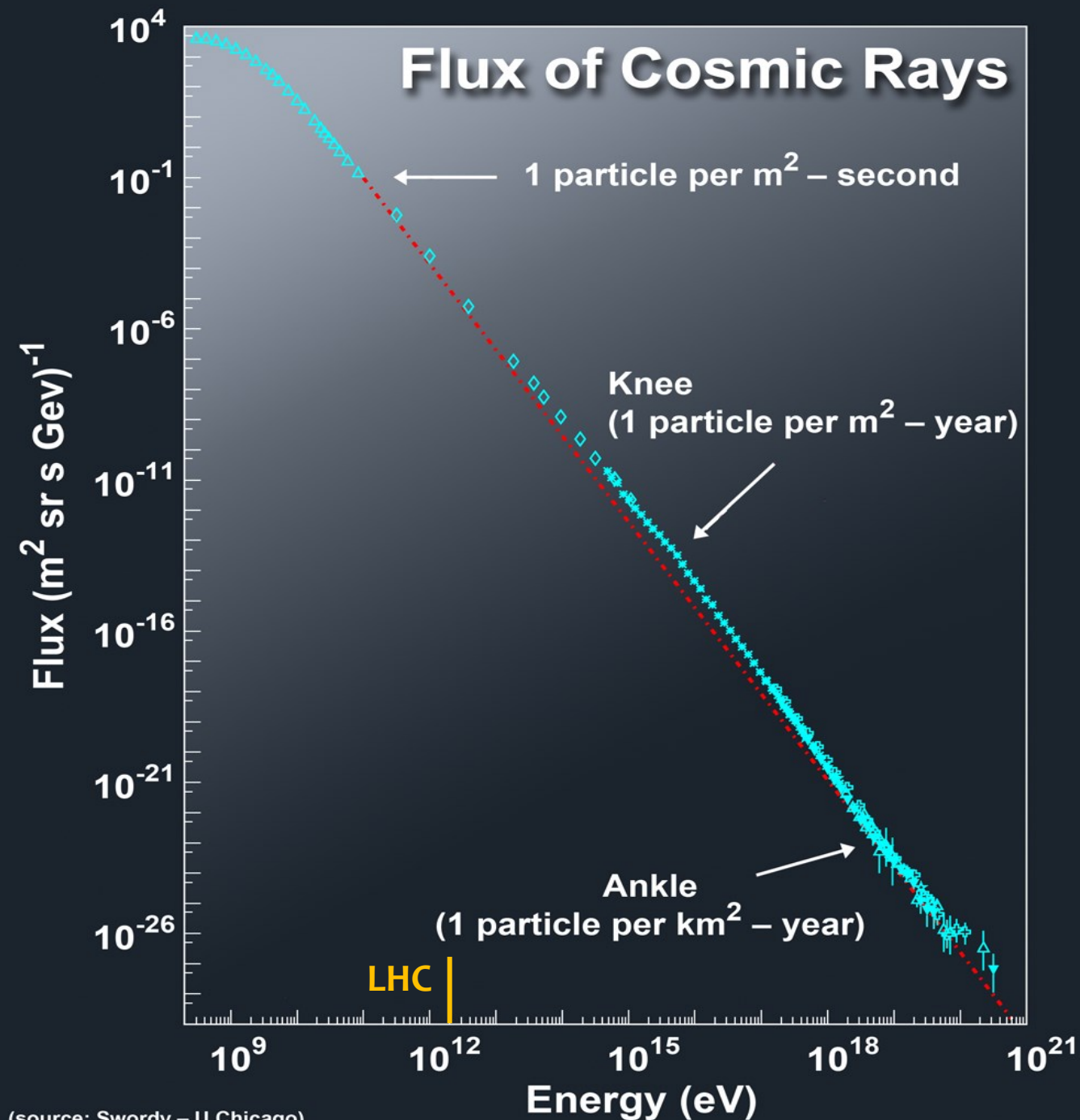
Samuel Ting

Endeavour 2011



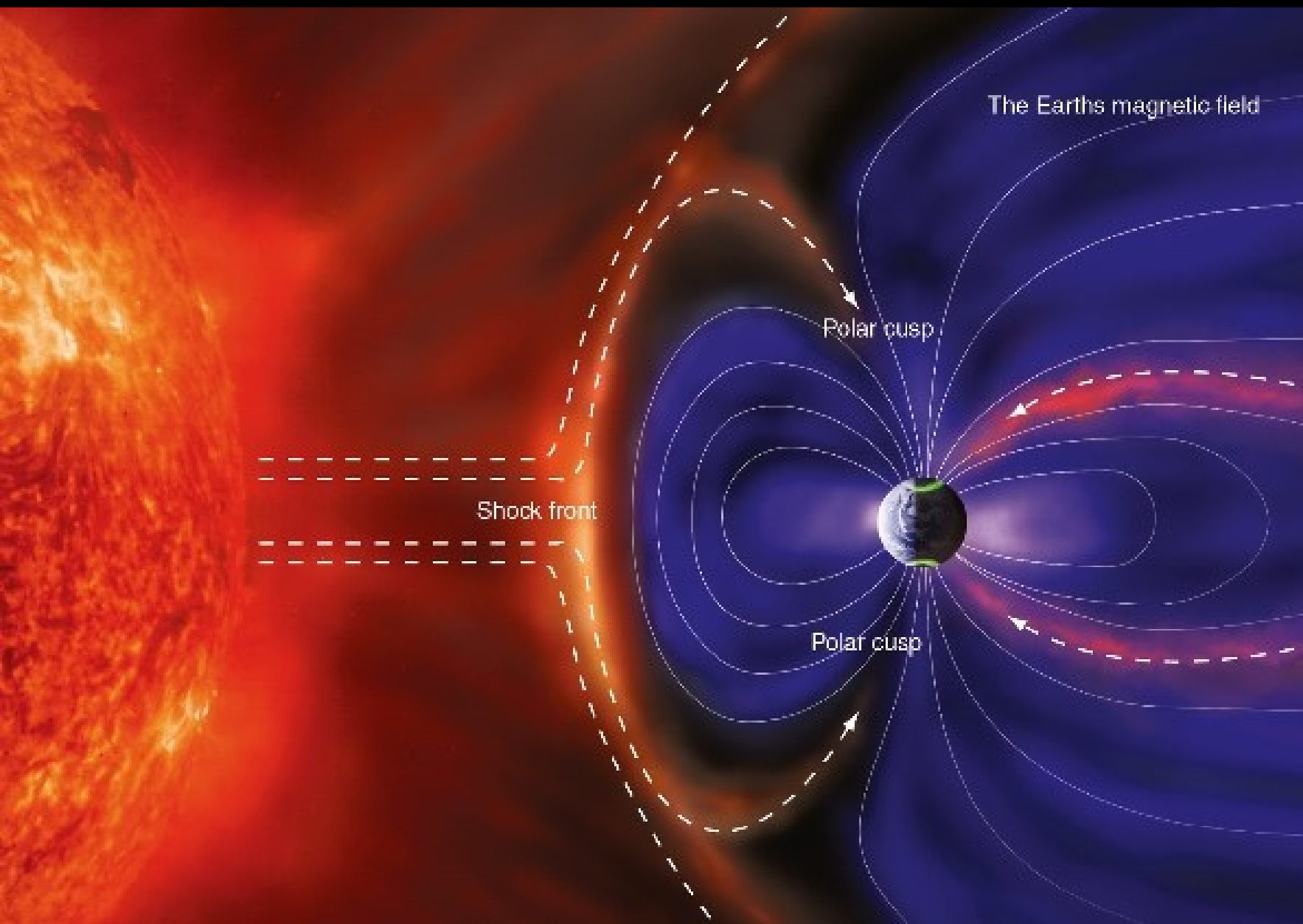
**AMS** *Alpha Magnetic Spectrometer*





**Energie  $< 10^{15}$  eV**  
 Raggi Cosmici Galattici  
 Sole  
 Supernovae

**Energie  $> 10^{15}$  eV**  
 Raggi Cosmici  
 Extragalattici  
 Pulsar  
 Gamma Ray Burst  
 Quasar



I Raggi Cosmici  
provenienti dal Sole  
(vento solare)  
giungono ai poli  
infilandosi nelle linee  
del campo  
magnetico terrestre  
e vengono accelerate  
ad una velocità  
prossima a quella  
della luce

ai poli viene emessa  
luce visibile per  
Effetto Cherenkov







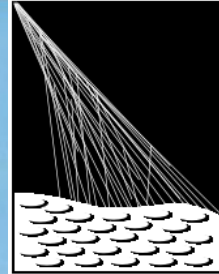
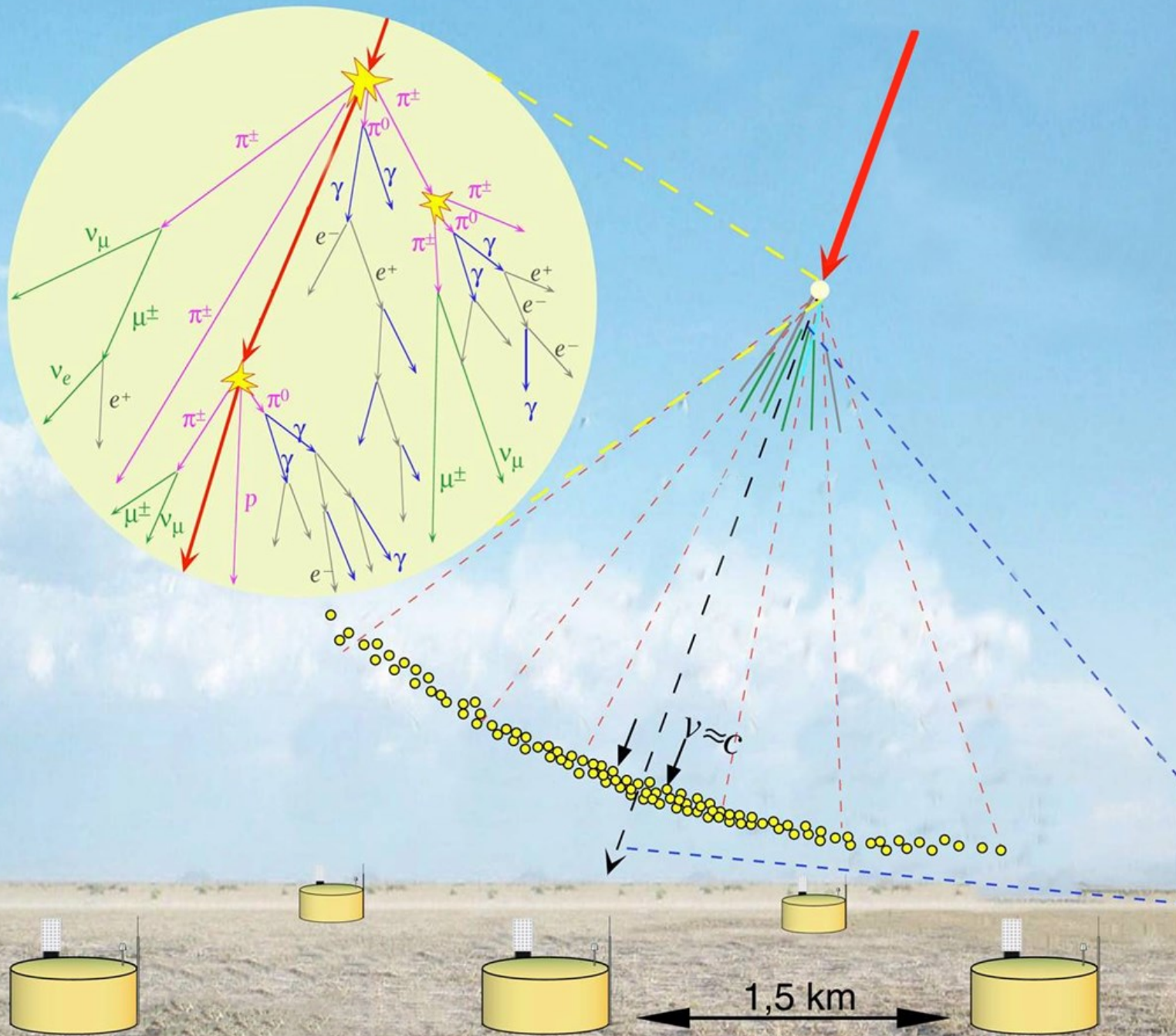












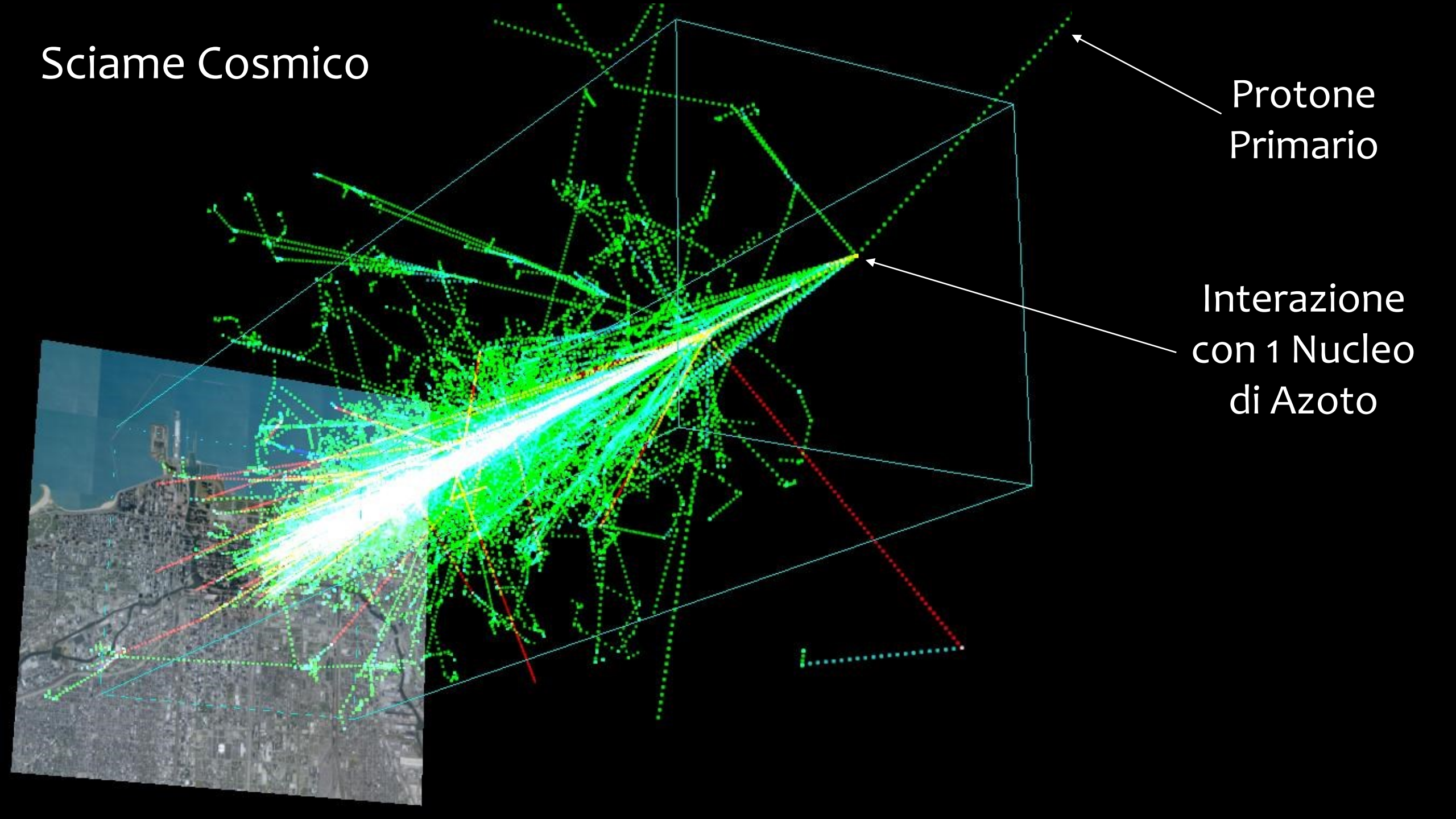
**PIERRE  
AUGER  
OBSERVATORY**



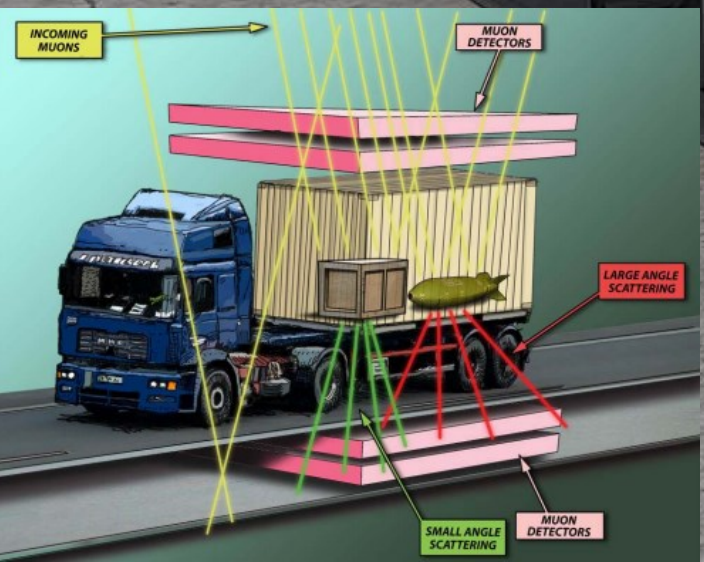
# Sciame Cosmico

Protone  
Primario

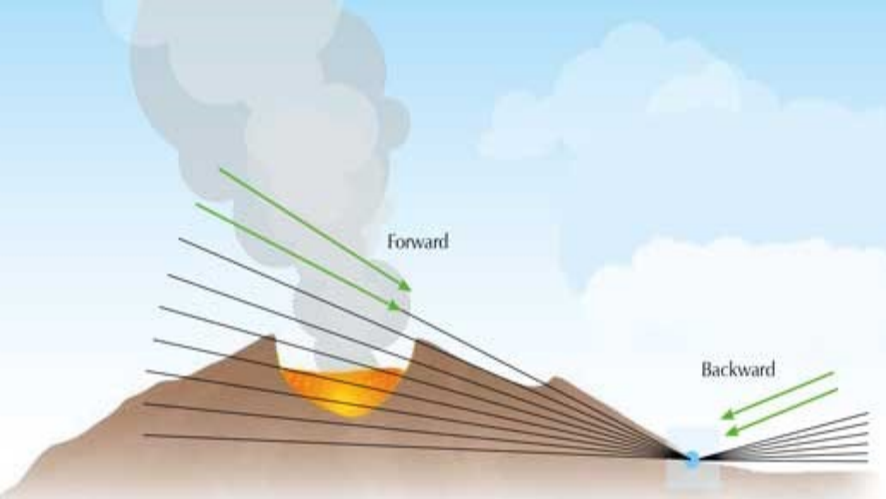
Interazione  
con 1 Nucleo  
di Azoto







# Muon Tomography



Tomografia del  
Vesuvio  
Progetto INFN





# Tomografia del nocciolo del reattore A di Fukushima Daiichi

