

Laurea Magistrale in Fisica

Indirizzo: Fisica Teorica

Referenti: M. Boglione
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:

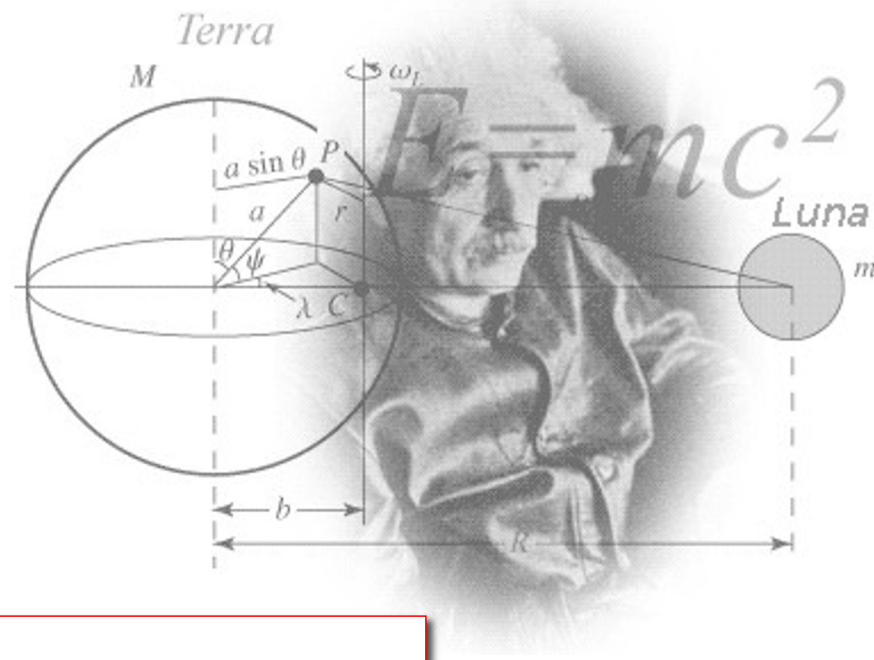
- **3 corsi (18 cfu) del raggruppamento di Fisica Teorica (FIS/02)** che forniscono la preparazione di base fondamentale per qualunque tipo di studio teorico.
- **2 corsi (12 cfu) di Fisica Generale e Sperimentale (FIS/01)** che forniscono strumenti numerici, di fisica sperimentale e/o osservativa.
- **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 Astroparticellare e cosmologica /**
- ◆ **Energia e Clima**



Fisica Teorica: Curriculum

Referenti:
M. Boggione,
F. Donato

Corsi dell'indirizzo

3 corsi obbligatori

Denominazione corso

Introduzione alla teoria dei campi

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

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

Fisica al di là del Modello Standard

Machine Learning per Fisica applicata e Fisica delle alte energie

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

Corsi nuovi

Si prevede che gli studenti teorici, nella LT, abbiano superato gli esami di Metodi Matematici II Meccanica Quantistica II o Intro alla fisica delle Interazioni Fondamentali

Un curriculum teorico tipico ...

PRIMO ANNO:

- ◆ **Introduzione alla Teoria dei Campi**
- ◆ **Meccanica Statistica**
- ◆ **Fondamenti di Teoria dei Campi**
- ◆ Introduzione alla Teoria dei Gruppi
- ◆ Algoritmi Numerici per la Fisica

- ◆ **Relatività Generale**
- ◆ Fisica della Materia Condensata
- ◆ Complementi di Teoria dei Campi
- ◆ Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali
- ◆ Particelle I

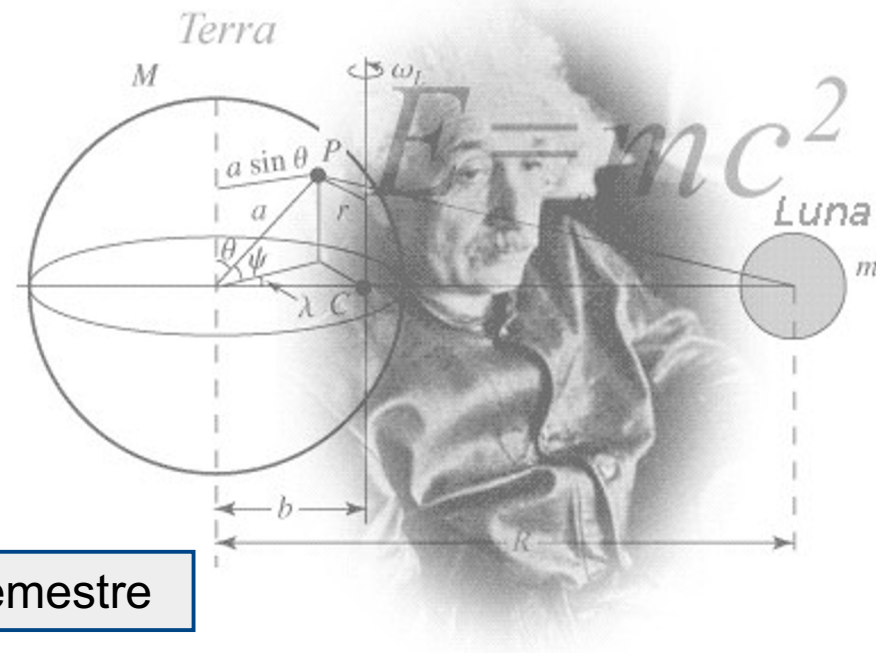
SECONDO ANNO:

- ◆ Fisica Astroparticellare e Cosmologica
- ◆ Teoria dei Campi Statistica

1° semestre

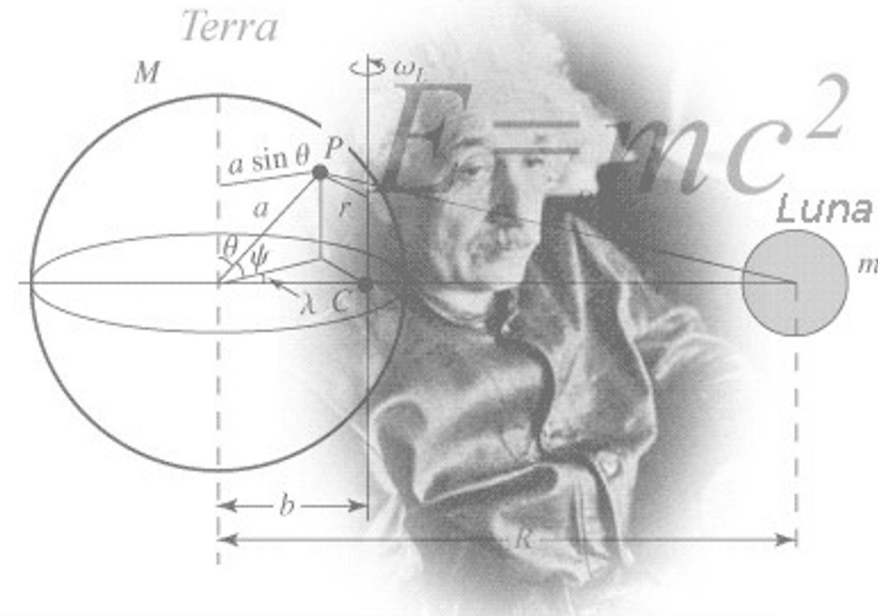
2° semestre

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)

In tutti questi settori è possibile svolgere

Tesi di laurea e di dottorato.

◆ Fisica agli acceleratori

(Badger - Gambino - Gomez Ambrosio - 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 - Parotto)

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

◆ Teorie di Gauge su reticolo e modelli integrabili

(Caselle - Cavaglià - Panero - Tateo)

◆ Teoria delle stringhe e supergravità

(Angelantonj - Bianchi - Billò - Frau - Frè - Maccaferri - Meineri - Pesando)

Ricerca in Fisica Teorica

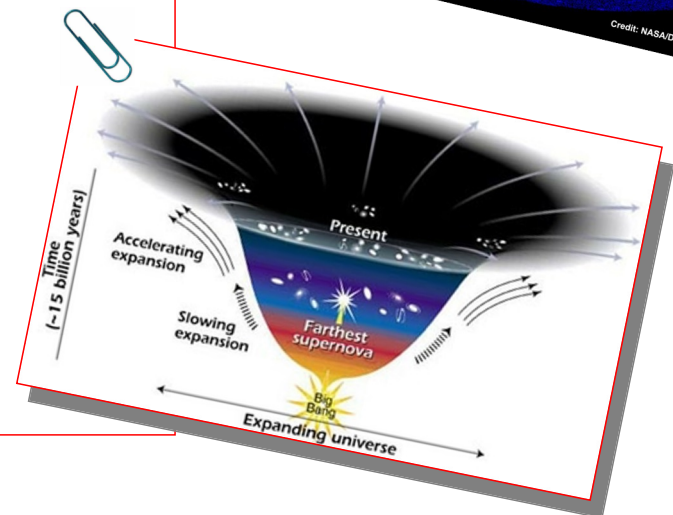
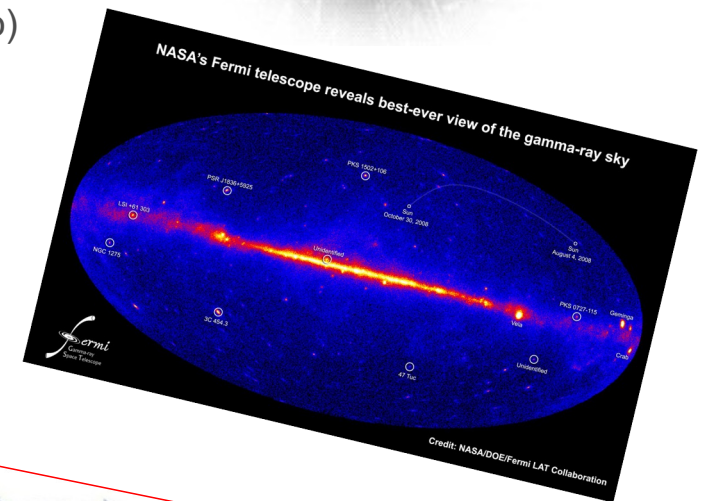
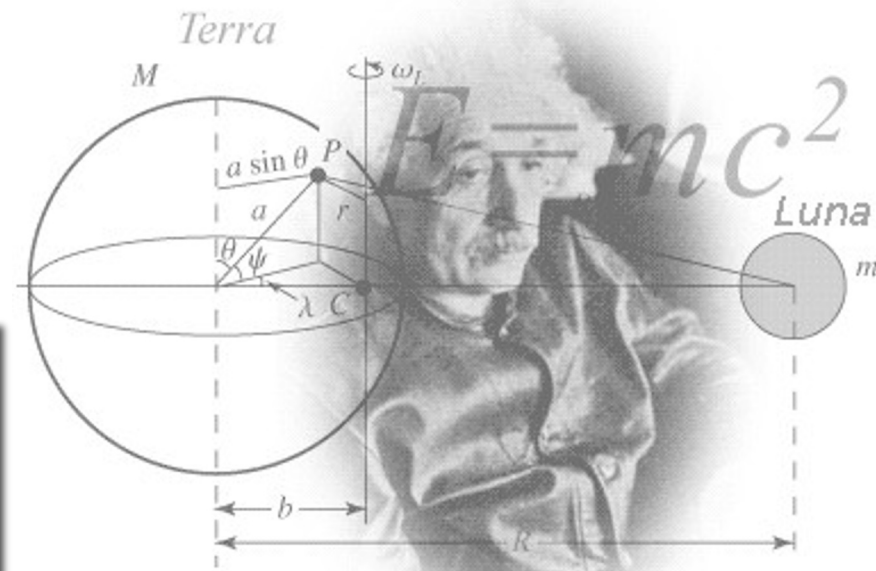
Fisica astroparticellare

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

(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

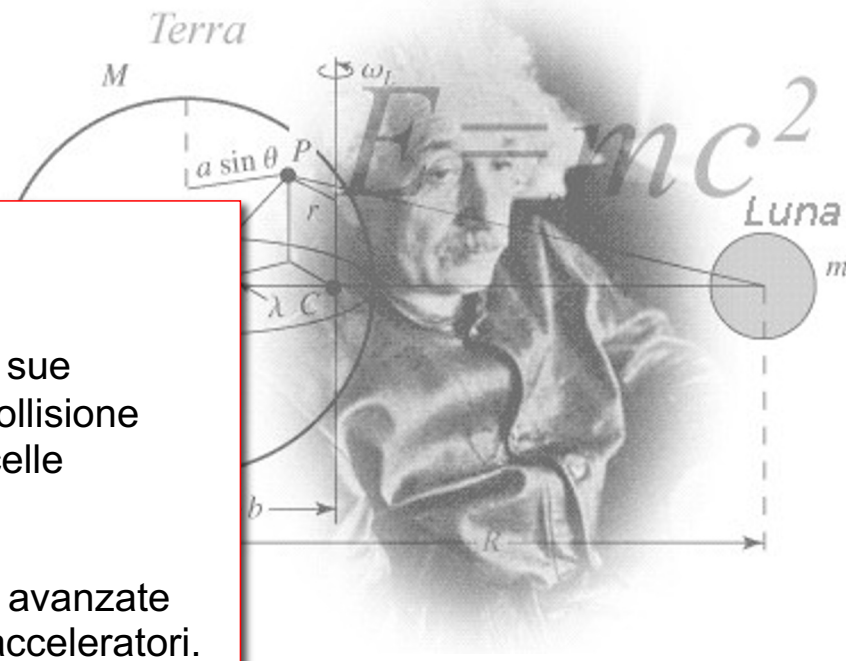
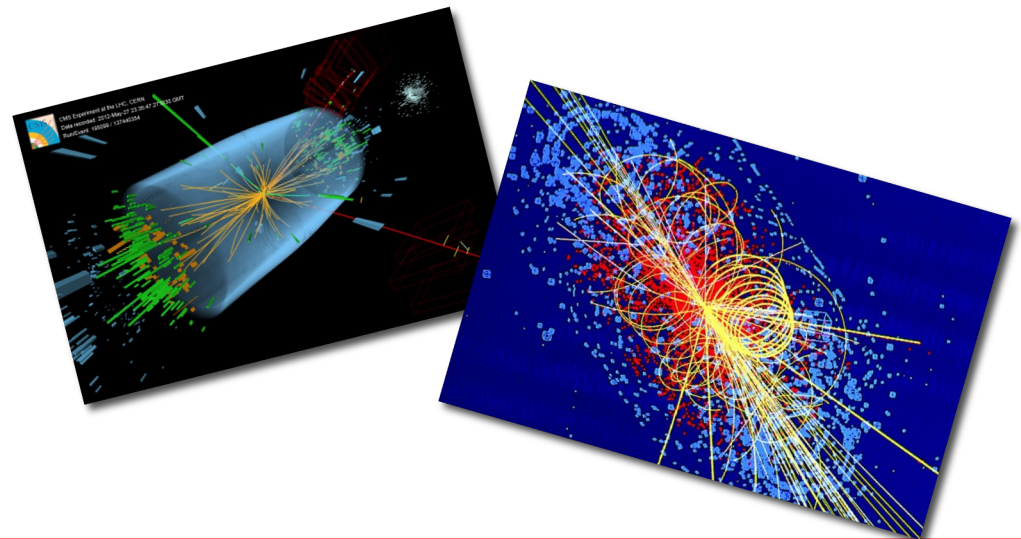
Fisica agli acceleratori

- 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.

(Badger - Gambino – Gomez Ambrosio - Jung - Magnea - Maina - Torrielli – Uccirati)

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



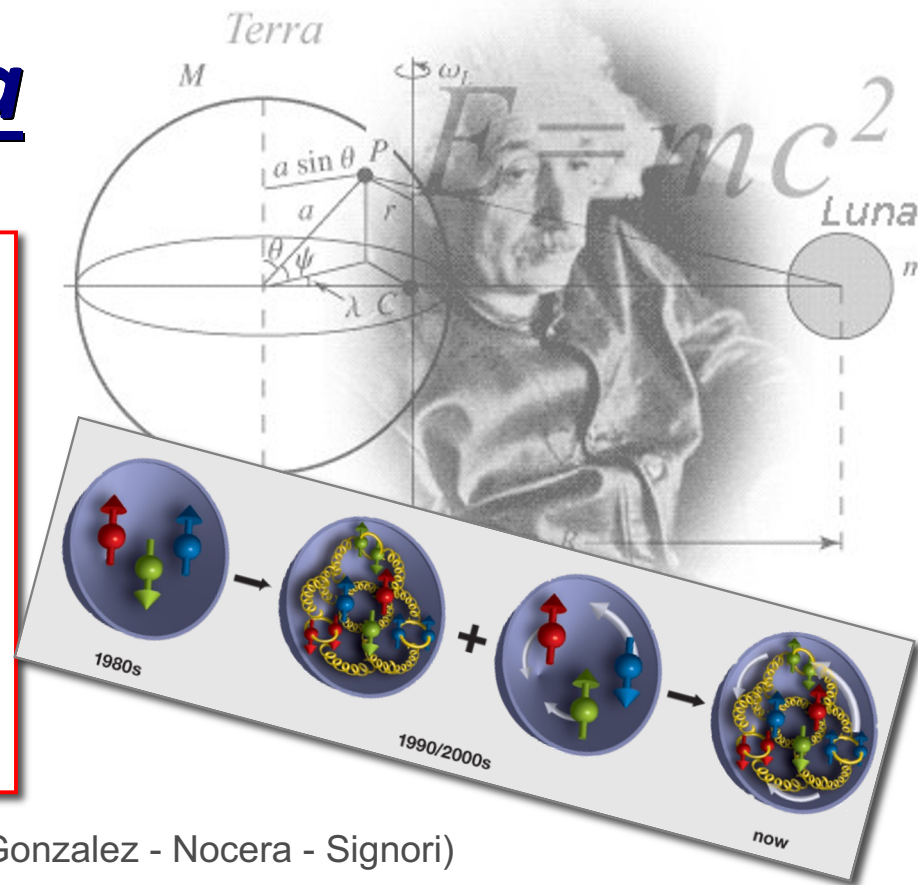
Ricerca in Fisica Teorica

Fisica adronica

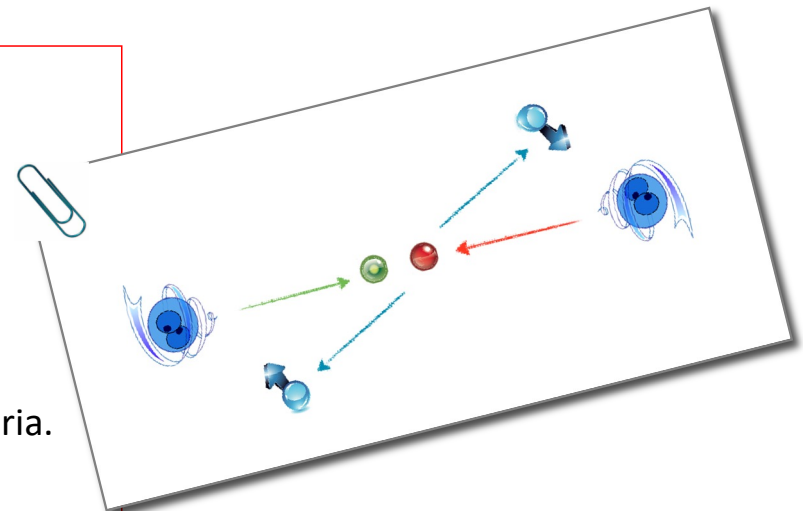
Il gruppo si occupa di fisica adronica, in particolare dello studio della struttura interna dei nucleoni in base ai loro costituenti elementari e al loro spin, tramite l'analisi di sezioni d'urto e asimmetrie di spin in processi polarizzati.

Il lavoro è svolto sull'interfaccia tra regime perturbativo e non-perturbativo della QCD, e richiede quindi una buona conoscenza della teoria dei campi e della fenomenologia delle particelle.

- ◆ 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 descritti solo a patto di avere un buon controllo dei fenomeni non perturbativi, oltre che del regime perturbativo della teoria.



(Boglione - Gonzalez - Nocera - Signori)



Ricerca in Fisica Teorica

Fisica nucleare e quark-gluon plasma

◆ Interazioni elettrodeboli nei nuclei

(M. Barbaro e A. De Pace):

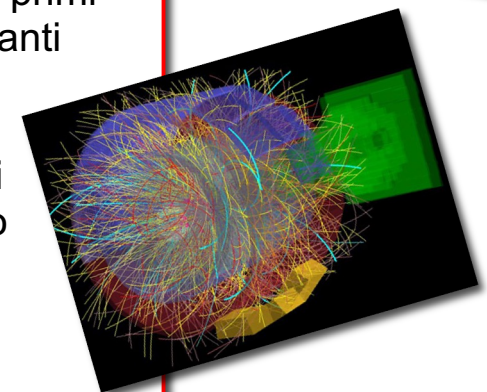
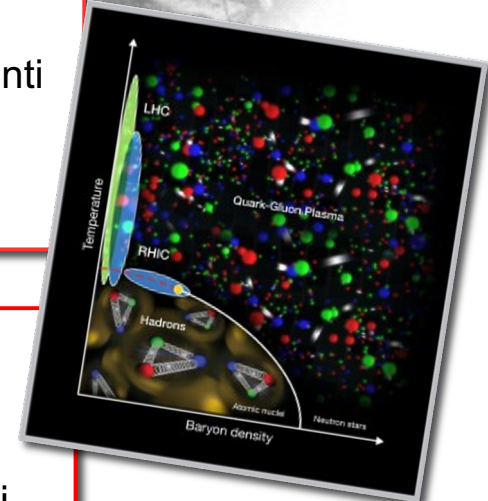
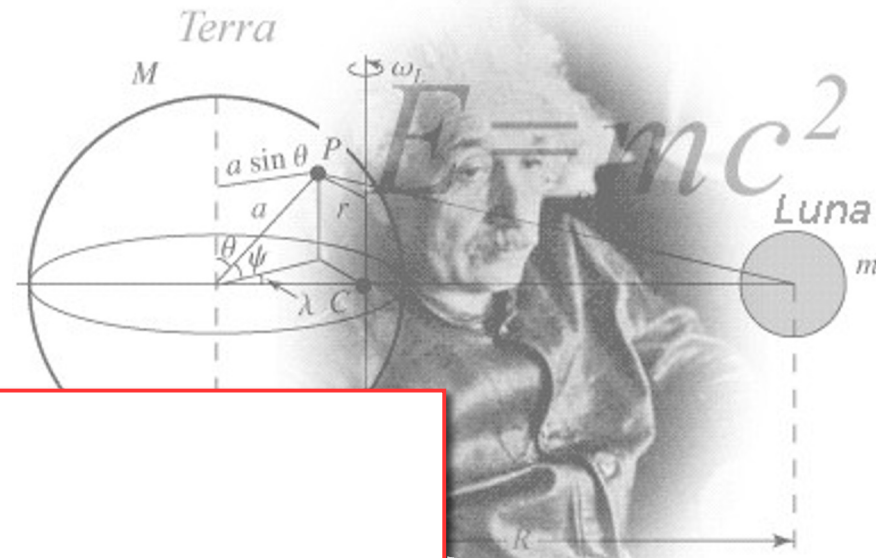
Studio di modelli nucleari per il calcolo di sezioni d'urto neutrino-nucleo, la cui determinazione precisa è necessaria per l'analisi e l'interpretazione degli esperimenti su oscillazioni di neutrini in corso in USA e Giappone.

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, A. Beraudo, P. Perotto):

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 reticolo 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.

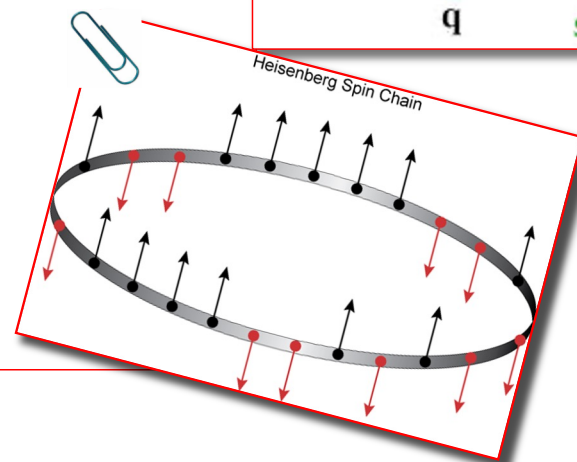
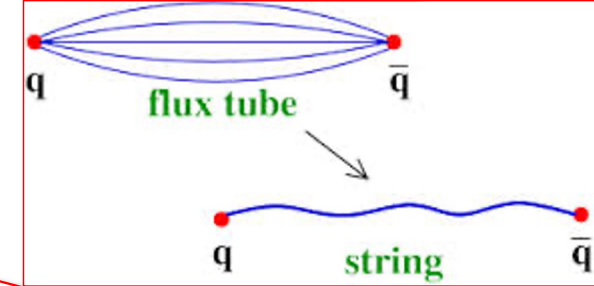
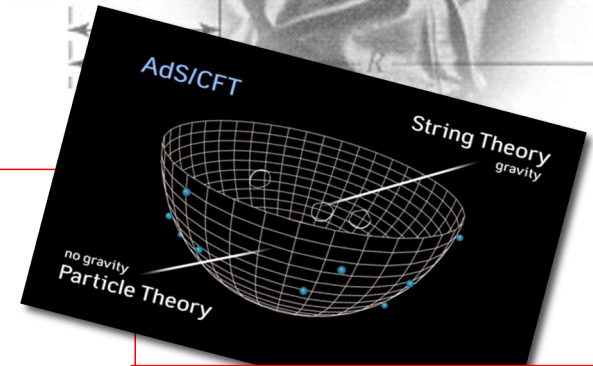
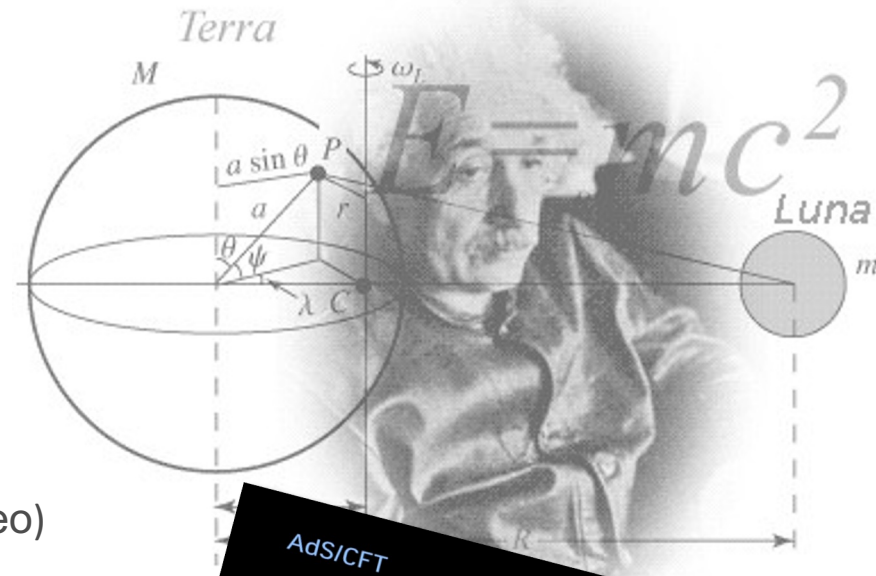


Ricerca in Fisica Teorica

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 - Ceresole - Frau - Frè - Lerda
Maccaferri - Meineri - Orlando - Pesando)

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

