LAB 2GO SCIENZA

Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento

Vanessa Agostini[1], Beatrice Arcese[1], Niccolò Ascani[1], Pia Astone[2], Valerio Bocci[2], Serena Caperna[1] , Fausto Casaburo[3,2*T], Augusto Cerica[1], Catello D'Auria[1], Giulia De Bonis[2], Daniel Deda[1], Francesca Di Mauro[1], Annamaria Di Vico[1], Riccardo Faccini[3,2], Luciano Frasca[1], Gaia Galuppi[1], Gabriele Giovannetti[1], Francesco Iacoangeli[2], Gaetano Ludovici[1], Leonardo Martone[1], Benedetta Marucci[1], Luca Mizzoni[1], Aurora Moriconi[1], Giovanni Organtini[3,2], Francesco Piacentini[6,2], Aurora Pietrobono[1], Francesco Pongelli[1], Filippo Severa[1], Daniele Vona[1]

[1] Liceo Scientifico «L. Pietrobono» di Alatri
[2] Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) Sezione Roma
[3] Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Fisica

*Corresponding author
[T] Ora a LNGS - INFN





125 YEARS SIF 1897-2022

SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA
Italian Physical Society

108° Congresso della Società Italiana di Fisica (SIF)

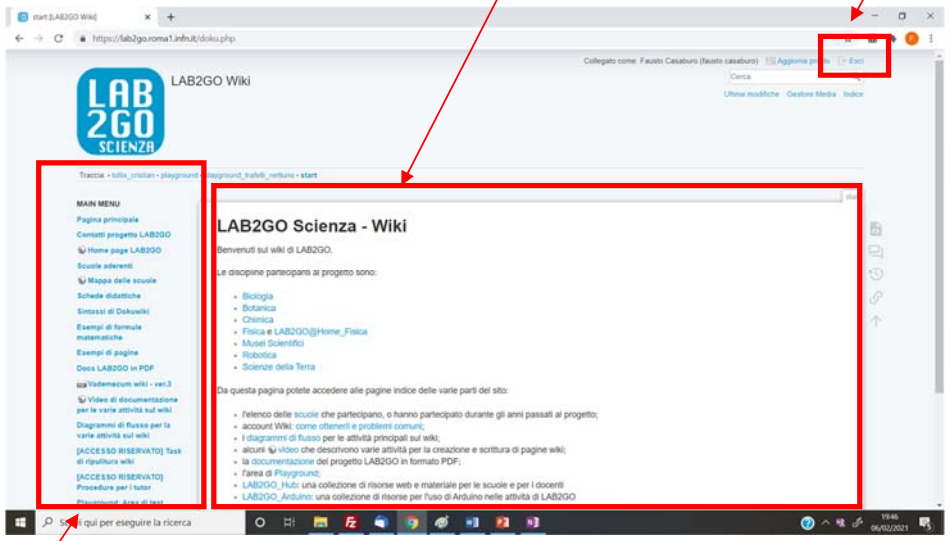
Misura del flusso di raggi cosmici con un telescopio per muoni ArduSiPM-based all'interno del progetto Lab2GO.

- *Lab2Go*
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- Conclusioni
- Bibliografia

Lab2Go

Lab2Go:

- La pratica sperimentale è spesso trascurata nelle Scuole.
- Lab2Go è un progetto del Piano Lauree Scientifiche (PLS) del dipartimento di Fisica Sapienza rientrante nel contesto dei Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (PCTO).
- Collaborazione Sapienza- INFN.
- Diffondere la pratica laboratoriale.
- Strumenti ed esperimenti sono catalogati sulla WiKi: https://lab2go.roma1.infn.it/doku.php
- Interconnessione tra scuole.



Home Page della Wiki.



- Lab2Go
- ***Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»***
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- Conclusioni
- Bibliografia

Raggi cosmici al Liceo «L. Pietrobono»

Scuola:

- Liceo Scientifico «L. Pietrobono» di Alatri (FR).

Esperimento:

- Misura del flusso di muoni cosmici con un telescopio basato su ArduSiPM.

Argomenti trattati:

- Raggi cosmici.
- Fisica delle particelle.
- Muoni.
- Antimateria.
- Relatività ristretta.
- Detector di particelle.
- Coincidenza temporale.



Incontro Lab2Go sui Raggi Cosmici al Liceo «L. Pietrobono».

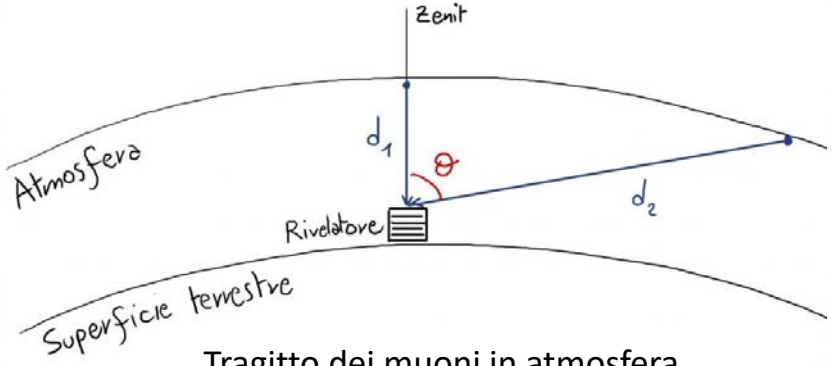
• Lab2Go
• Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
Flusso di muoni
• ArduSiPM
• Telescopio per muoni
• Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
• Conclusion
• Bibliografia

Flusso di muoni cosmici

Dipendenza del flusso di muoni dall'angolo Zenith (ϑ).

- Il flusso di muoni cosmici NON è costante.
- Massimo a θ=0°.
- Dipendenza dall'angolo:

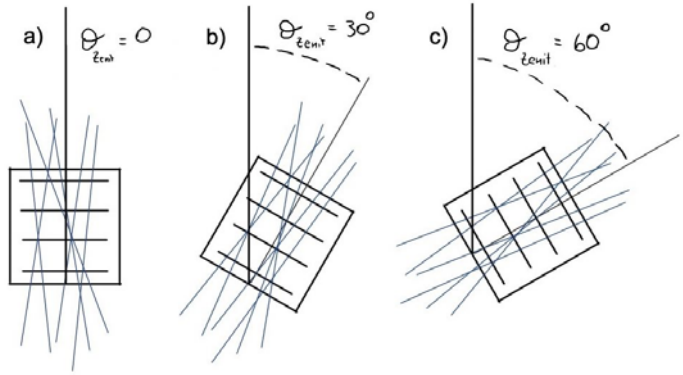
$$F(\theta) = F_0 \cos^2 \theta$$



Tragitto dei muoni in atmosfera.

Metodo sperimentale:

- Variare l'angolo d'inclinazione del detector.



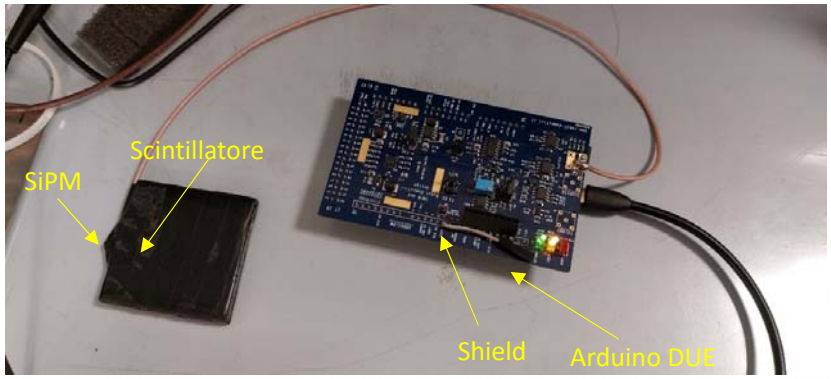
Metodo sperimentale per la misura del flusso.

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ***ArduSiPM***
- Telescopio per muoni
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- Conclusioni
- Bibliografia

ArduSiPM

ArduSiPM (V. Bocci- F. Iacoangeli INFN Roma):

- Arduino DUE.
- Shield elettronica.
- Scintillatore.
- Silicon PhotoMultiplier (SiPM).
- Largo utilizzo per didattica e divuglazione (es. lanci con pallone aerostatico, misure in acqua, ecc.).



ArduSiPM.

Più informazioni, relazione su invito:

Rozza D., *''ArduSiPM: una guida «quasi» completa allo studio dei Raggi Cosmici'',* 16/09, ore 9.00-13.30.

Altro esempio di applicazione, comunicazione:

Liguori D. et al., *''Measurement of the cosmic radiation flux in water as a function of detector depth'',* 16/09, ore 9.00-13.30.



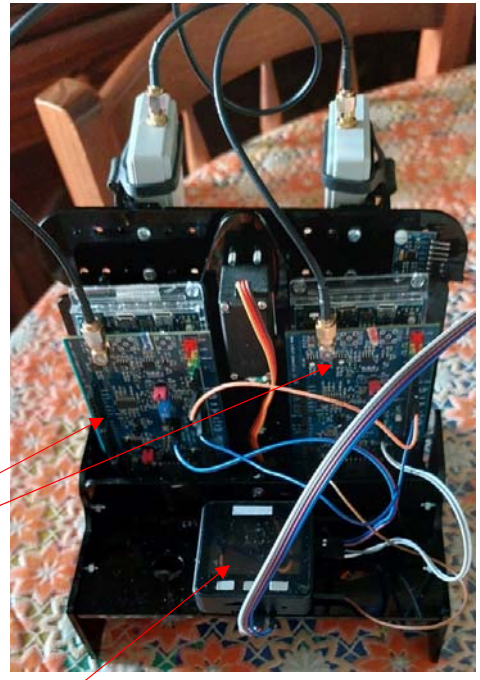
ArduSiPM su pallone aerostatico (OCRA 2022).

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- ***Telescopio per muoni***
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- Conclusioni
- Bibliografia

Telescopio per muoni con ArduSiPM

Telescopio per muoni:

- 2 ArduSiPM.
- Struttura meccanica.
- M5Stack.
- Accelerometro.
- Cavi Duponts.





Telescopio per muoni.

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni

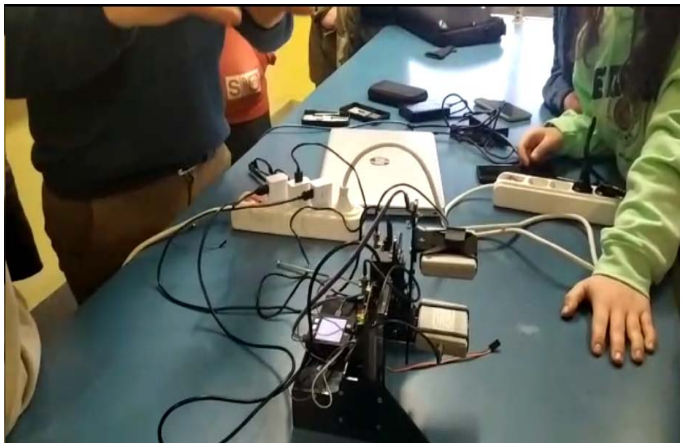
Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»

- Conclusioni
- Bibliografia

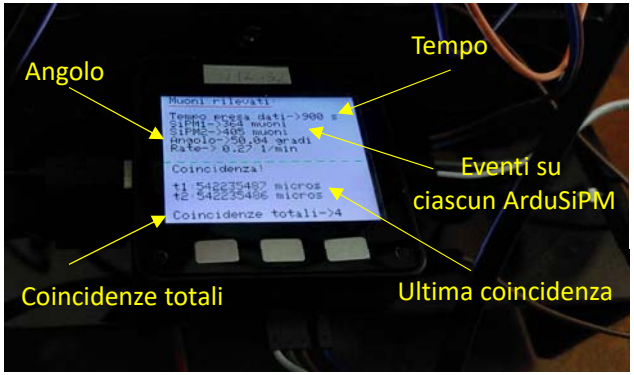
Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»

Procedura sperimentale:

- Ottimizzazione accettanza→Distanza tra scintillatori d=7.8cm (tesi C. Chiarini).
- Misura dei conteggi in coincidenza temporale per θ=0° in un tempo T.
- Ripetere la misura per 0°<θ<75°.



Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono».



Esempio di conteggi letti sull'M5Stack.

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni

Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»

- Conclusioni
- Bibliografia

Analisi dati

Analisi dati:

- Flusso:

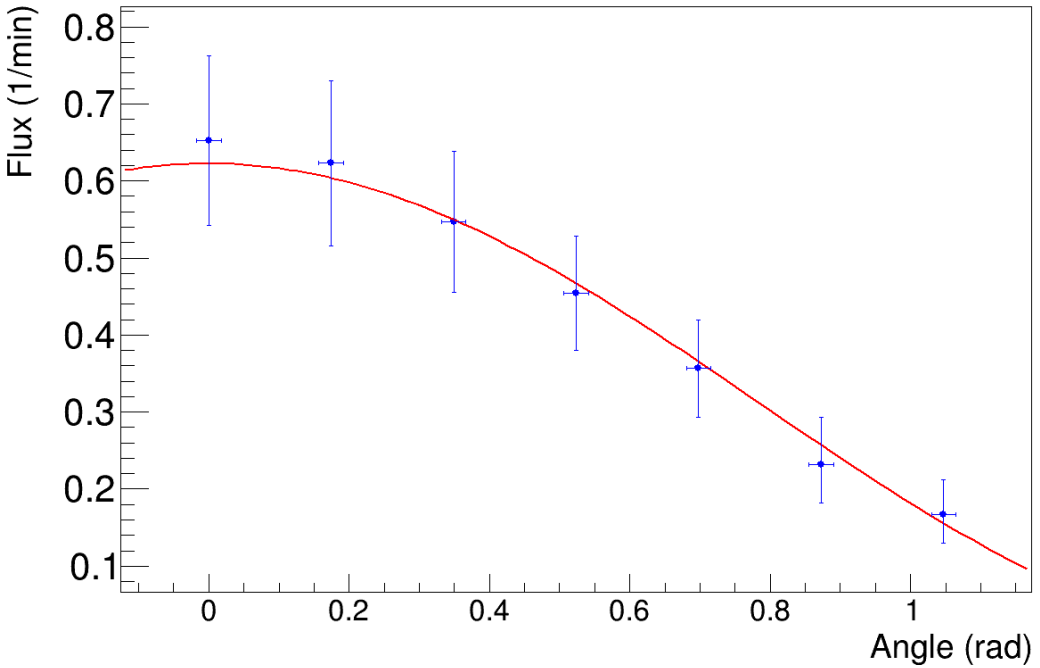
$$F(\theta) = \frac{conteggi(\theta)}{T}$$

- Interpolazione dati con la funzione:

$$F(\theta) = F_0 \cos^2 \theta$$

Risultato del fit:

- $F_0=(6.23\pm0.43)*10^{-1}$ min^{-1}



Interpolazione dati.

• Lab2Go
• Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
• Flusso di muoni
• ArduSiPM
• Telescopio per muoni
Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
• Conclusioni
• Bibliografia

Risultati

Scopo didattico:

- Acquisire il concetto di accordo tra misure.

Risultati:

F_0 misurato:

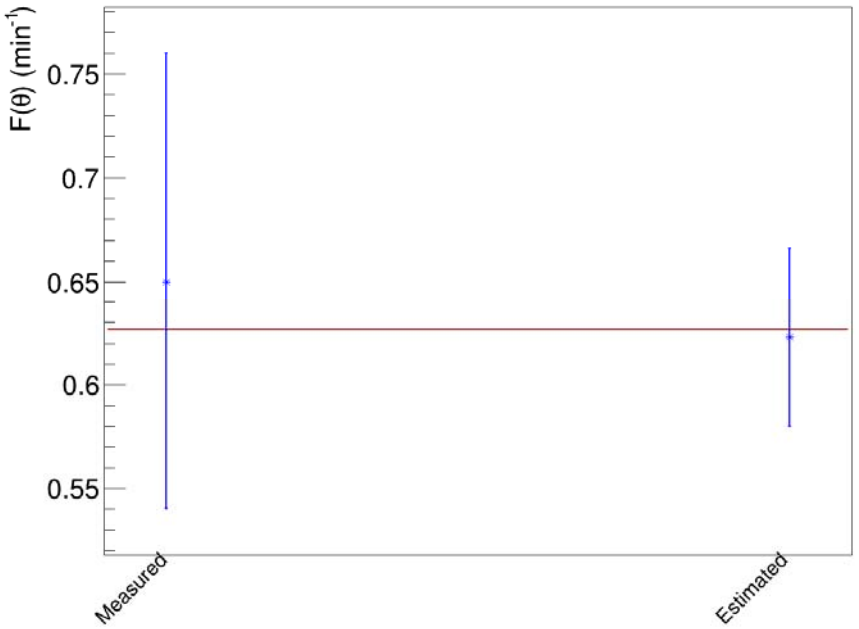
- $F_0=(6.5 \pm 1.1)*10^{-1}$ min^{-1}.

F_0 stimato:

- $F_0=(6.23\pm0.43)*10^{-1}$ min^{-1}.

Accordo tra i valori di F_0

- Approssimazione di non correlazione.
- P-value=0.8 (>0.05 accettato al 95% C.L.)
- $N_\sigma=1$.



Accordo tra i valori di F_0.



- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni

Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»

- Conclusioni
- Bibliografia

Scheda di laboratorio

Cosa hanno imparato i ragazzi:

- Elaborazione dati e presentazione dei risultati.
- Incertezza Gaussiana (conteggi >30).
- Incertezza Poissoniana (conteggi <30).
- Propagazione delle incertezze.
- Interpolazione dati con funzione non lineare.
- Accordo tra misure.
- ROOT.



LAB 2GO FISICA — PROGETTO DI ALTERNANZA SCUOLA LAVORO

Istituto Tecnico Industriale e Liceo Scientifico
"Luigi Pietrobono" di Alatri

Prof.ssa Pia Astone, Dr. Fausto Casaburo, Prof. Augusto Cerica, Prof. Catello D'Auria,
Prof.ssa Francesca di Mauro, Prof.ssa Annamaria Di Vico

a.s. 2021/22

Alunni : Agostini Vanessa, Arcese Beatrice, Ascani Niccolò, Caperna Serena, Deda Daniel, Frasca Luciano, Galuppi Gaia, Giovannetti Gabrile, Ludovici Gaetano, Martone Leonardo, Marucci Benedetta, Mizzoni Luca, Moriconi Aurora, Pietrobono Aurora, Pongelli Francesco, Severa Filippo, Vona Danile

Data 19/03/2022

Misura del flusso di Raggi Cosmici

Obiettivo dell'esperimento:

Lo scopo dell'esperimento è di misurare il flusso di raggi cosmici con un telescopio per muoni basato su ArduSiPM.

Richiami teorici:

Le osservazioni effettuate tra la fine del 1700 e gli inizi del 1900 portarono alla scoperta di radiazioni, costituite da particelle di alta energia, che penetrano nell'atmosfera: i Raggi Cosmici. Essi sono costituiti per l'85% da protoni, 12% da particelle α, 2% da elettroni e il restante 1% da altre particelle quali fotoni, nuclei atomici e neutrini. La loro composizione varia durante il tragitto fino alla Terra. Di conseguenza, si distinguono i raggi cosmici primari, ossia particelle di origine extraterrestre e i raggi cosmici secondari, prodotti dalla collisione dei raggi cosmici primari con i nuclei che compongono l'atmosfera terrestre. Le ipotesi riguardanti i siti di accelerazione riguardano sorgenti galattiche (es. supernovae) ed extragalattiche (es. Pulsar, Nuclei Galattici attivi o Gamma Ray Bursts). Il flusso diminuisce al crescere dell'energia; in particolare, l'andamento è descritto dalla legge di potenza:

Scheda di laboratorio.

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- ***Conclusioni***
- Bibliografia

Conclusioni

Conclusioni:

- Gli esperimenti sono importanti in Fisica ma spesso trascurati nelle scuole.
- Sapienza Università di Roma e INFN collaborano al progetto Lab2Go.
- Nell'ambito di Lab2Go è stata proposta la misura del flusso di muoni cosmici agli studenti del Liceo "L. Pietrobono" di Alatri.
- L'esperimento ha permesso di introdurre argomenti che vanno oltre i programmi ministeriali (Raggi cosmici, particelle elementari, rivelatori di particelle, antimateria, conservazione dell'energia nelle interazioni, ecc. ecc.)

Evento finale 2021/22:

Premio per Fisica alle migliori 3 scuole.



Studenti del Liceo «L. Pietrobono» premiati durante l'evento finale di Lab2go 2021/22.

- Lab2Go
- Raggi comici al Liceo «L. Pietrobono»
- Flusso di muoni
- ArduSiPM
- Telescopio per muoni
- Misura del flusso di muoni al Liceo «L. Pietrobono»
- Conclusioni
- ***Bibliografia***

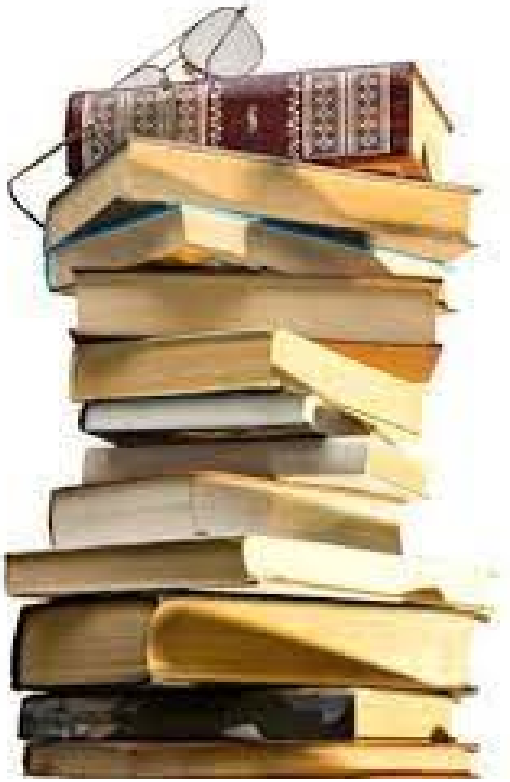
Bibliografia

Lab2Go:

- Sito di Lab2Go: https://web.infn.it/lab2go/
- WiKi di Lab2Go: https://lab2go.roma1.infn.it/doku.php
- Andreotti M. et Al: *"Il progetto Lab2Go per la diffusione della pratica laboratoriale nelle Scuole Secondarie di II grado"* https://www.aif.it/indice-rivista/anno-liii-n-3-4-luglio-dicembre-2020/
- Astone P. et. Al: *"Studio di un urto anelastico: Una proposta per le Scuole Secondarie di II grado nell'ambito del progetto Lab2Go"* https://www.aif.it/indice-rivista/anno-liii-n-3-4-luglio-dicembre-2020/
- Casaburo F. et al: *"Measurement of fundamental physical quantities in the framework of the Lab2Go project"* http://dx.doi.org/10.1393/ncc/i2022-22217-2
- Organtini G. et al.: *''Promoting the physics laboratory with Lab2Go''*- Atti del 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcellona, (2017).

ArduSiPM:

- *Bocci V et al. "The ArduSiPM a compact transportable Software/Hardware Data Acquisition system for SiPM detector," 2014 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS/MIC), 2014, pp. 1-5, doi: 10.1109/NSSMIC.2014.7431252.*







Il saluto dei ragazzi



Grazie per l'attenzione



Backup

- ***Raggi Cosmici***
  - EAS
- Accettanza del telescopio
- **Lab2Go**
  - Wiki

Raggi Cosmici

Scoperta dei Raggi Cosmici:

- 1785: Gli elettroscopi si scaricano spontaneamente.
- Fine 1800: La scarica è dovuta a materiali radioattivi.
- 1912: La radiazione proviene dallo spazio (Hess).



Victor Hess.

- *Raggi Cosmici*
  - EAS
- Accettanza del telescopio
  - **Lab2Go**
  - Wiki

Composizione e spettro dei Raggi Cosmici

Composizione dei Raggi Cosmici:

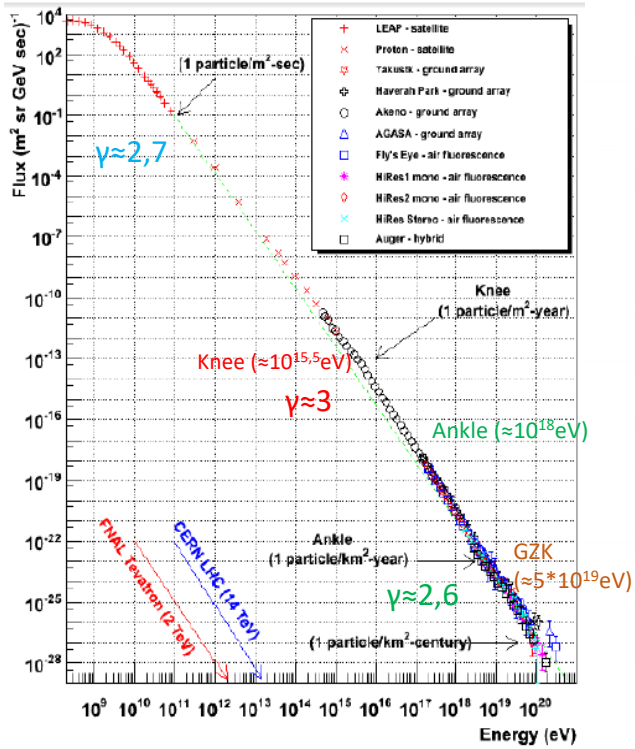
- 85% protoni.
- 12% particelle α.
- 2% elettroni.
- 1% altre particelle.

Spettro d'energia:

- Legge:

$$\frac{dN}{dE} \propto E^{-\gamma}$$

γ~3 (indice spettrale).



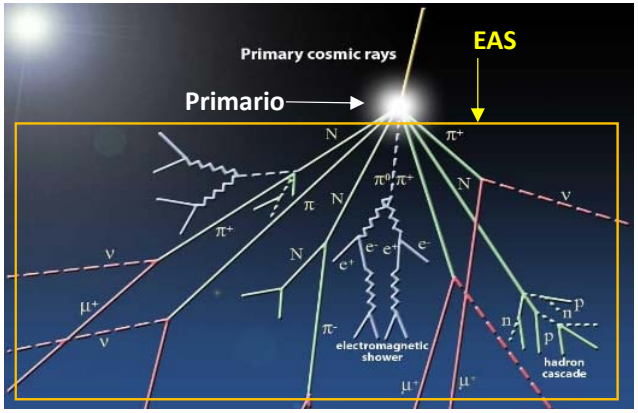
Spettro d'energia.

- Raggi Cosmici
- *EAS*
- Accettanza del telescopio
- **Lab2Go**
- Wiki

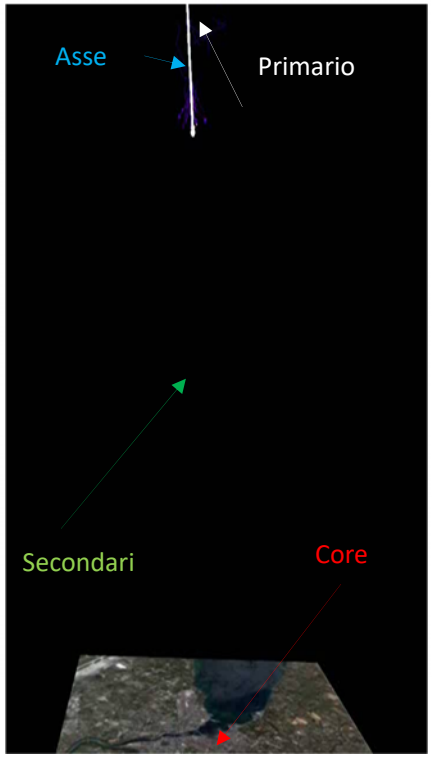
Extensive Air Shower (EAS)

Extensive Air Shower (EAS):

- Interazione particella cosmica-atmosfera → sciame di particelle.
- Componenti:
  - -elettromagnetica ($e^{\pm}$,γ).
  - -muonica ($\mu^{\pm}$).
  - -adronica (p,$\pi^{\pm,0}$).
- Rivelazione di raggi cosmici di alta energia.



Extensive Air Shower.



Extensive Air Shower.

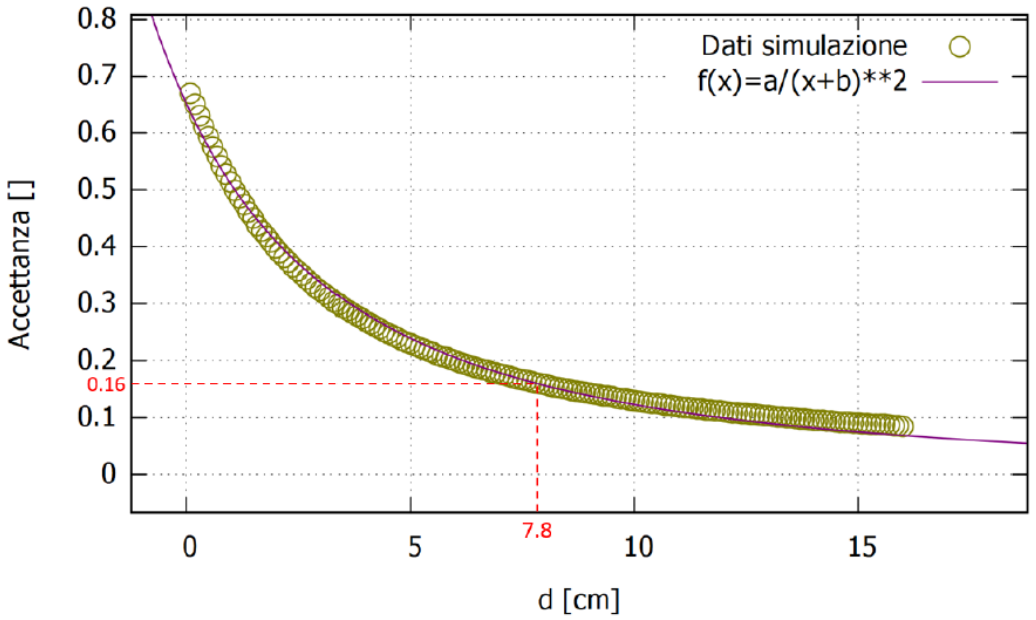


- Raggi Cosmici
- EAS
- *Accettanza del telescopio*
- Lab2Go
- Wiki

Accettanza del telescopio

Ottimizzazione (C. Chiarini):

- $N_{\mu\ 2\ scintillatori}/N_{\mu\ primo\ scintillatore}$.
- a=1 →il telescopio copre un angolo solido di 2π.
- #punti=1/a.
- Massimizzare punti, e minimizzare sovrapposizione angoli solidi→ d=7.8cm (a=0.16).



Interpolazione dell'accettanza degli scintillatori (tesi C. Chiarini).

- Raggi Cosmici
  - EAS
- Accettanza del telescopio
- *Lab2Go*
- Wiki

Lab2Go

Il progetto Lab2Go:

- Effettuare esperimenti utilizzando gli strumenti presenti in laboratorio;
- Catalogare gli strumenti presenti in laboratorio e gli esperimenti sulla Wiki→condivisione (sharing) di strumenti tra scuole (geolocalizzatore Google Maps) e, più in generale, la condivisione di esperienze e pratiche didattiche;
- Corsi di aggiornamento per docenti;

- Ad ogni gruppo di studenti partecipanti sono assegnati:
  - Un tutor esterno: docente o ricercatore universitario;
  - Un borsista: un laureando o un dottorando;
  - Un tutor interno: un docente della scuola che collabora con tutor esterno e borsista.

Fase I



Fase II



- Raggi Cosmici
  - EAS
- Accettanza del telescopio
- **Lab2Go**
  - ***Wiki***

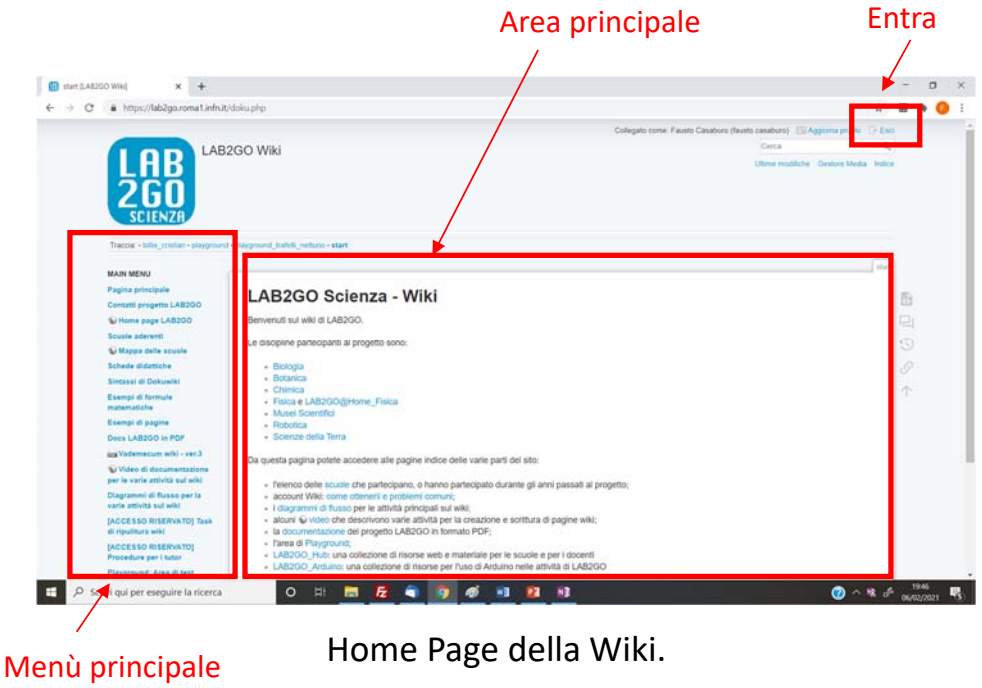
La Wiki

La Wiki:

- Catalogare gli strumenti presenti nelle scuole e gli esperimenti.
- https://lab2go.roma1.infn.it/doku.php .
- Una sezione per ogni disciplina (Fisica, Chimica, Biologia, etc.).
- Menù principale.
- Area principale.
- Pagina della scuola.
- Playground.

Permessi:

- Tutti possono leggere i contenuti;
- Solo tutors, borsisti e studenti di Lab2Go possono scrivere sulle pagine;



Home Page della Wiki.