

PROGRAMMA DEL CORSO DI  
**ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA** (3 CFU)  
a.a. 2021-2022

Prof. *V. Lubicz*

**1) Teoria della Relatività**

- *Il tempo*: Cosa è il tempo. La misura del tempo.
- *Tempo e spazio assoluti*: La linea del tempo. Il tempo e lo spazio assoluti di Newton.
- *Tempo e spazio relativi*: Il principio di relatività galileiana. Le leggi dell'elettromagnetismo. L'esperimento di Michelson e Morley. La contrazione di Lorentz. La teoria della relatività. Simultaneità. La velocità limite. La dilatazione del tempo. Il paradosso dei gemelli. I viaggi nel tempo. La contrazione delle lunghezze. Le trasformazioni di Lorentz.
- *Lo spazio-tempo*: Composizione delle velocità. Lo spazio-tempo. Il piano di Minkowski. Intervallo spazio-temporale. Il tempo proprio. Il cono luce.
- *Quadrivettori: velocità, impulso ed energia relativistici*: Invarianza per rotazioni. Vettori. Quadrivettori. La quadrivelocità. Il quadrimpulso. Energia e impulso relativistici. Trasformazioni del quadrimpulso. Conservazione del quadrimpulso.
- *Lo spazio-tempo curvo*: Gravitazione e relatività. Lo spazio curvo. Il principio di equivalenza. Deflessione gravitazionale della luce. Dilatazione gravitazionale del tempo. La curvatura dello spazio-tempo. Il moto nello spazio-tempo curvo. I viaggi nel tempo (2).

**2) Meccanica quantistica**

- *Crisi della fisica classica*: Introduzione alla meccanica quantistica. La fisica classica. Lo spettro di corpo nero. L'effetto fotoelettrico. L'effetto Compton. Onde o particelle. La struttura dell'atomo.
- *I principi della meccanica quantistica*: Esperimenti di interferenza con pallottole, onde ed elettroni. Il principio di indeterminazione. La matematica della meccanica quantistica. Il principio di sovrapposizione.
- *Equazione di Schrödinger e sistemi quantistici*: L'equazione di Schrödinger. La particella libera. La barriera di potenziale e l'effetto tunnel. L'oscillatore armonico.
- *Nuovi fenomeni, sviluppi e interpretazioni*: Spin. Particelle identiche. Il principio di esclusione di Pauli. Probabilità e variabili nascoste. Il collasso della funzione d'onda. Gli stati entangled. Le disuguaglianze di Bell. Difficoltà interpretative della meccanica quantistica.

### **3) Particelle e campi**

- *La teoria quantistica dei campi*: Relatività e meccanica quantistica. Non forze ma campi. Non conservazione della massa e del numero di particelle. La teoria dei campi quantistica e relativistica.

- *I costituenti elementari della materia*: Atomi, elettroni, protoni e neutroni. Nuove particelle. Quark e leptoni. Le particelle elementari della materia. Famiglie. Particelle e antiparticelle.

- *Teoria delle Forze*: Le forze fondamentali: interazioni gravitazionali, elettromagnetiche, deboli e forti. Teoria delle forze: particelle virtuali. Range e masse. La legge dell'inverso del quadrato, Il range delle interazioni forti e il confinamento. Lo spin e la natura delle forze. Dipendenza dalla scala delle costanti di accoppiamento. Libertà asintotica.

- *Il Modello Standard*: Il Modello Standard. Simmetria e teoria dei gruppi. Teorie di gauge. Simmetrie e leggi di conservazione. Il meccanismo di Higgs.

- *Fisica oltre il Modello Standard*: Nuova Fisica: motivazioni teoriche ed evidenze empiriche. Teorie di Grande Unificazione. Supersimmetria. Dimensioni extra.

### **4) Gravità quantistica**

Incompatibilità tra relatività e meccanica quantistica. Quantizzazione del campo gravitazionale e gravitoni. La scala di Planck. Cenni alle teorie di gravità quantistica.