

Raggi Cosmici e fisica spaziale



Nicola Tomassetti
28/03/2025 @ FisGeo



https://youtu.be/17kl2_aax80

ALCUNE LETTURE DIVULGATIVE



COSMOLOGIA E
ASTROPARTICELLE



RAGGI COSMICI

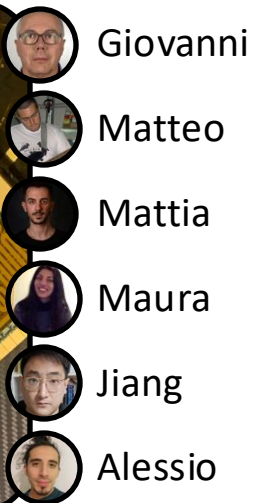


SPACE PHYSICS



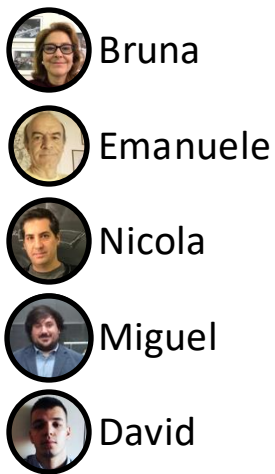
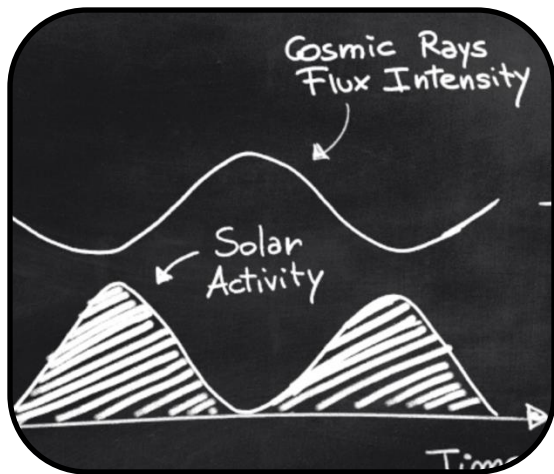
Team & Topics

Attività di Laboratorio
- Rivelatori per RC

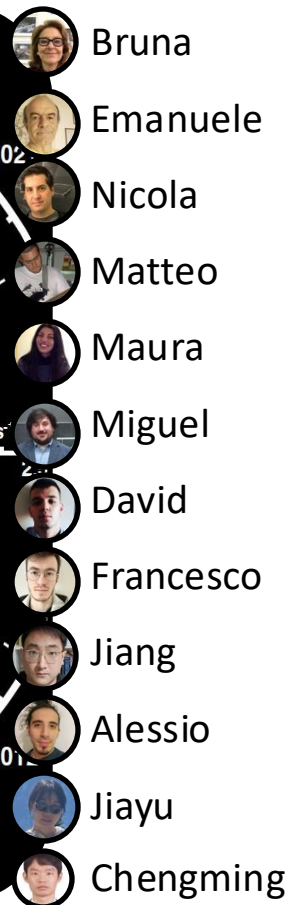
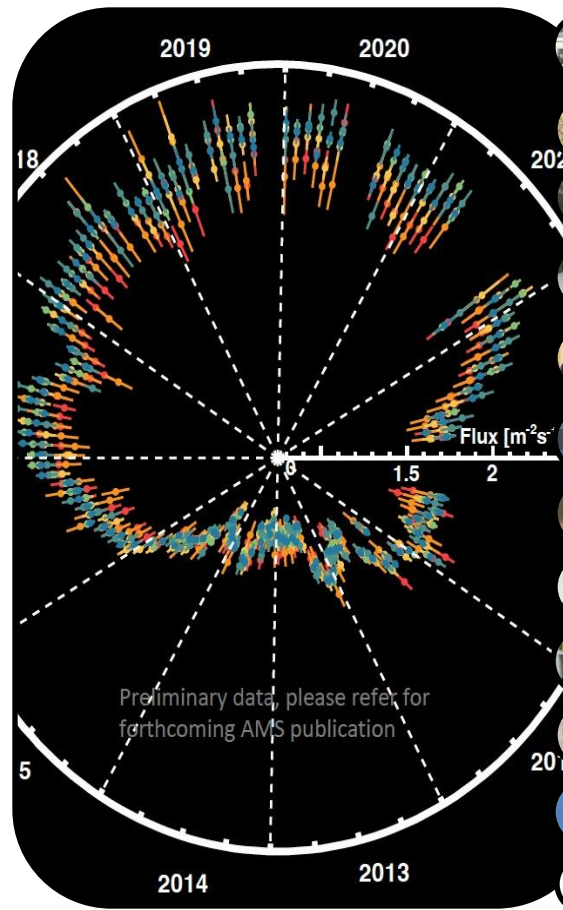


Giovanni
Matteo
Mattia
Maura
Jiang
Alessio

Modelli teorici per RC



Bruna
Emanuele
Nicola
Miguel
David



Bruna
Emanuele
Nicola
Matteo
Maura
Miguel
David
Francesco
Jiang
Alessio
Jiayu
Chengming

Analisi Dati e
Simulazioni per RC

Cosa sono i raggi cosmici (RC)

Particelle energetiche di **provenienza extraterrestre**, elettricamente cariche, che colpiscono continuamente l'atmosfera terrestre dallo spazio.

- Protoni, nuclei, elettroni, antimateria.
- Origine solare, galattica, o extragalattica



La fisica dei raggi cosmici è strettamente connessa all'astrofisica e alla cosmologia:

- ★ I raggi cosmici si **propagano e interagiscono all'interno della galassia e nell'eliosfera**
- ★ Le loro **sorgenti sono oggetti astrofisici**: esplosioni di supernovae, nuclei galattici attivi, pulsars
- ★ Potrebbero esserci sorgenti di tipo esotico (**materia oscura, buchi neri primordiali**)

L' Universo è “IL LABORATORIO” in cui si possono osservare tutte le leggi della natura all'opera, spesso in condizioni limite che **non possono essere riprodotte all'interno dei laboratori terrestri.**

A photograph of the Alpha Magnetic Spectrometer (AMS-02) installed on the International Space Station (ISS). The detector is a large, white, cylindrical structure with a gold-colored band around its middle. It is surrounded by various cables and structural elements of the ISS. The Earth's blue horizon is visible in the background.

19 Maggio 2011

Installato con successo sulla ISS

Ad oggi AMS-02 ha rivelato

248,107,182,318

Raggi Cosmici

Ultimo update: 28 Marzo 2025

AMS-02: Uno spettrometro magnetico di alta precisione fino al TeV

TRD, Rivelatore a radiazione di transizione
Identifica e^+ , e^-

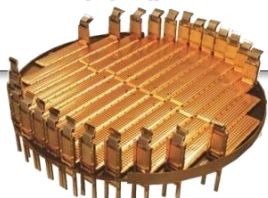


Z , P sono misurati in maniera indipendente da Tracker, RICH, TOF and ECAL

TOF, Sistema di tempo di volo
 Z , E



Tracker, Tracciatore al silicio
 Z , $R(=p/q)$



ACC, Sistema di anti-coincidenze

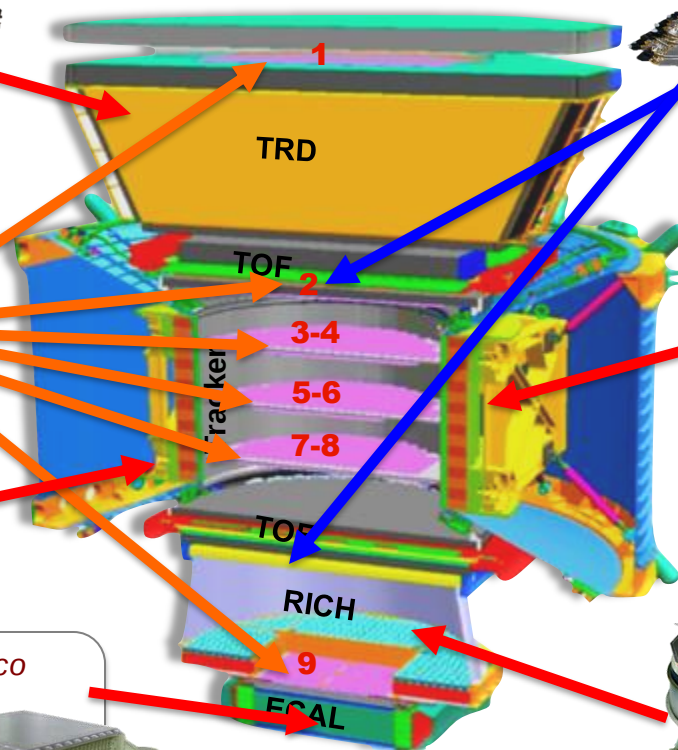
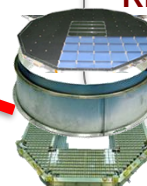
ECAL, Calorimetro elettromagnetico
Energia di e^+ , e^-
Identifica e^+ , e^-



Permanent Magnet
 Z , $R(=p/q)$



RICH, Rivelatore ad effetto Cherenkov
 Z , E
($\sigma_\beta/\beta \sim 0.1\%$)



NASA JSC: Blue room



Bruna (PG)

Giovanni (PG)

Il gruppo del Tracker
(i.e. il gruppo di Perugia)
con due laureandi magistrali,
un dottorando,
un giovane post-doc

Il Premio Nobel
(scoperta della particella J)
Samuel Ting,
PI di AMS

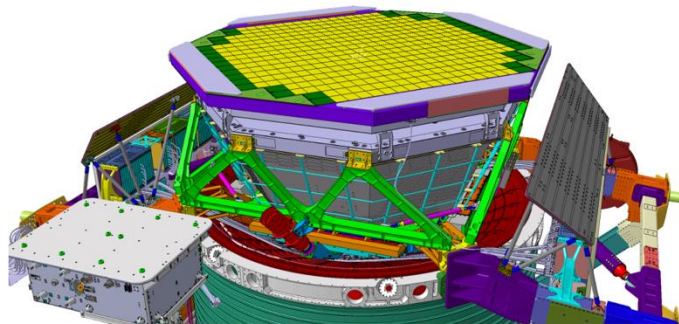
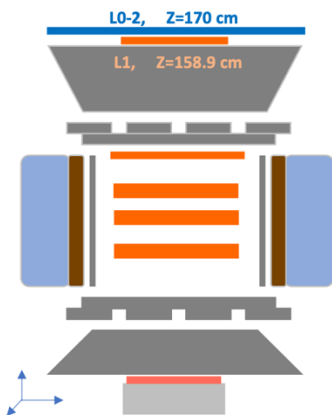
Attività con l'esperimento AMS-02

Attività di Analisi Dati

- Misure di flusso di nuclei → Studio della fisica dei raggi cosmici nella galassia
- Misure di antimateria (positroni, antinuclei) → Ricerca indiretta di Materia Oscura
- Flussi in funzione del tempo → Studio di fenomeni solari e spaziali

Attività hardware: Upgrade L0

- Costruzione di un piano di rivelatore da portare nella ISS e installare su AMS
- Installazione prevista nel 2026



Cosa c'è da fare?

- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, CNAO, ...) e alla successiva analisi dati
- Caratterizzazione del sistema di acquisizione dei dati

Mini-Mazinga

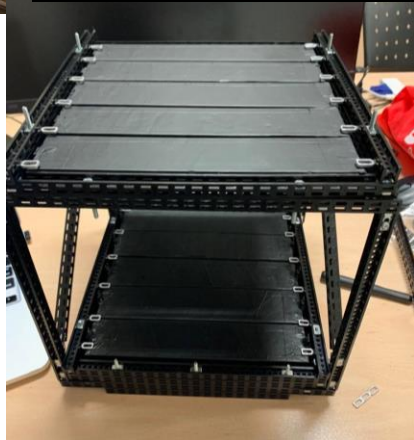
Rivelatore per raggi cosmici portatile e di facile assemblaggio e utilizzo per esposizioni, scuole



Liceo Scientifico G. Alessi



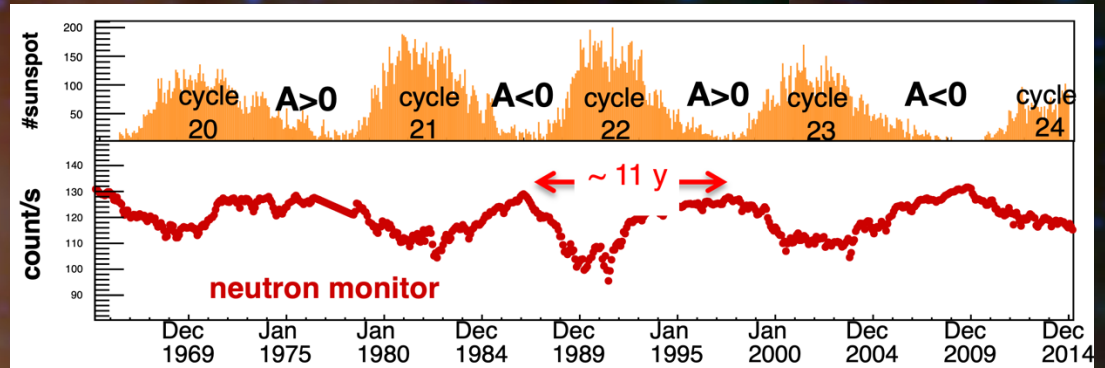
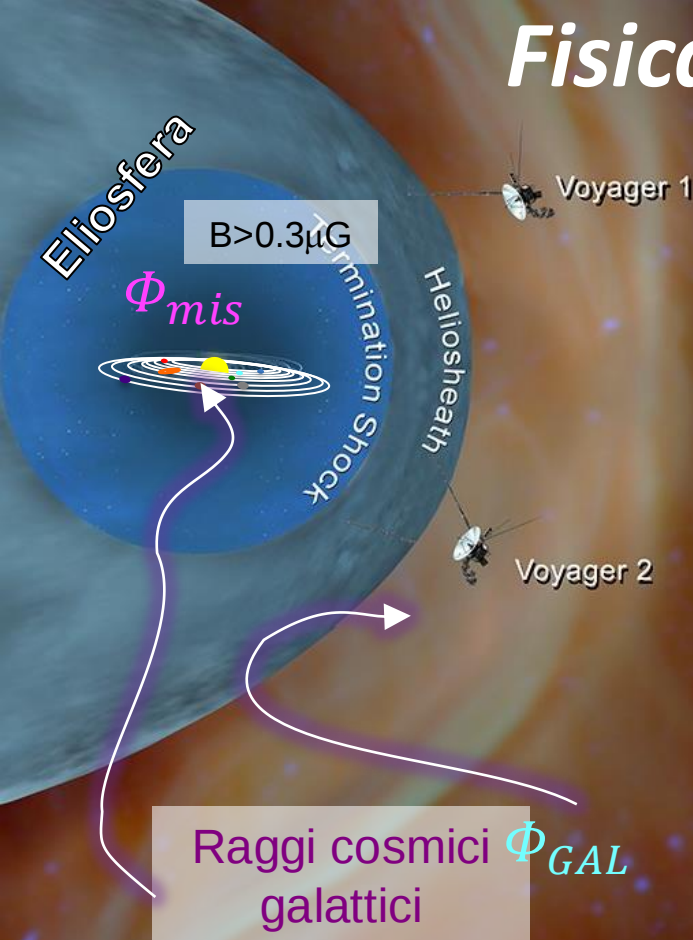
Rivelatore finale:



Cosa c'è da fare?

- Sviluppo di un sistema di acquisizione a basso costo (Arduino, FPGA, ...)
- Sviluppo del software di acquisizione su PC a basso costo (C++, Python + RaspberryPI)
- Integrazione e calibrazione del prototipo completo

Fisica Spaziale e Solare



Effetti **su larga scala temporale** (~anni):

- Variazione del flusso di raggi cosmici nel tempo
- Differenze tra particelle e antiparticelle

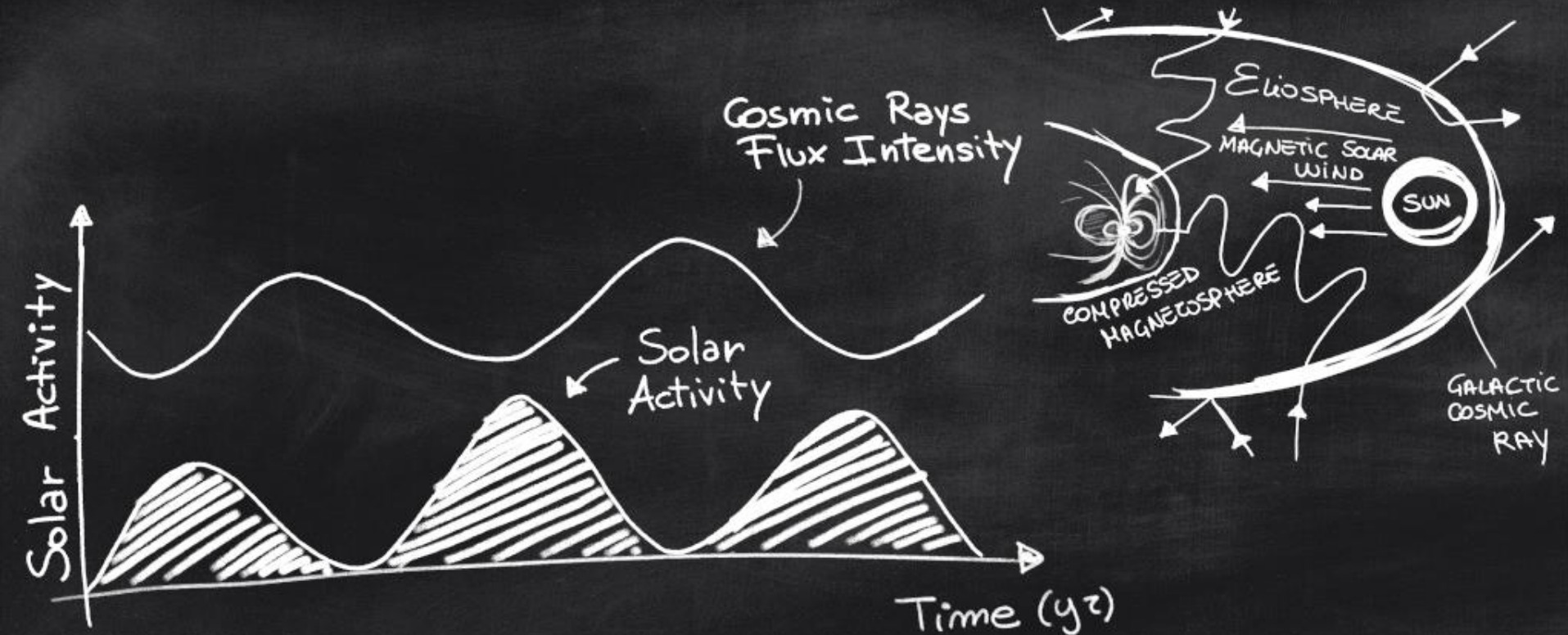
Effetti **su piccola scala temporale** (~giorni)

- Eventi solari energetici
- Forbush decrease

- Studio sorgenti dei raggi cosmici galattici
- Studi di space weather, radioprotezione e rischi

Fisica Spaziale e Solare

- ✓ Modelli teorici per descrivere i raggi cosmici nell'eliosfera
- ✓ Analisi incrociata di serie di dati multicanale da esperimenti spaziali



Tesi Triennali

Modelli teorici o astrofisici

- Astroparticelle cosmiche e processi astrofisici di alta energia
- Fisica spaziale e argomenti interdisciplinari collegati.

Attività di laboratorio

- Sviluppo di un sistema di acquisizione a basso costo (es. Arduino, FPGA)
- Sviluppo del SW di acquisizione su PC a (C++, Python + RaspberryPI)

Attività da compiere

Studiare a fondo il problema
Fare calcoli, realizzare grafici
Partecipare ad eventi di outreach

Prerequisiti

Entusiamo,
Tenacia,
LaTeX



Tesi Magistrali

Modelli teorici

- Studi di accelerazione e propagazione di nuclei & antinuclei cosmici di alta energia
- Studi sulla radiazione energetica nello spazio: origine, trasporto, radioprotezione.

Analisi Dati

- Misure di variabilità di raggi cosmici con esperimento AMS-02 nello spazio
- Analisi multicanale della relazione tra raggi cosmici e attività solare
- Rivelazione di particelle con i dati di AMS-02: misure di flusso, separazione e^-/p^+

Attività di Laboratorio

- Studio delle prestazioni dei futuri esperimenti HERD/ALADInO
- Impatto/ottimizzazione della geometria di HERD/ALADInO tramite simulazione MC
- Caratterizzazione dei moduli al silicio di AMS-L0
- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, CNAO) e successiva analisi dati