

# ***Laurea Magistrale in Fisica*** ***Indirizzo: Fisica Teorica***

***Referenti:*** M. Boggione  
F. Donato



Scuola di Scienze della Natura  
Università degli Studi di Torino

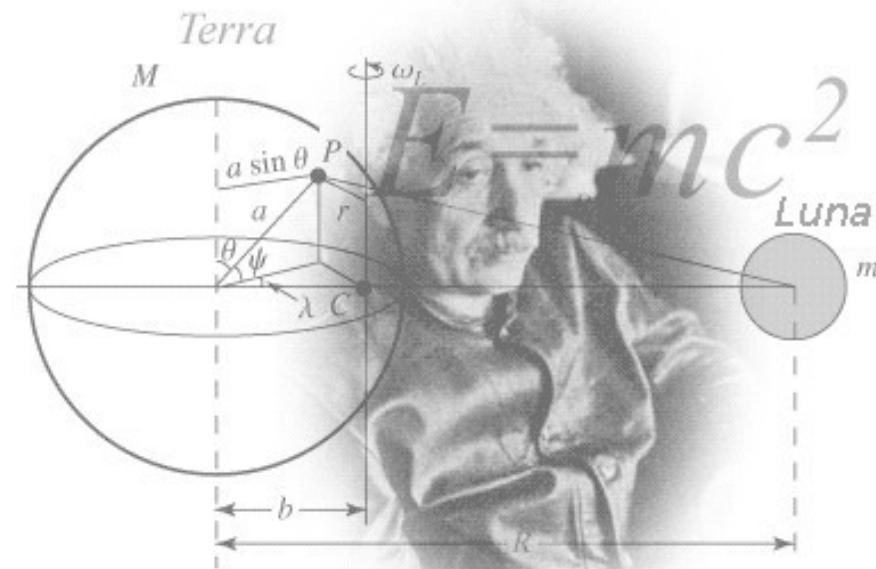
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TORINO  
ALMA UNIVERSITAS  
TAURINENSIS



# I Corsi

L'indirizzo di *Fisica Teorica* prevede:

- **3 corsi (18 cfu) del raggruppamento di Fisica Teorica (FIS/02)** che forniscono la preparazione di base fondamentale per qualunque tipo di studio teorico.
- **2 corsi (12 cfu) di Fisica Generale e Sperimentale (FIS/01)** che forniscono strumenti numerici, di fisica sperimentale e/o osservativa.
- **2 corsi (12 cfu) di Fisica Nucleare/Subnucleare e Fisica della Materia** che forniscono conoscenze indispensabili per gli studi teorici ed astrofisici (FIS/03 e FIS/04).
- **1 corso (6 cfu) a scelta nel settore FIS/05 oppure FIS/06**



- ◆ **Introduzione alla Teoria dei Campi**
- ◆ **Fondamenti di Teoria dei Campi**
- ◆ **Relatività Generale**

- ◆ Fisica della Materia Condensata
- ◆ Algoritmi numerici per la fisica

- ◆ **Meccanica Statistica**
- ◆ Particelle I – Fisica Nucleare

# Fisica Teorica: Curriculum



**Referenti:**  
M. Boglione,  
F. Donato

## Corsi dell'indirizzo

### 3 corsi obbligatori

Denominazione corso

Meccanica quantistica relativistica

Fondamenti di teoria dei campi

Meccanica statistica

### 1 corso a scelta tra

Denominazione corso

Relatività generale

Relatività generale: aspetti geometrici e globali


### 1 corso a scelta tra

Denominazione corso

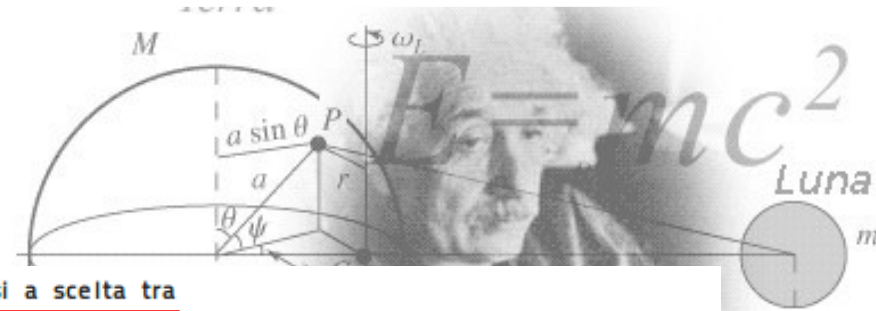
Particelle elementari I

Fisica nucleare

Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare 1



Si prevede che gli studenti teorici abbiano superato gli esami di Metodi Matematici II e Meccanica Quantistica II nella laurea triennale



### 2 corsi a scelta tra

Denominazione corso

Algoritmi numerici per la fisica

Fisica della materia condensata

Tecniche di analisi numerica e simulazione

Applicazioni di elettromagnetismo

Complementi di fisica generale

Fondamenti di fisica cosmica

### 2 corsi a scelta (di cui almeno 1 in FIS/05 o FIS/06) tra

Denominazione corso

Fisica astroparticellare e cosmologica

Introduzione alla teoria dei gruppi

Fenomenologia delle interazioni fondamentali

Particelle elementari II

Geometria differenziale

Rivelatori di particelle

Energia e ambiente

Sistemi dinamici

Fondamenti di astrofisica: Galassie e strutture cosmiche

Fondamenti di astrofisica: stelle e via lattea

Cosmologia

### 3 corsi liberi (a scelta su tutta l'offerta dell'Ateneo)

# Un curriculum teorico tipico ...

## PRIMO ANNO:

- ◆ **Introduzione alla Teoria dei Campi**
- ◆ **Meccanica Statistica**
- ◆ **Fondamenti di Teoria dei Campi**
- ◆ Algoritmi Numerici per la Fisica
- ◆ Introduzione alla Teoria dei Gruppi
  
- ◆ **Relatività Generale**
- ◆ Fisica della Materia Condensata
- ◆ Complementi di Teoria dei Campi
- ◆ Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali
- ◆ Particelle I

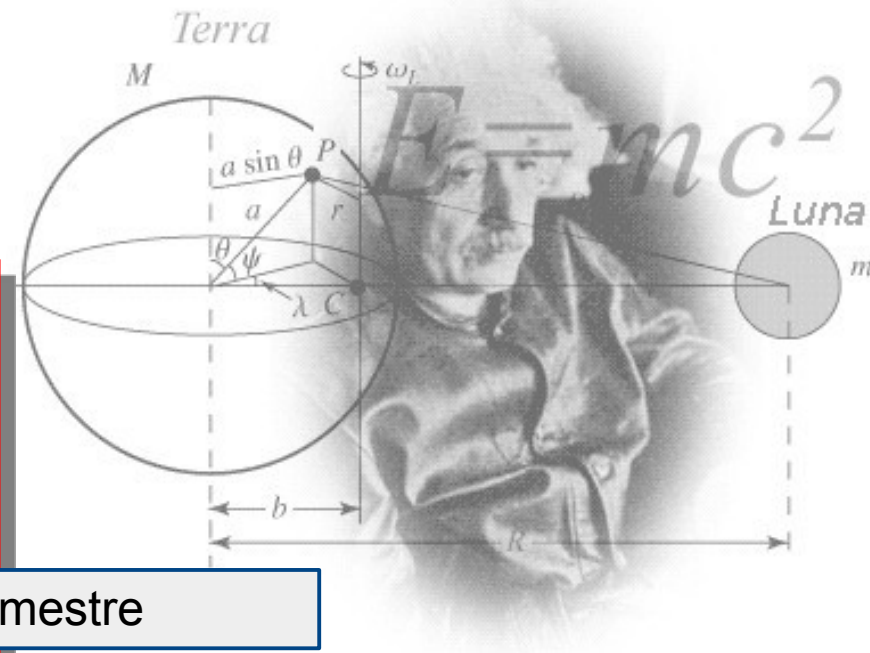
## SECONDO ANNO:

- ◆ Fisica Astroparticellare e Cosmologica
- ◆ Un corso a scelta tra quelli offerti dall'indirizzo teorico (eventualmente sulla linea della propria tesi)

1° semestre

2° semestre

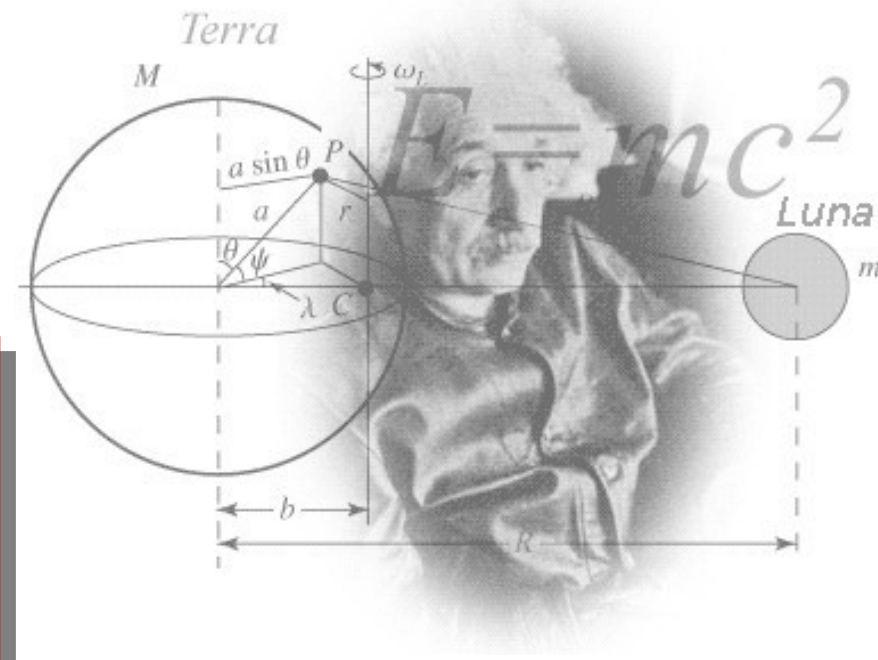
1° semestre



Attenzione ai  
dettagli pratici:  
orari, sovrapposizioni, etc...

# La Tesi

La tesi è l'attività più significativa della laurea magistrale (corrisponde a 45 cfu) e consiste nello svolgere un lavoro di ricerca su un tema di interesse attuale nell'ambito della Fisica Teorica o dell'Astrofisica.



- Questo lavoro può essere svolto sotto la guida di un docente interno o anche di docenti di altri Atenei o di ricercatori di Enti di Ricerca (sotto la supervisione di un docente interno).
- Lo svolgimento della tesi prevede normalmente 8-9 mesi di lavoro a tempo pieno; è quindi consigliabile prendere contatto con i docenti per concordare i possibili argomenti di tesi all'inizio del secondo anno.

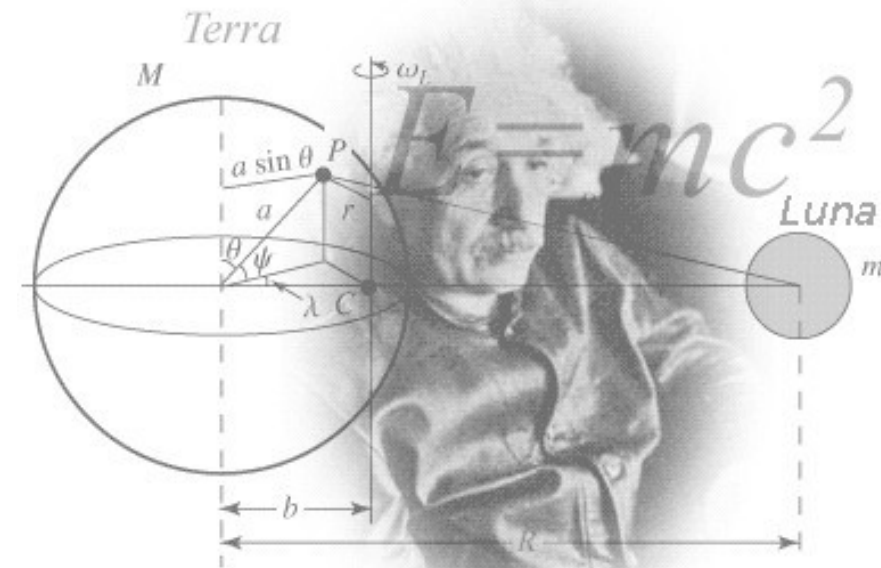
# Ricerca in Fisica Teorica

L'attività di ricerca in fisica teorica svolta nel nostro istituto si sviluppa sui seguenti temi:

- ◆ **Fisica astroparticellare**  
(Donato - Fornengo - Regis - Cuoco)
- ◆ **Fisica agli acceleratori**  
(Badger - Gambino - Jung - Magnea - Maina - Torrielli - Uccirati)
- ◆ **Fisica adronica all'interfaccia tra regime perturbativo e non-perturbativo**  
(Boglione - Gonzalez - Nocera - Signori)
- ◆ **Fisica nucleare e quark-gluon plasma**  
(Barbaro)
- ◆ **Teorie di Gauge su reticolo e modelli integrabili**  
(Caselle - Cavaglià - Panero - Tateo)
- ◆ **Teoria delle stringhe e supergravità**  
(Angelantonj - Bianchi - Billò - Frau - Maccaferri - Pesando)

In tutti questi settori è possibile svolgere **tesi laurea e di dottorato**.

L'attività di ricerca è svolta in **collaborazione** con altri atenei italiani e stranieri, in contatto con laboratori di ricerca nazionali ed **internazionali**.



# Ricerca in Fisica Teorica

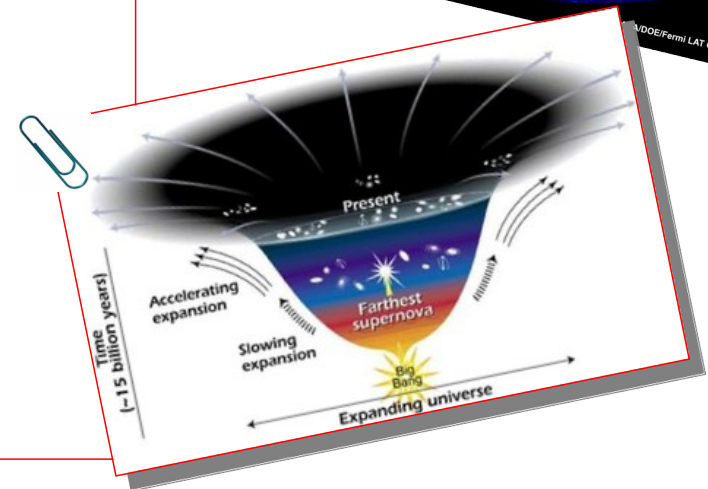
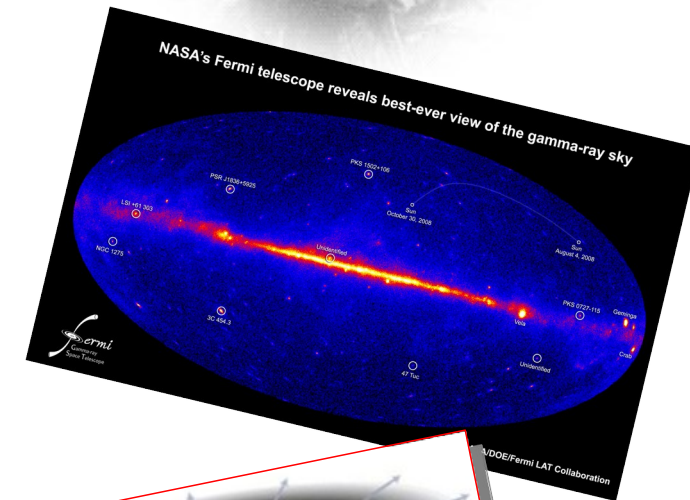
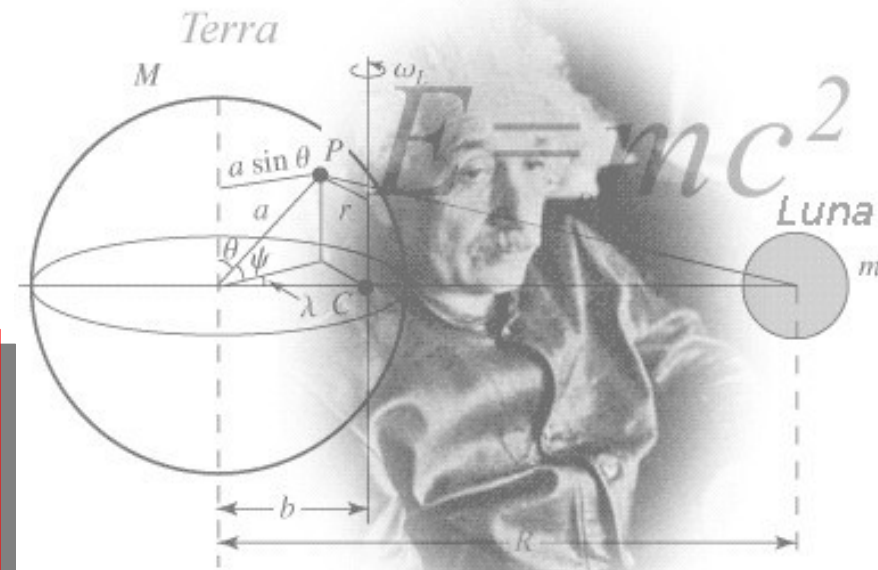
## Fisica astroparticellare

La fisica astroparticellare si occupa dell'interfaccia tra la fisica delle particelle, la cosmologia e l'astrofisica.

(Di Mauro - Donato - Fornengo - Regis - Cuoco - Giunti - Nagar - Taoso)

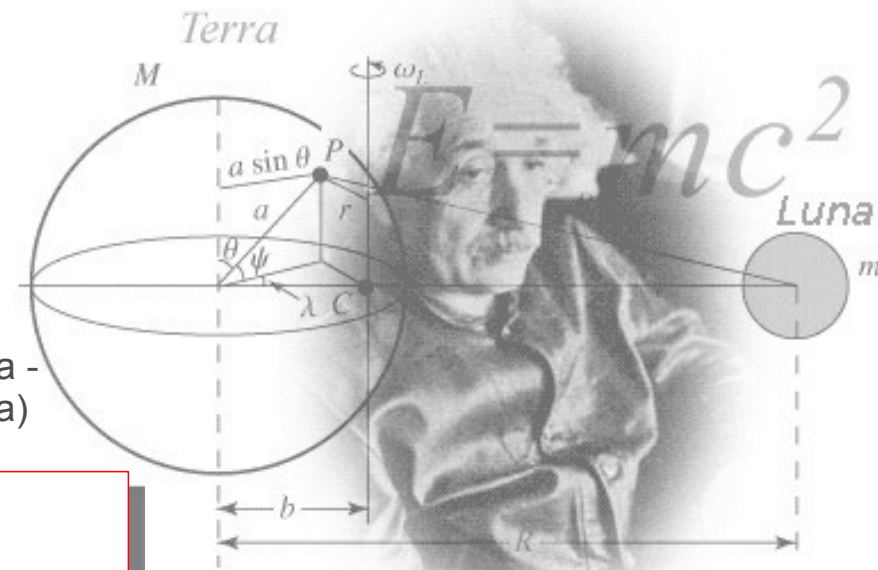
I campi di indagine sono molteplici:

- ◆ studio delle prime fasi evolutive dell'Universo e interconnessione tra la fisica delle particelle e la cosmologia
- ◆ studio della materia oscura: soluzione particellare e suoi segnali astrofisici
- ◆ studio dell'energia oscura
- ◆ studio della fisica, astrofisica e cosmologia del neutrino
- ◆ studio dell'origine dei raggi cosmici
- ◆ onde gravitazionali



# Ricerca in Fisica Teorica

(Badger - Gambino - Jung - Magnea -  
Maina - Torrielli - Uccirati - Vernazza)

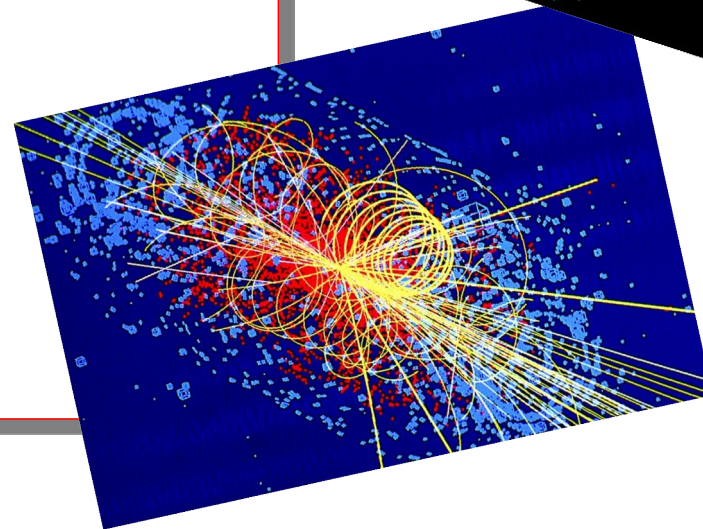
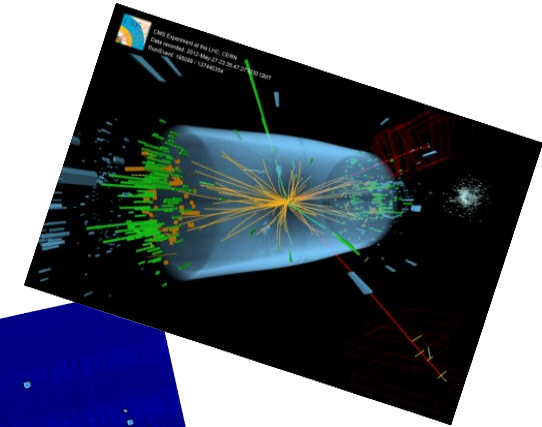


## Fisica agli acceleratori

- Si studia il modello standard delle interazioni fondamentali e le sue estensioni, costruendo le predizioni teoriche per i processi di collisione ad alta energia che si svolgono nei grandi acceleratori di particelle come LHC.
- In particolare a Torino vengono sviluppate e applicate tecniche avanzate di teoria di campo per lo studio di precisione dei risultati degli acceleratori.

I campi di applicazione sono:

- ◆ La fisica elettrodebole e dell'Higgs a LHC
- ◆ La struttura delle divergenze infrarosse nelle teorie di gauge perturbative
- ◆ La fisica del mesone B e la determinazione dei parametri del mescolamento tra i quark

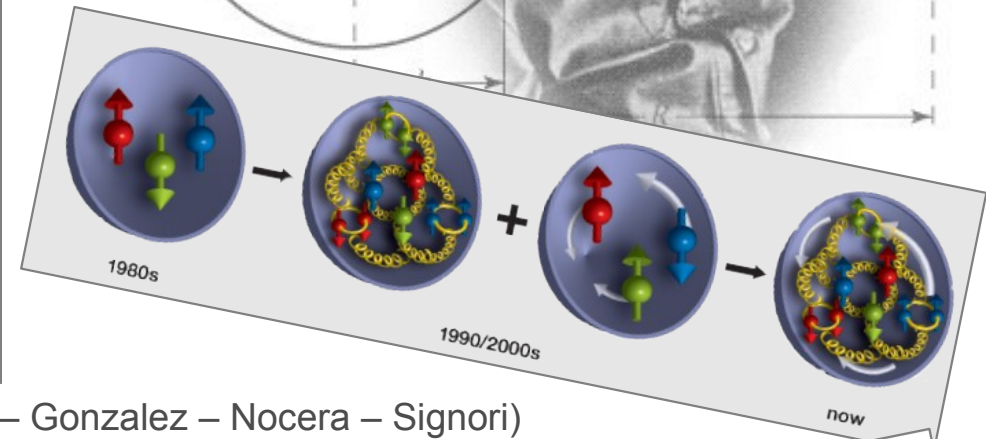




# Ricerca in Fisica Teorica

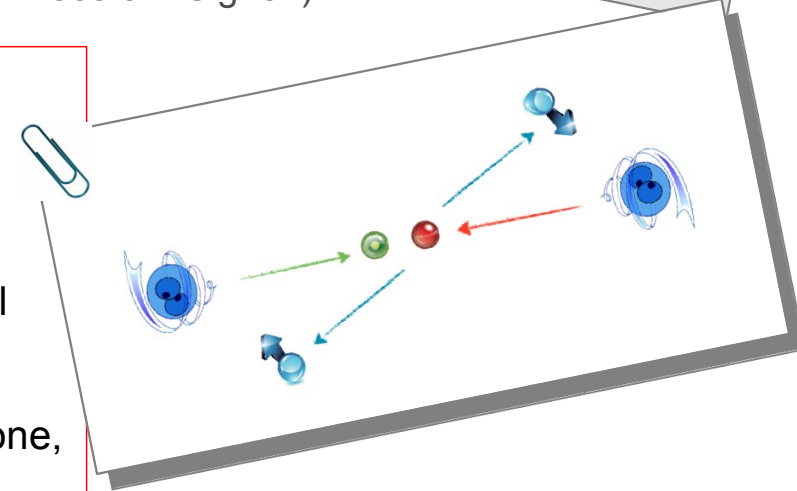
## Fisica adronica e dello spin

Il gruppo si occupa di fisica adronica, in particolare dello studio della struttura interna dei nucleoni in base ai loro costituenti elementari e al loro spin, tramite l'analisi di sezioni d'urto e asimmetrie di spin in processi polarizzati. Il lavoro è svolto sull'interfaccia tra regime perturbativo e non-perturbativo della QCD.



(Boglione – Gonzalez – Nocera – Signori)

- ◆ Si tratta di un gruppo inserito in un contesto di collaborazione internazionale tra fisici teorici e sperimentali in Europa, in Giappone e negli USA.
- ◆ Lo studio, svolto nell'ambito della fenomenologia della QCD, permette la ricostruzione di una immagine 3D dei nucleoni e del moto orbitale dei quark al loro interno.
- ◆ I risultati di molti esperimenti, sia attivi che in fase di progettazione, possono essere compresi solo in questo contesto.



# Ricerca in Fisica Teorica

## Fisica nucleare e quark-gluon plasma

### ◆ Interazioni elettrodeboli nei nuclei

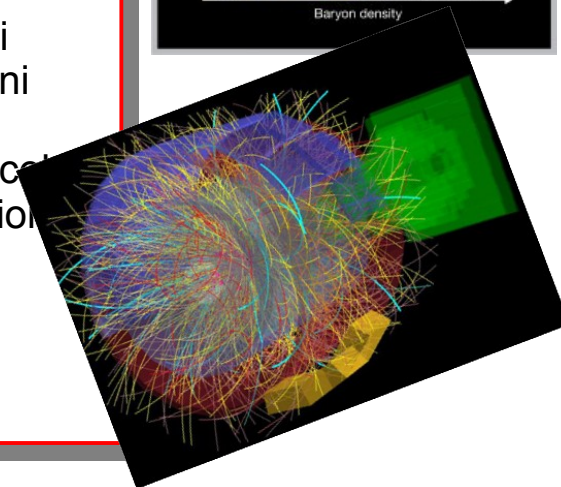
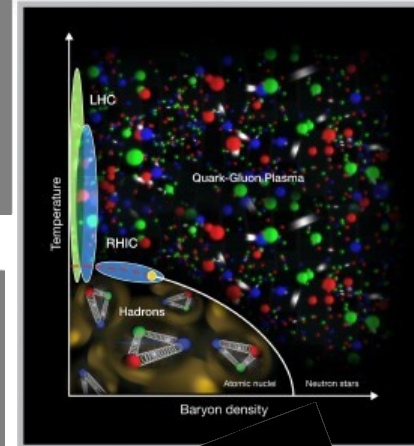
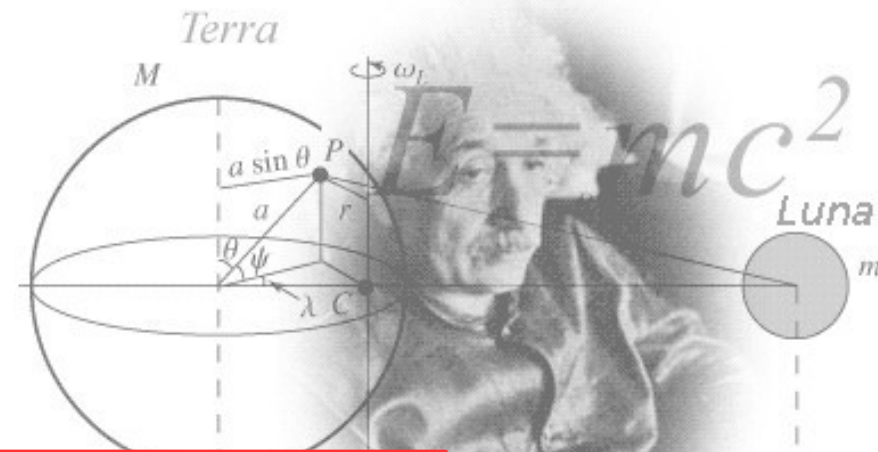
(M. Barbaro e A. De Pace):

Studio di modelli nucleari per il calcolo di sezioni d'urto neutrino-nucleo, la cui determinazione precisa e' necessaria per l'analisi e l'interpretazione degli esperimenti su oscillazioni di neutrini in corso in USA e Giappone. Il gruppo si avvale di collaborazioni con altri gruppi teorici e sperimentali in Europa e USA.

### ◆ Quark-Gluon Plasma e collisioni di nuclei relativistici

(M. Nardi, A. De Pace and A. Beraudo):

Studio della fase deconfinata della QCD (plasma di quark e gluoni) presente nei primi istanti dell'universo, nelle stelle di neutroni e riprodotta nelle collisioni di ioni pesanti in esperimenti a RHIC ed LHC. Vengono studiate le proprietà termodinamiche della materia deconfinata attraverso simulazioni di QCD su reticoli e vengono sviluppati modelli (codici di trasporto e idrodinamici) per l'interpretazione dei dati sperimentali. Il team lavora in costante contatto con i ricercatori dell'esperimento ALICE.

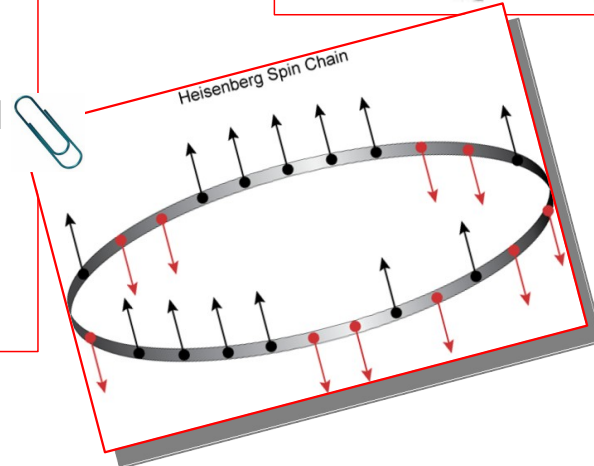
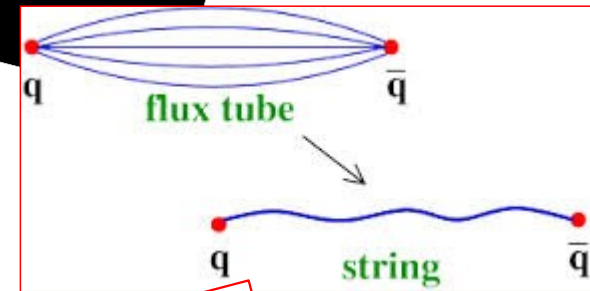
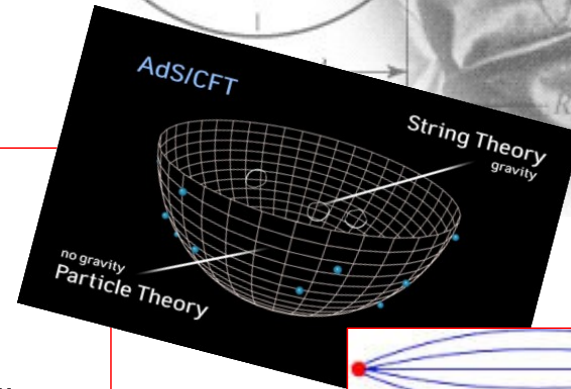
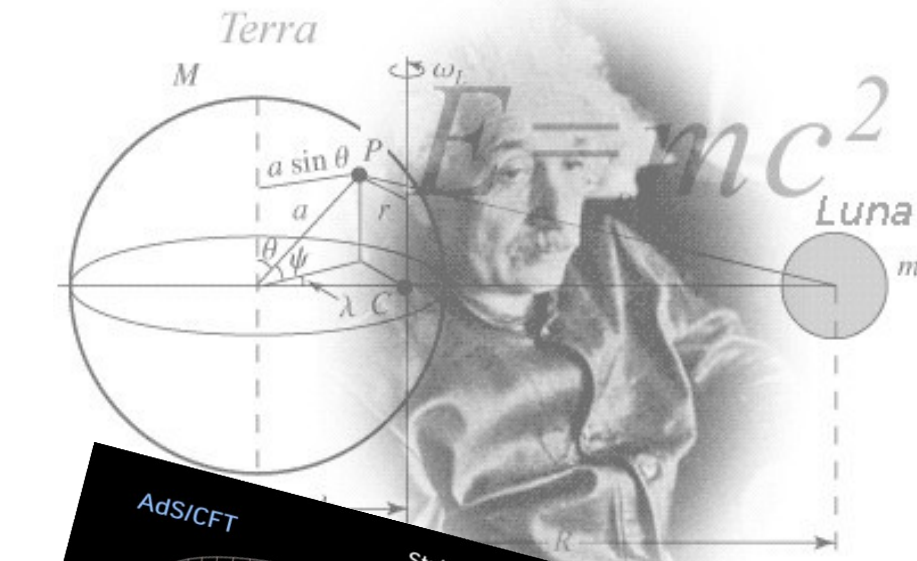


# Ricerca in Fisica Teorica

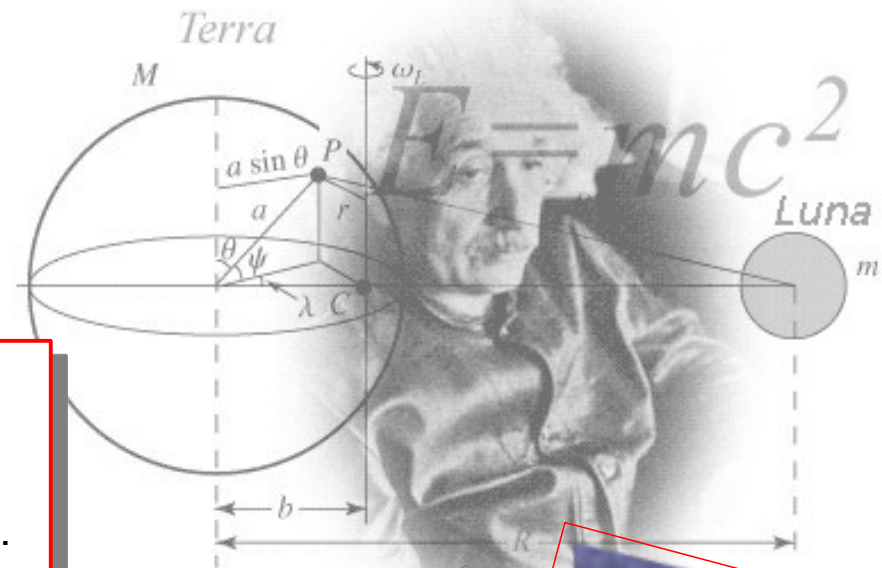
## Teorie di gauge su reticolo e modelli integrabili

(Caselle - Cavaglià - Panero - Tateo)

- Il gruppo studia le teorie di gauge e altre teorie di campo quantistiche utilizzando metodi non perturbativi originariamente sviluppati nell'ambito della meccanica statistica e dei modelli integrabili.
- Oltre alle applicazioni storiche dell'integrabilità ai sistemi di fisica della materia condensata e alla fluidodinamica, negli ultimi anni sono emersi interessanti legami tra i modelli integrabili, particolari teorie di gauge supersimmetriche in tre e quattro dimensioni e la corrispondenza AdS/CFT.
- Parallelamente, con simulazioni numeriche e metodi analitici, studiamo vari aspetti non perturbativi delle teorie di gauge, dal confinamento alla termodinamica del plasma di quark e gluoni ad alta temperatura.



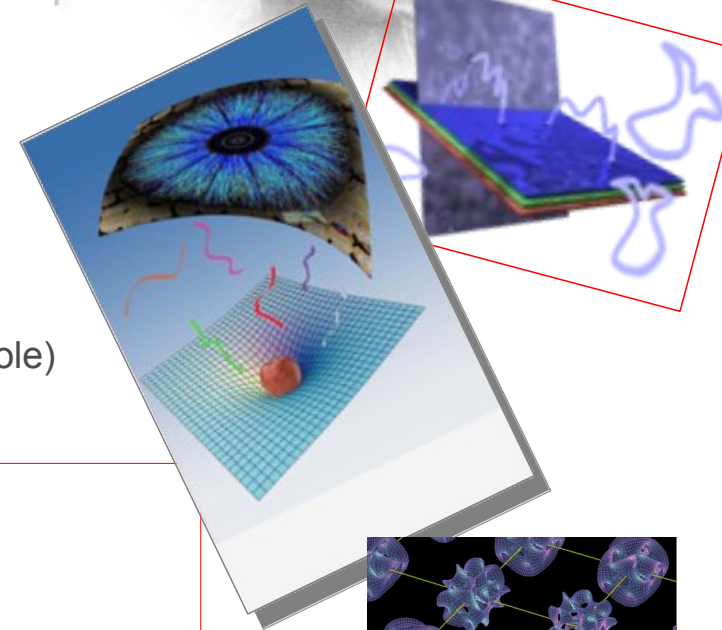
# Ricerca in Fisica Teorica



## Teoria delle stringhe e supergravità

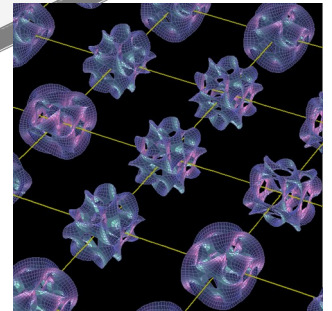
La teoria delle stringhe è un approccio alla gravità quantistica e all'unificazione delle interazioni fondamentali. Oltre ai numerosi importanti risultati di matematica pura, ha molteplici applicazioni nella fisica dei buchi neri, nella dinamica delle teorie di gauge, nella fisica oltre il modello standard, nella cosmologia e, più recentemente, nella materia condensata.

(Angelantonj - Bianchi - Billò - Frau - Maccaferri - Orlando - Pesando - Ceresole)

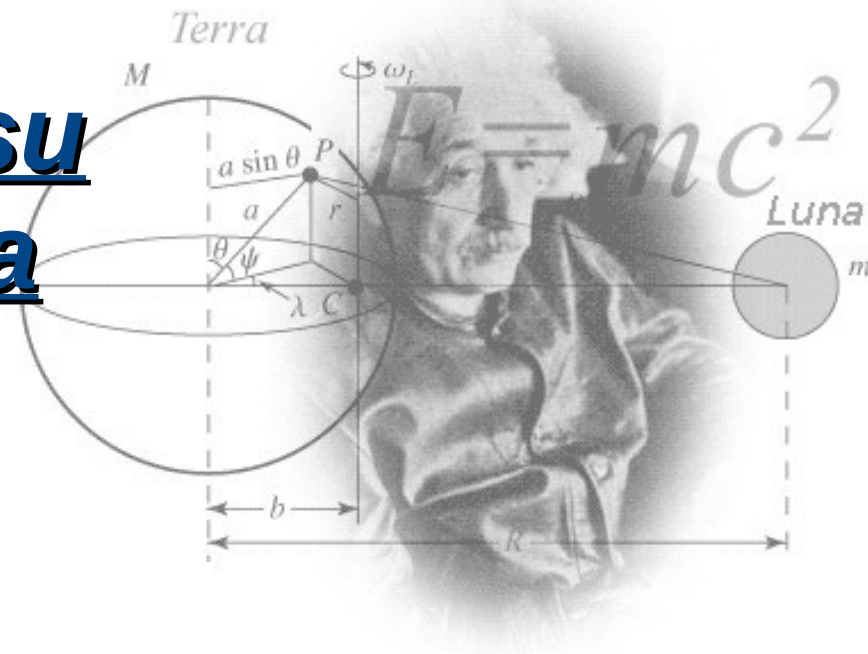


A Torino si studiano in particolare:

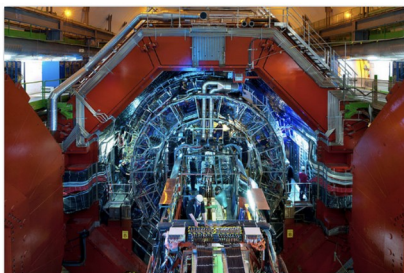
- ◆ Teorie di campo supersimmetriche ed effetti non perturbativi
- ◆ Teoria di stringhe in presenza di sistemi di D-brane
- ◆ Rottura di supersimmetria e correzioni di soglia in teoria di stringa
- ◆ Teoria di campo di stringa: studio di soluzioni classiche ed azioni efficaci
- ◆ Supergravità e fisica dei buchi neri



# Ulteriori informazioni su gruppi e ricerca teorica

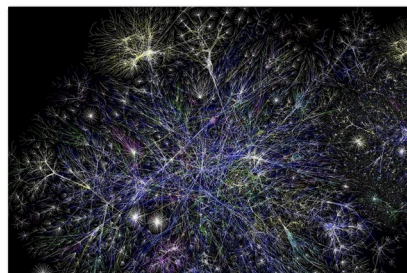


## Gruppi di Ricerca del Dipartimento di Fisica



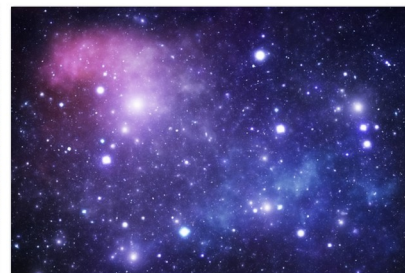
### EXPERIMENTAL NUCLEAR AND SUBNUCLEAR PHYSICS

- ALICE (A Large Ion Collider Experiment) [↗](#)
- BESIII-Torino (Experimental Particle Physics) [↗](#)
- Belle II (Experimental Particle Physics) [↗](#)
- CMS (Compact Muon Solenoid) Torino [↗](#)
- Nuclear Astrophysics [↗](#)
- Spin and Hadron Physics Group [↗](#)



### THEORETICAL PHYSICS

- BioPhys - Computational Biology [↗](#)
- Collider Phenomenology [↗](#)
- Integrable Models [↗](#)
- Lattice Field Theory [↗](#)
- Nuclear Theory Group [↗](#)
- Quantum Gravity [↗](#)
- String Theory and Supergravity [↗](#)
- Theoretical Astroparticle Physics [↗](#)
- Theoretical Hadron Physics Group [↗](#)



### ASTROPHYSICS, COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS

- Astrophysical plasmas and high-energy astrophysics [↗](#)
- Cosmic structures and cosmology [↗](#)
- Exoplanets [↗](#)
- Experimental Astroparticle Physics [↗](#)

Info dettagliate sulle attività di ricerca dei vari gruppi e su come contattarci