

Convegno - Italian Teacher Programme 2020



Onde Gravitazionali e Alte Energie

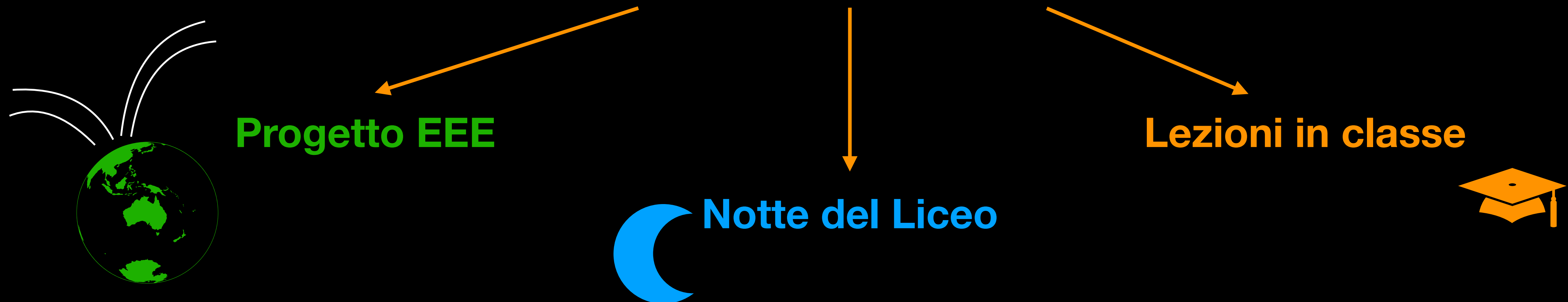
Michela Occhetto (michelaocchetto15@gmail.com)

Matteo Pisano (matteo.pisano@cern.ch)



La fisica moderna tra i banchi di scuola

- La fisica moderna nasce con **Planck** nel 1900 → è ormai un considerevole bagaglio che merita di essere trattato;
- E' parte del programma dell'**Esame di Stato**;
- E' una parte di fisica molto **affascinante e coinvolgente** per gli studenti.
- Nel nostro liceo promuoviamo fortemente questa branca della fisica:

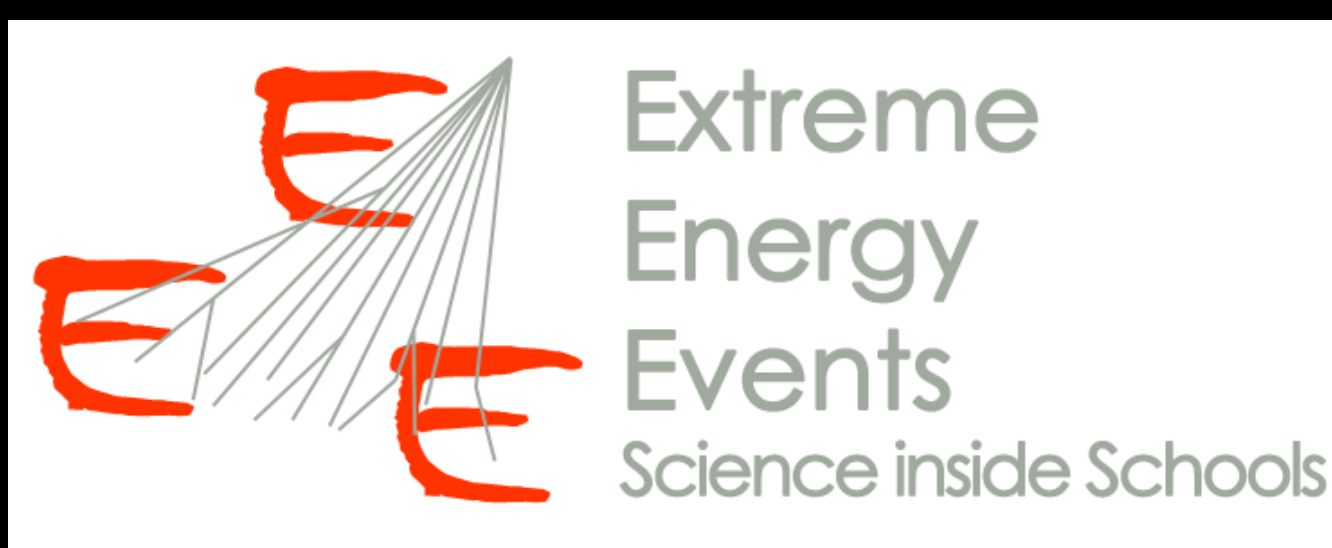
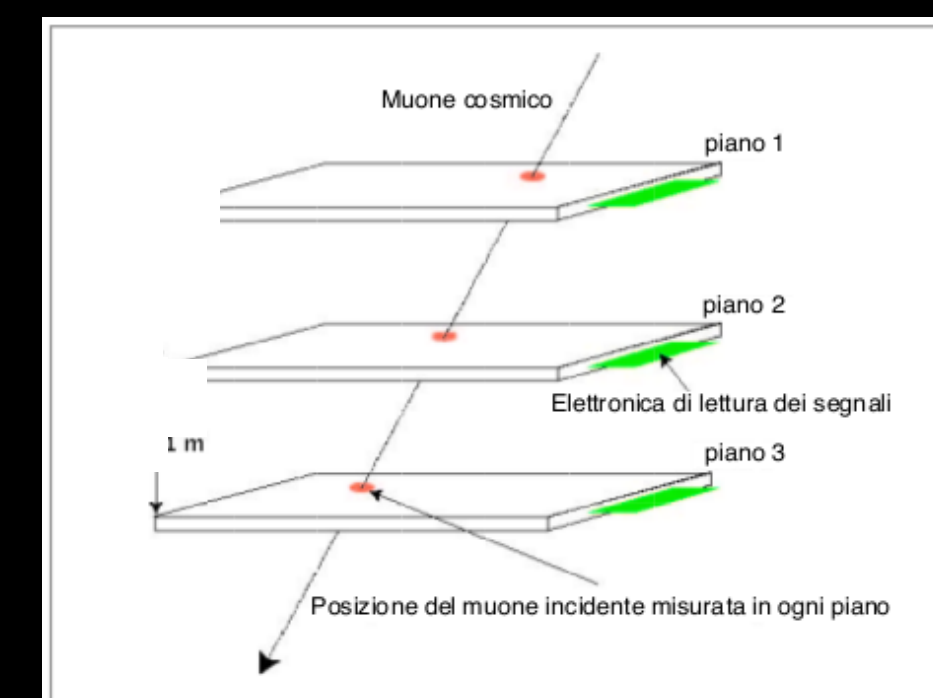
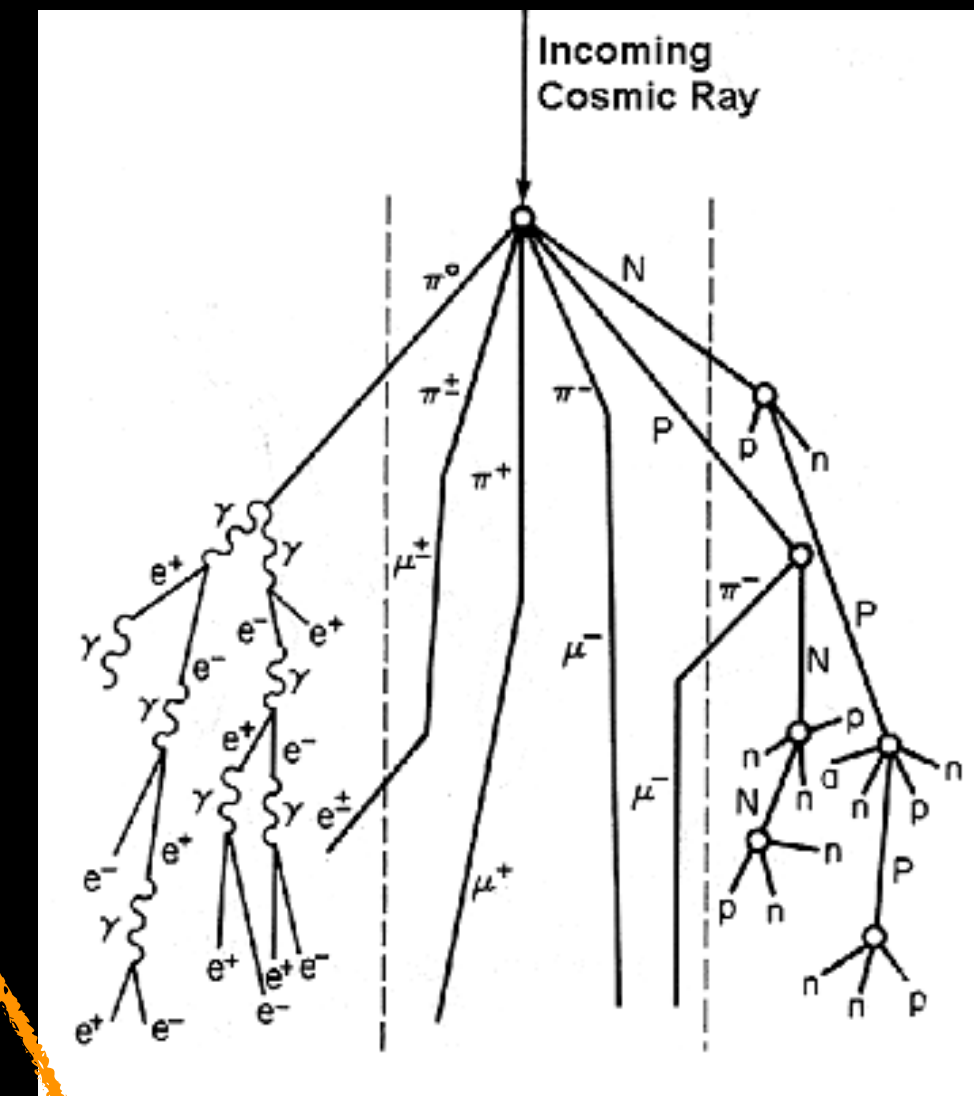


Il progetto **EEE** nella nostra scuola

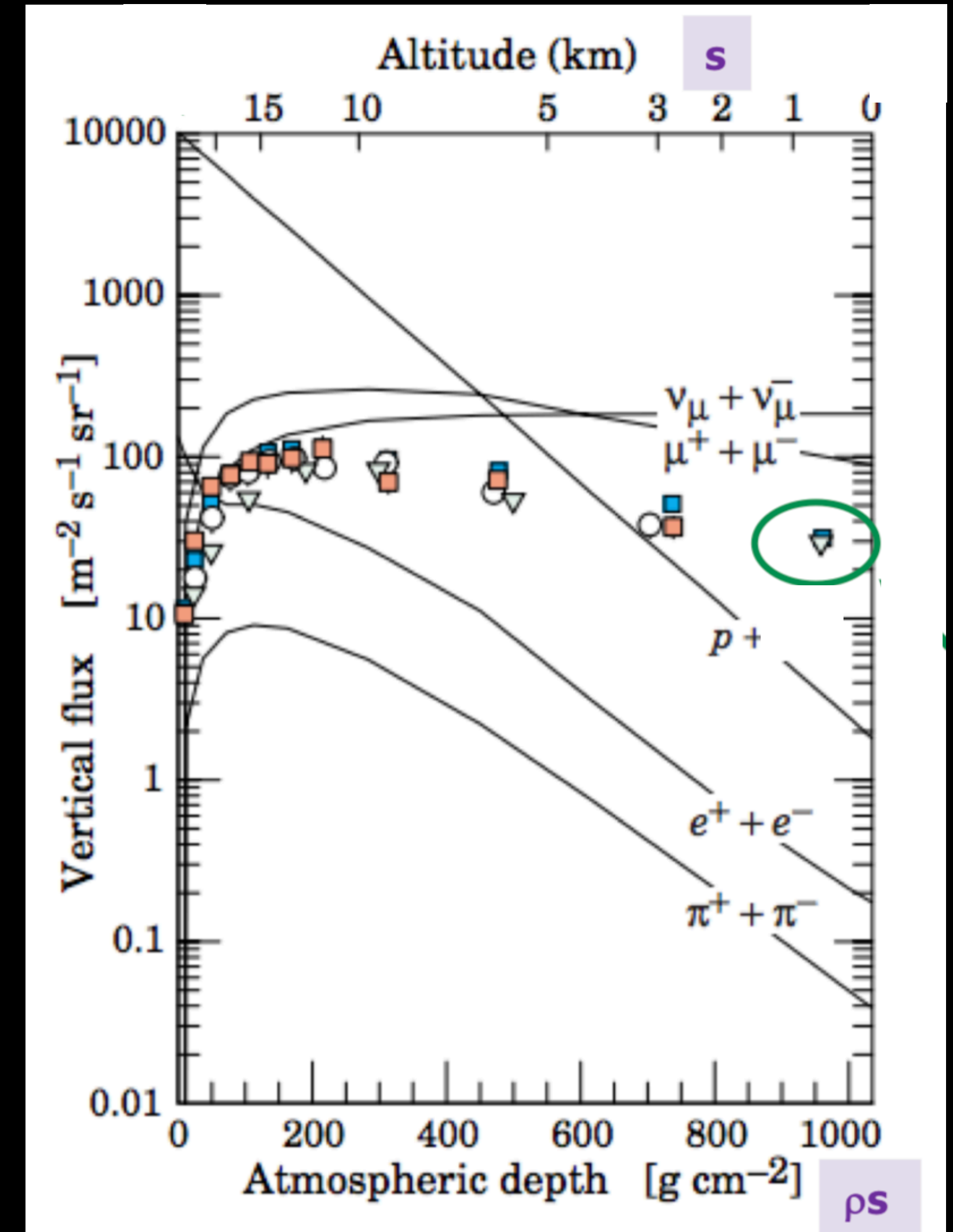
- Il progetto è sviluppato seguendo due filoni: **corsi di teoria generale** + **presa dati/analisi** sui flussi di raggi cosmici.

PRESA DATI/ANALISI

- Nell'A.S. 2018/2019 abbiamo costruito al **CERN** tre camere **MRPC** per il nostro rivelatore di raggi cosmici:
 - Lastre gas filled con freon & SF_6 .



- Le camere sono usate per rivelare il passaggio di muoni a terra.
- Siamo interessati a fornire una misura del rate muonico a terra in funzione delle variabili ambientali.
- La nostra misura si può inquadrare **in un contesto di più ampio respiro**:
 - L'arrivo di un cosmico ad alta energia causa delle **reazioni "a cascata"**;
 - E' possibile osservare più eventi contemporanei in **coincidenza**;
 - **Misure combinate** attraverso più telescopi sul territorio possono mettere in evidenza questo fenomeno.



Il progetto **EEE** nella nostra scuola: i corsi pomeridiani

- I corsi pomeridiani sono tenuti dal Dott. **Matteo Pisano**, membro del Laboratorio de Instrumentação e de Física experimental de Partículas (Lisbona);
- I corsi riguardano:
 - la fisica delle alte energie (**HEP**);
 - analisi dati;
- Per stimolare gli studenti non ci limita alla spiegazione teorica ma ci si concentra anche sull'applicazione dei concetti:
 - In **analisi dati** si propongono esperienze in laboratorio;
 - Per **HEP** si propongono brevi problemi.



Analisi dati

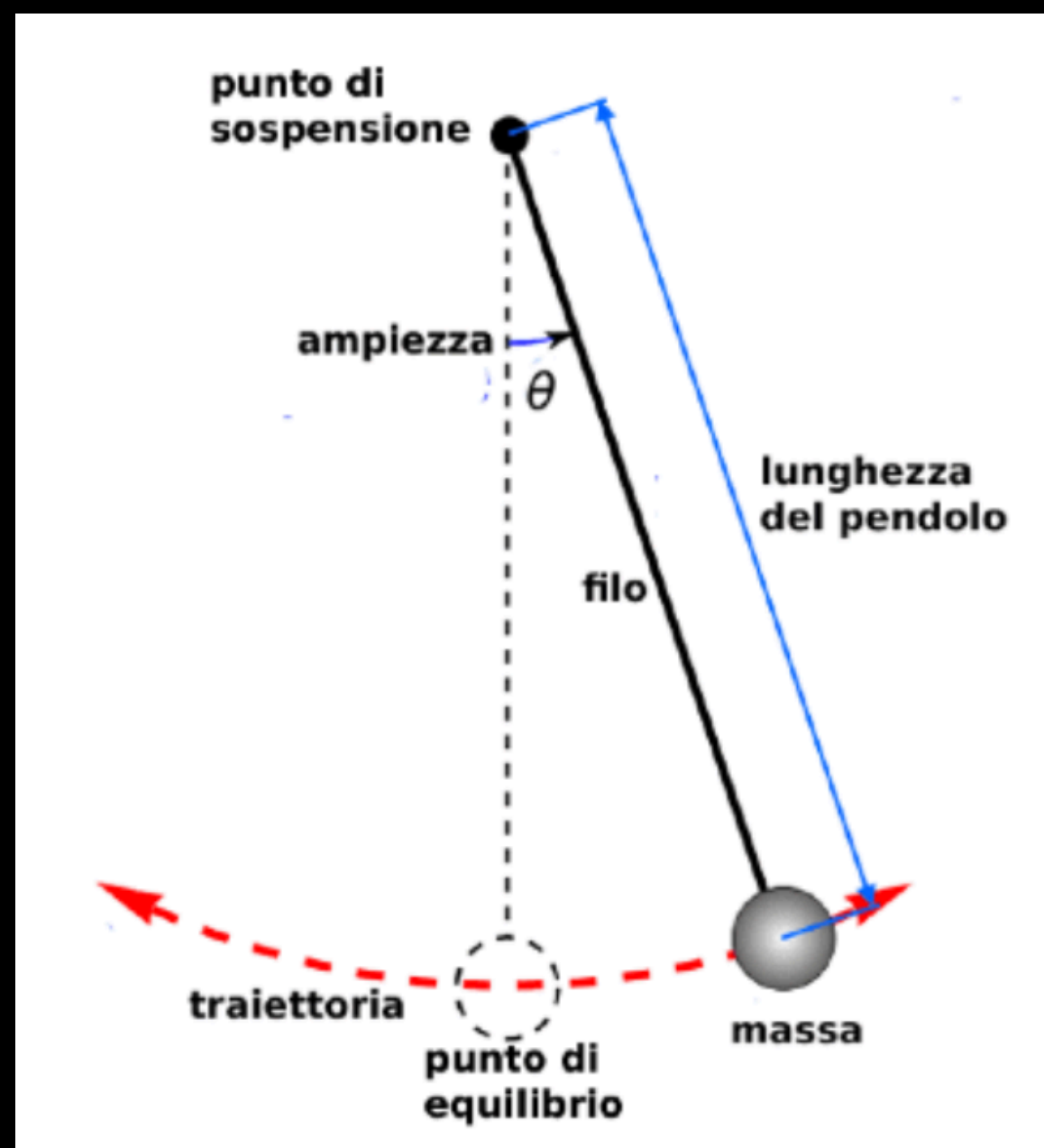
- Programma:
 - Introduzione alle tecniche statistiche per l'analisi dati;
 - Come redarre una relazione;
 - Introduzione a **ROOT**;
- Oltre alle lezioni teoriche:
 - **Presi dati in laboratorio** & elaborazione relazione in autonomia.



ROOT

- **ROOT** è un software di analisi dati creato da fisici per fisici.
- Durante le ore di lezione mi sono concentrato sugli aspetti di ROOT facilmente applicabili ad elementari esperienze di meccanica:
 - Come realizzare un grafico con gli **error boxes**;
 - Come **disegnare una funzione**;
 - Come fare un **fit funzionale**;
 - Grafica: inserimento del nome sugli assi, unità di misura, titolo, ecc...

Esempio: determinare g studiando il moto di un pendolo semplice



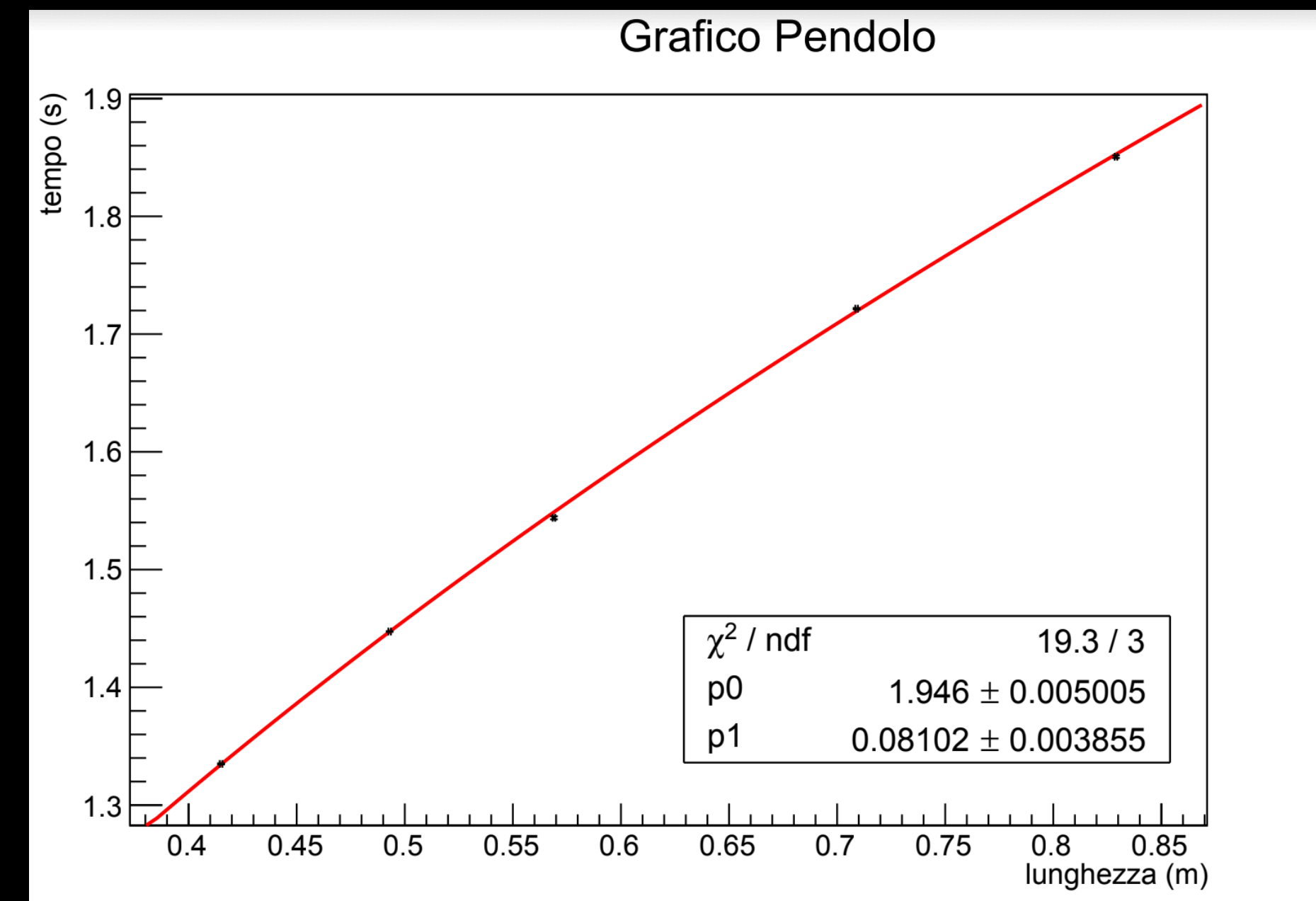
Teoria

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Modello

$$T = a\sqrt{l} + b$$

$$a = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \quad b = 0$$



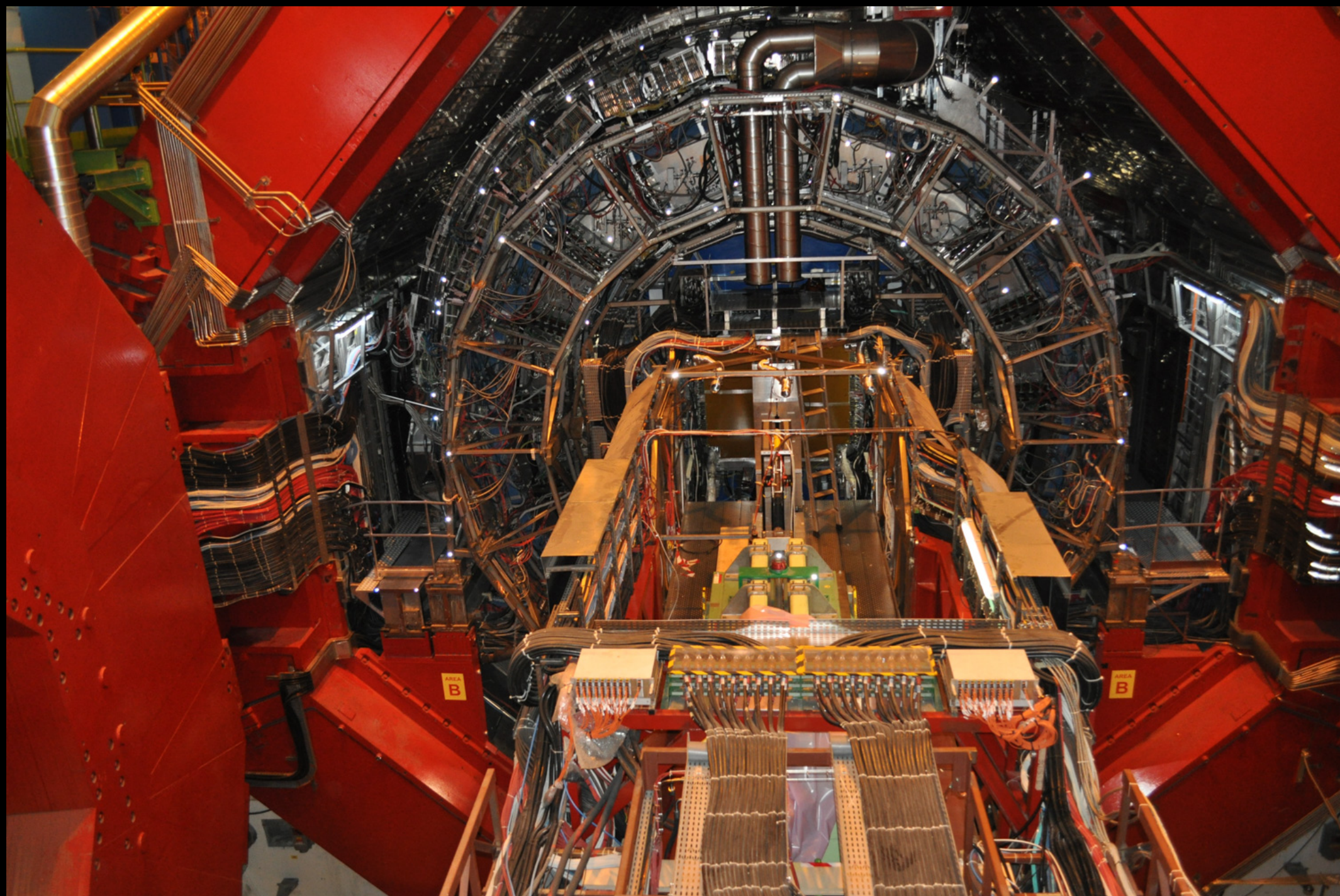
$$g = \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 = (10.41 \pm 0.09) \text{ m/s}^2$$

Fisica delle alte energie (HEP)

- Lo scopo è insegnare in maniera accattivante i principi fondamentali della HEP:
 - Relatività ristretta;
 - Modelli atomici e sezione d'urto;
 - Modelli nucleari (a goccia e a shell);
 - Fisica nucleare;
 - Fisica delle particelle con Diagrammi di Feynman, modello standard e implicazioni fenomenologiche.

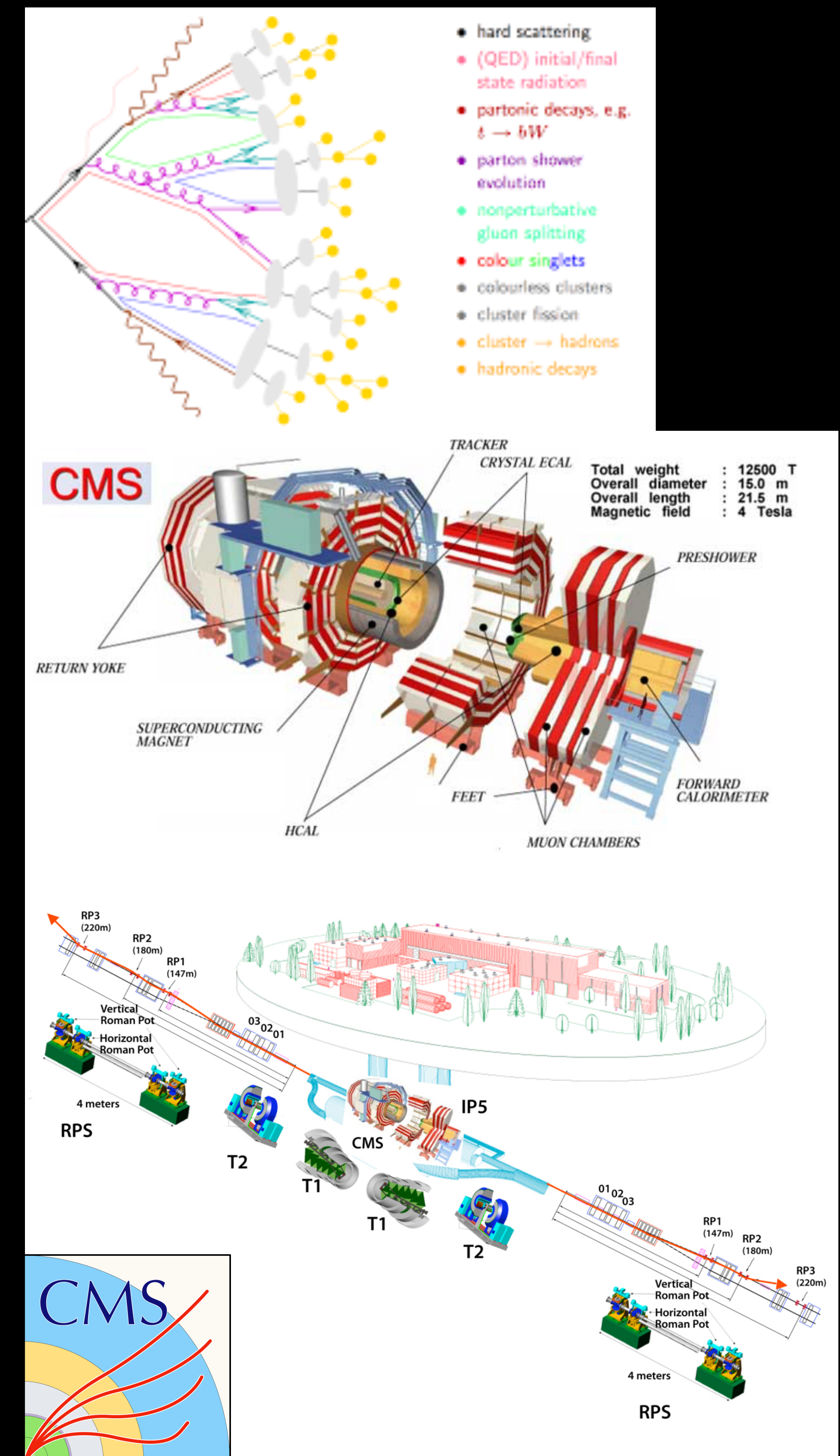


- Il corso di fisica delle alte energie prevede una visione nel dettaglio di alcuni concetti chiave di **rivelazione di particelle**:
 - Tipologie di **interazione particelle-materia**;
 - **Effetto Cherenkov**;
 - **Calorimetria**.
- I concetti studiati sono quindi di ispirazione per gli studenti e si collocano pienamente nel panorama scientifico attuale.



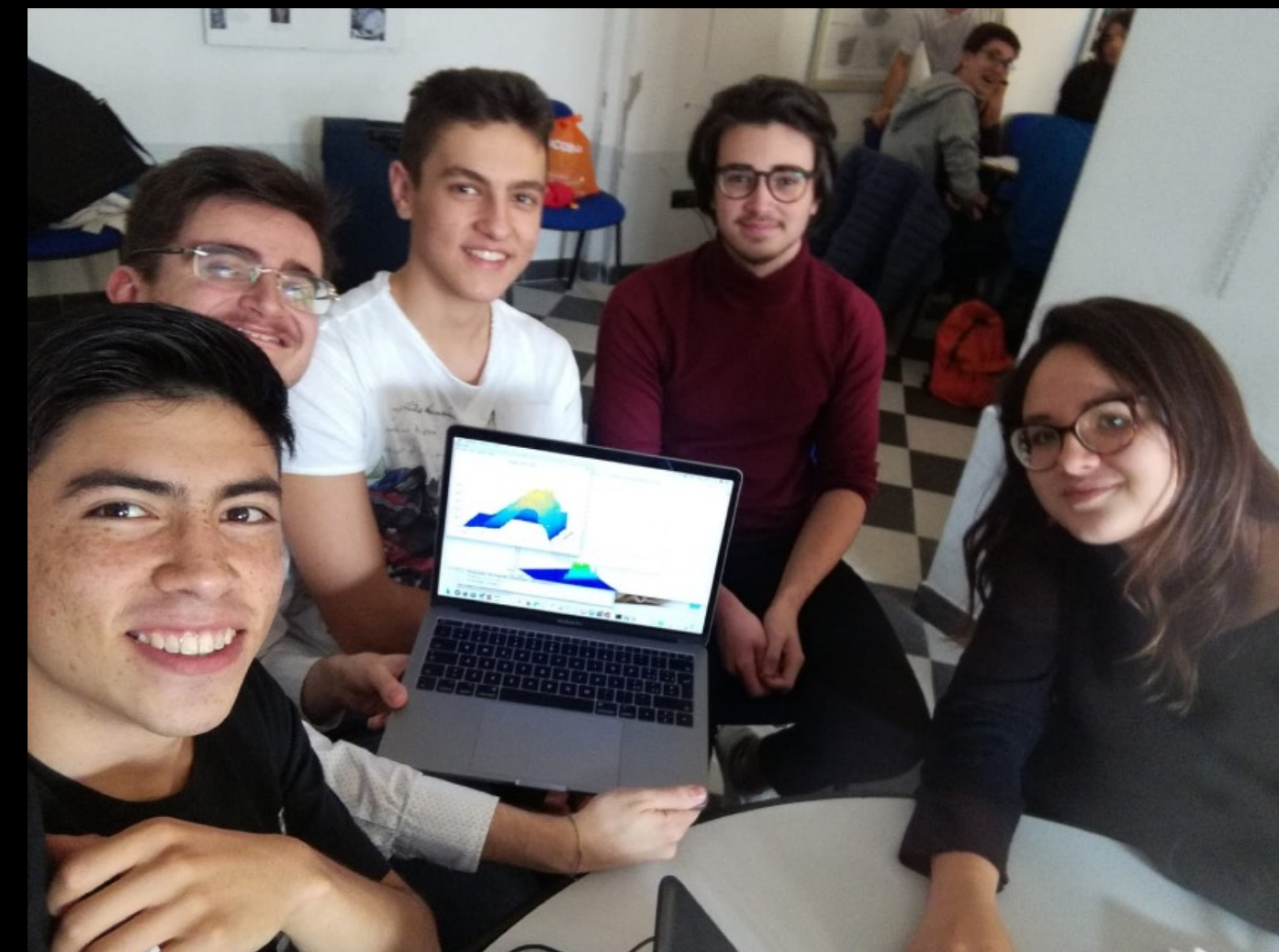
- Da quest'anno, teniamo anche un corso di secondo livello di fisica delle particelle che entra più nel dettaglio di diversi aspetti teorici e sperimentali:

- Processi di **adronizzazione** e **parton shower**;
- La **struttura del protone**;
- I **leptoni** carichi e neutri;
- Le fasi di un'analisi dati a LHC: **simulazione, ricostruzione, analisi**;
- PUP;
- La struttura di **CMS** e **PPS** (facendo io parte di tali collaborazioni);
- Cenni all'**analisi multivariata**.



Eventi internazionali: ICD

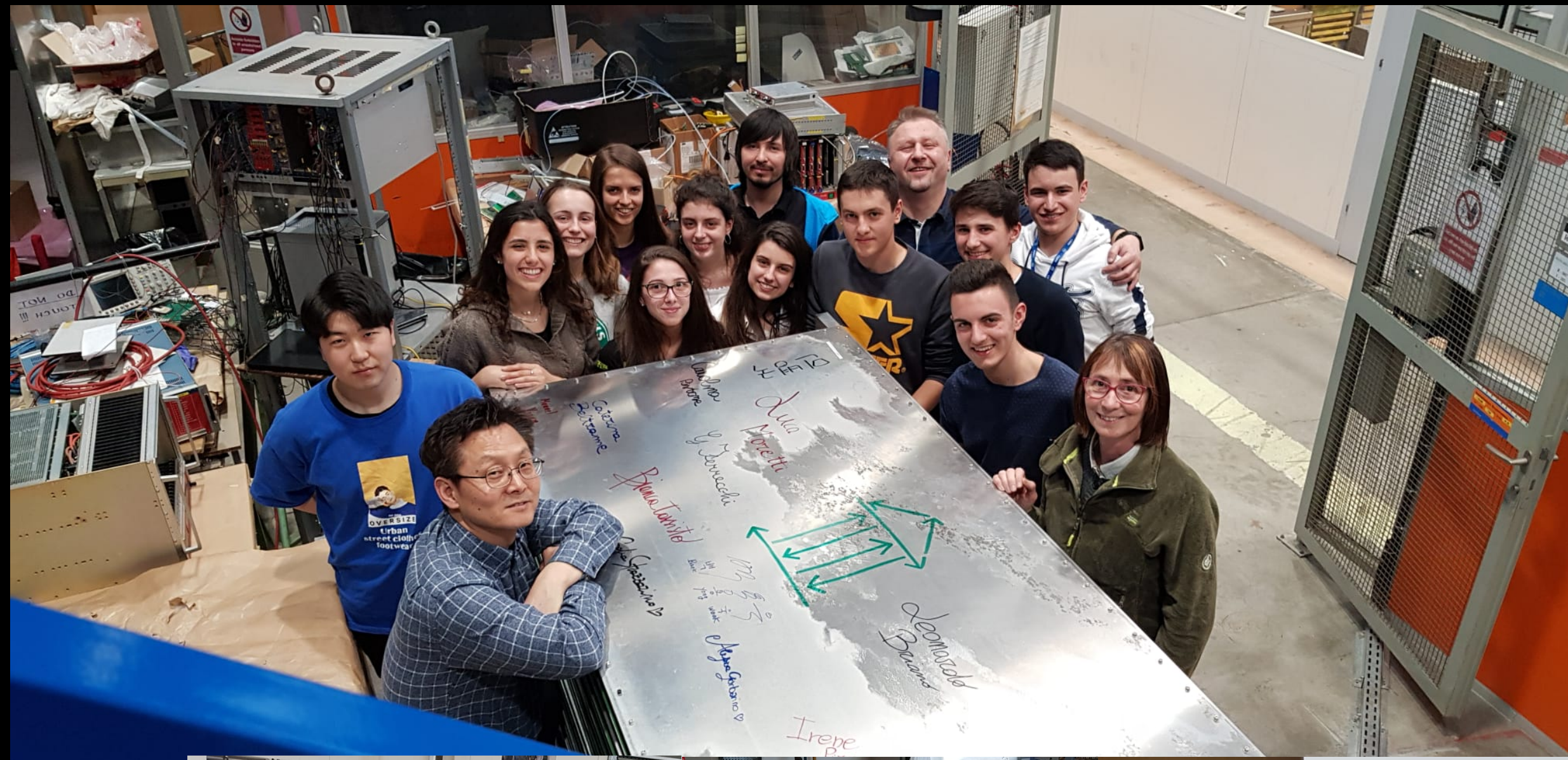
- **ICD 2018/2019**: international cosmic day;
- Elaborazione dati a partire da **N-tuple** di ROOT e confronto dei risultati con altre scuole.
- L'intero progetto prevede esposizione in **inglese**.



Presentazione del progetto al Festival della Scienza di Genova



Viaggio al CERN per costruire il rivelatore



Visit to the anti-matter factory



Notte del Liceo Scientifico

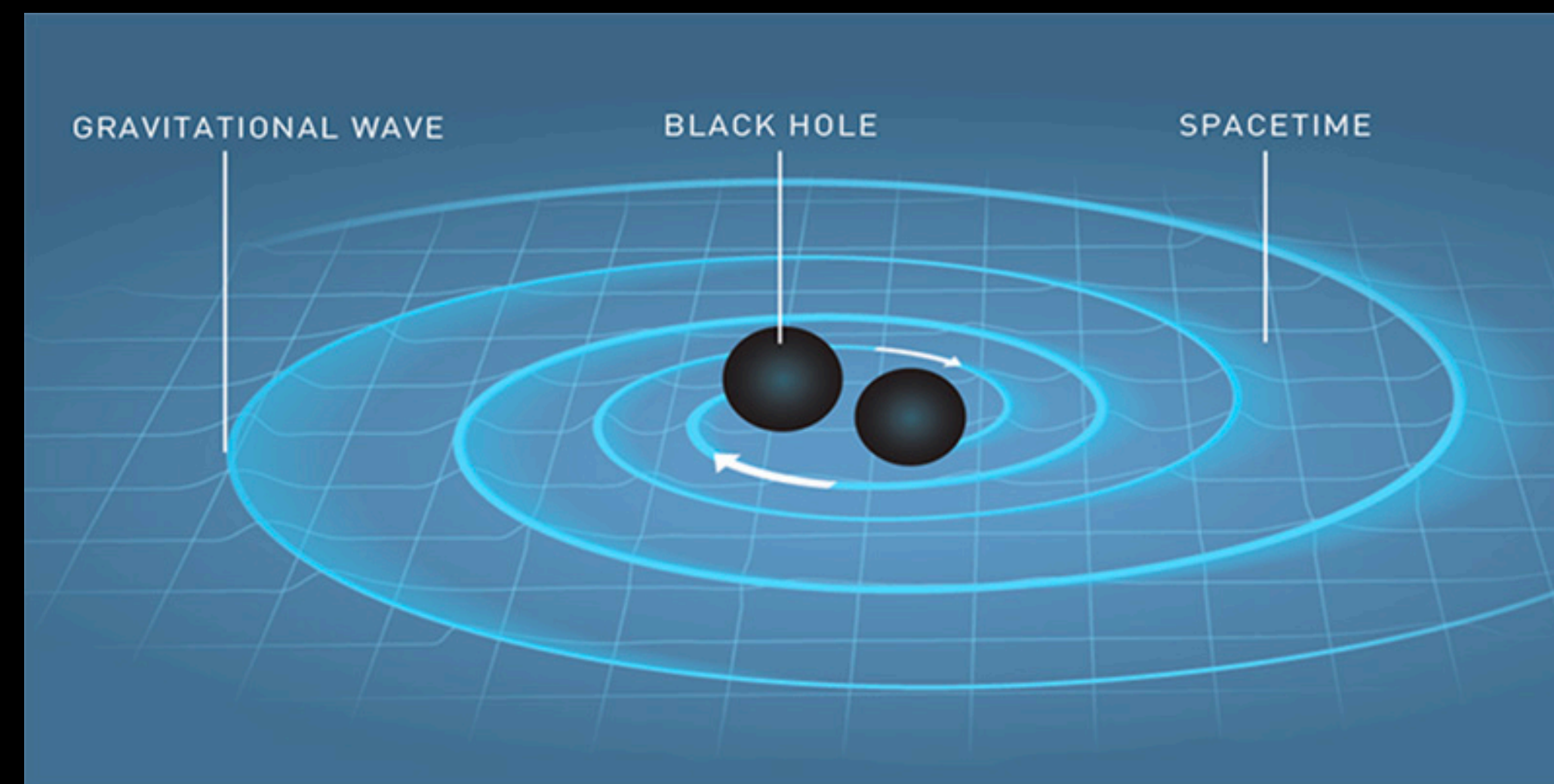
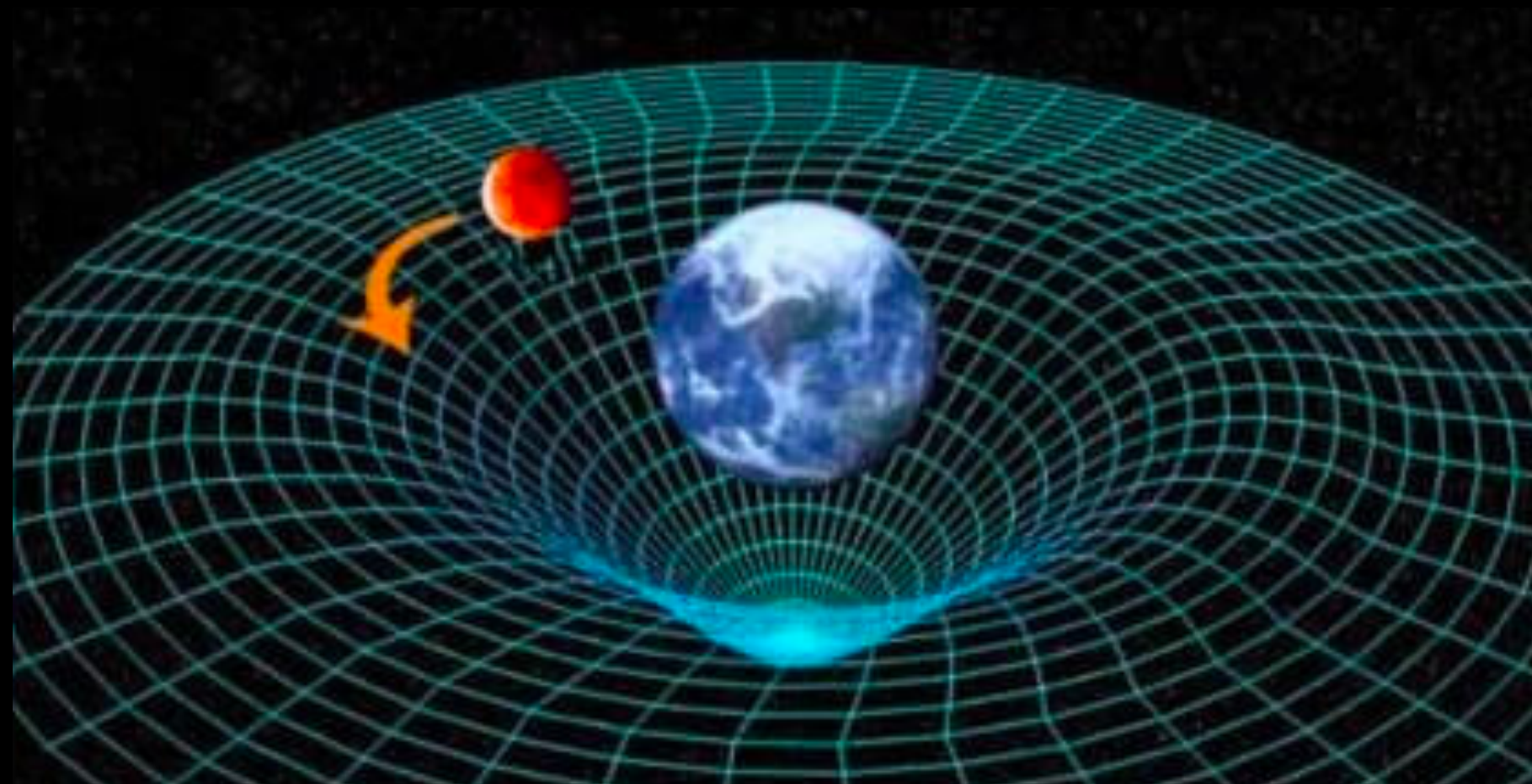
- Durante la notte del liceo gli studenti diventano protagonisti e spiegano al grande pubblico curiosità legate alla scienza;
- Tra gli argomenti toccati nelle 5 edizioni:
 - **Onde Gravitazionali;**
 - La stazione spaziale internazionale (**ISS**);
 - Fisica medica applicata (**PET, TAC, risonanza magnetica**).



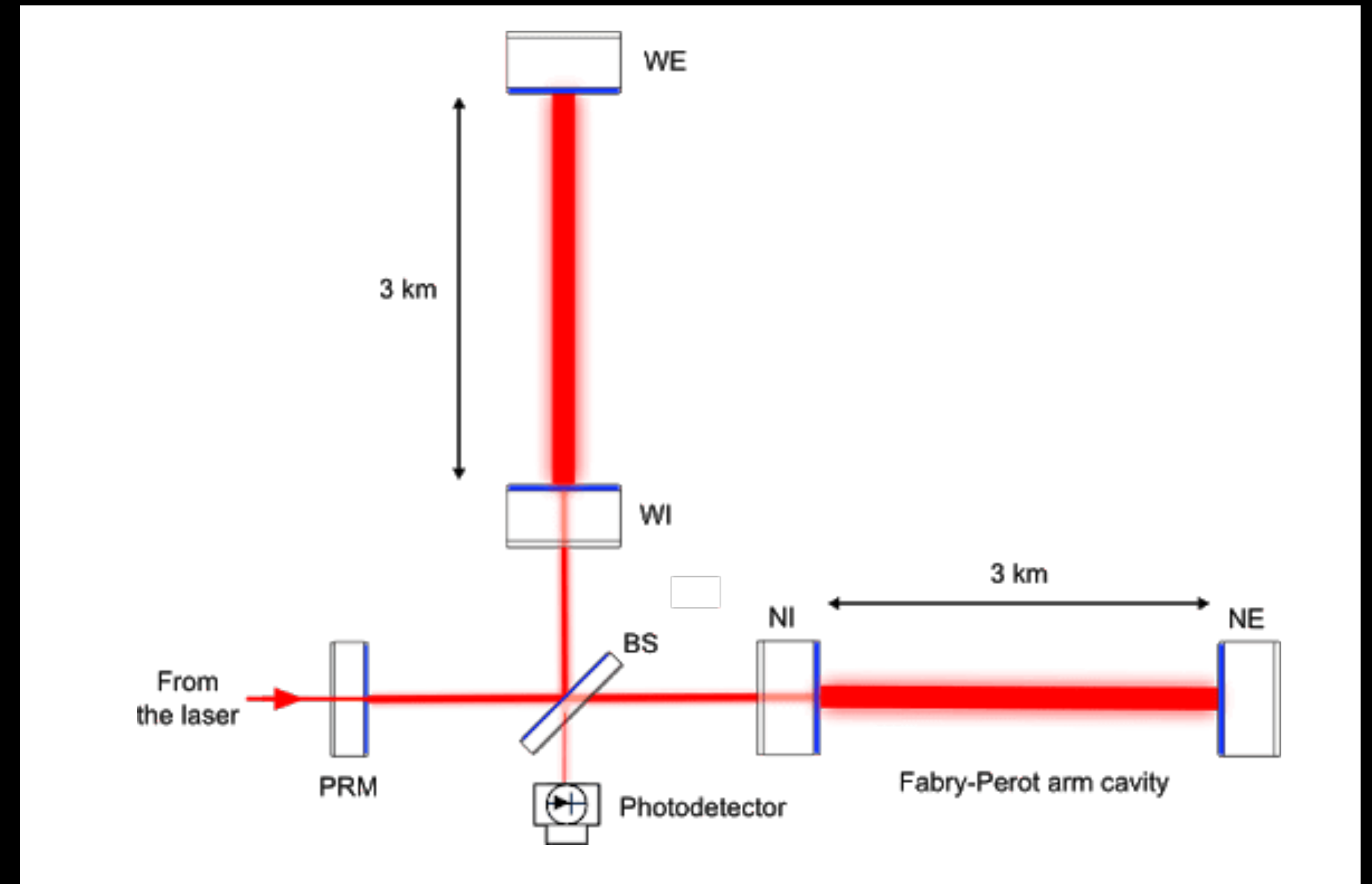
Onde Gravitazionali

- Durante il percorso curricolare si ha occasione di parlare delle onde gravitazionali in concomitanza con il programma di fisica della relatività generale.
 - Si dà spazio alla trattazione degli interferometri e si danno cenni all'importanza della riduzione del fondo in esperimenti delicati come VIRGO;
 - Si dà importanza alla trattazione teorica della deformazione dello spazio tempo;
 - Si dedica tempo all'osservazione di simulazioni monte carlo delle onde gravitazionali e alla visione del filmato nel quale si annuncia la scoperta del fenomeno.

- Dopo l'analisi qualitativa del fenomeno fisico, anche attraverso l'uso di esperimenti mentali, si pone l'accento sul salto concettuale introdotto dalla teoria della Relatività Generale.
- La gravità non è più vista come una forza, i pianeti non sono più visti come oggetti che creano un campo gravitazionale, bensì si dà una interpretazione geometrica ai fenomeni gravitazionali;
- La stessa interpretazione delle onde gravitazionali è dunque vista in chiave geometrica.



Onde Gravitazionali – Interferometri



Monte ore

- Le lezioni teoriche delle attività facoltative hanno un monte ore prefissato:
 - Il corso di **analisi dati** prevede 6 ore di teoria, 6 ore in laboratorio e 8-10 ore per redarre le relazioni in autonomia;
 - Il corso di **fisica delle alte energie (I e II livello)** prevede 12+6 ore di teoria e 8+4 ore di prove scritte.
- Le lezioni curricolari (teoria della relatività, onde gravitazionali e apparati sperimentali) hanno una durata di circa 20 ore;
- La notte del liceo prevede partecipazione volontaria degli studenti. La scelta degli argomenti è concordata con gli insegnanti, mentre il loro sviluppo è un approfondimento personale. Il tempo dedicato all'organizzazione è di circa 10 ore a studente, per un totale di circa 200 studenti coinvolti e gran parte del corpo docenti.



Summing **up** & achievements



Per i
docenti

- Le linee guida ministeriali prevedono di sviluppare argomenti di fisica moderna durante il programma curricolare;
- Siamo molto soddisfatti di essere riusciti ad **avvicinare al mondo della fisica moderna** i nostri studenti attraverso la proposta di queste molteplici attività;
- Inoltre siamo gratificati in quanto vediamo gli studenti **entusiasti** di ciò che apprendono, considerate anche le **alte competenze individuali** ottenute;
- Si riscontra sviluppo della **capacità critica** + **team working** and **peer education** skills;
- Riteniamo che questo possa avvicinarli al mondo della ricerca senza illuderli e **mostrando loro anche la difficoltà** della carriera a cui possono andare incontro;
- **Feedback positivo**: le attività sono accolte con piacere dagli studenti (grande affluenza volontaria) e fungono da ulteriore preparazione in vista dell'Esame di Stato.

Summing **up** & achievements



Per gli
alunni

- Lo studente entra in contatto con argomenti attuali, mostrando che **la fisica è una scienza viva**;
- Diventa sempre più chiaro il **contatto tra fisica, matematica avanzata e statistica**;
- E' un ottimo modo per **avvicinarsi al mondo universitario**: le lezioni sono tenute in modo molto più rapido ed avanzato rispetto ai corsi liceali, e questo abitua a un nuovo modo di lavorare.
- **E' un modo per diventare più indipendenti**: volutamente a noi alunni vengono assegnati spesso compiti che vanno oltre a quanto spiegato in classe. Dobbiamo quindi ragionare su quanto appreso per ottenere buoni risultati e a posteriori chiacchieriamo con i docenti per vedere se siamo sulla strada giusta.
- Le lezioni sono tenute in modo coinvolgente e non pesano malgrado abbiano luogo nel tardo pomeriggio.
- Queste attività permettono a noi studenti di fare esperienze sul campo anche al di fuori dell'ambiente scolastico (CERN, Lodi, ...);

Criticità

- Le attività teoriche sulla fisica delle alte energie è legato alla **disponibilità** del Dott. Matteo Pisano;
- Le varie attività **non sono finanziate (nemmeno per gli esperti esterni)**;
- **Sovraccarico di impegni per studenti e docenti** soprattutto in determinati periodi dell'anno;
- A volte **poca collaborazione** da parte dei colleghi (docenti e tecnici di laboratorio);
- Sarebbe fondamentale che in tutte le classi 5° liceo scientifico si lasciasse il giusto spazio per affrontare gli argomenti di fisica moderna previsti dal programma.

Ringraziamenti

- Ringraziamo la **Dott.ssa Antonella del Rosso** per l'invito a parlare a questo convegno e il **CERN** che ha organizzato l'evento;
- Il **Dott. Matteo Pisano** per la sua grande disponibilità, professionalità e dedizione durante le lezioni teoriche, le attività sperimentali e per il tempo dedicato nella stesura degli esercizi e nella loro correzione;
- Dirigente scolastico Professoressa **Maria Morabito**;
- Colleghi e allievi del Liceo Calasanzio in particolare **Luca Moretti, Sofia Strazzarino ed Enrico Zunino**.

Grazie per l'attenzione!

