



(scheda provvisoria)

Codice: 0001B
Titolo: RELATIVITA'
SSD: FIS/02
Erogazione: Secondo semestre
Crediti: 6 CFU
Titolare: VICARI ETTORE

Per problemi tecnici col catalogo, la scheda del corso non è al momento visibile sui sistemi UniPi ma l'insegnamento è erogato in AA 2025/26. In seguito sono riportati i campi principali della scheda ufficiale.

[Conoscenze](#)

[Capacità](#)

[Prerequisiti](#)

[Indicazioni metodologiche](#)

[Programma](#)

[Bibliografia](#)

Conoscenze

Il corso intende fornire le basi delle teorie relativistiche che si prestano ad una formulazione Lagrangiana nell'ambito delle teorie di campo classiche, come l'Elettrodinamica e la Relatività Generale. Si inizia con la presentazione delle teorie di campo invarianti rispetto alle trasformazioni di Lorentz, quali l'elettrodinamica classica, in un formalismo spazio temporale covariante. Si continua con un'introduzione alla Relatività Generale, la teoria di campo classica che descrive i sistemi gravitazionali e, in particolare, il moto dei corpi in spazi curvi. Dopo aver presentato le idee fondamentali e derivato le equazioni di Einstein della Relatività Generale, si discutono alcune delle principali applicazioni e confronti con le osservazioni.

Il corso può essere utile a coloro che vogliono acquisire i concetti fondamentali delle teorie di campo, che permettono di descrivere molti fenomeni classici in vari ambiti, dall'elettromagnetismo alla teoria della gravitazione, e limitarsi ad essi per aver una conoscenza di base. Può essere utile anche a coloro che pensano di proseguire questi studi, per esempio passando allo studio delle teorie di campo quantistiche delle interazioni fondamentali, e ai corsi di Relatività Generale offerti nella Laurea Magistrale.

Capacità

Può essere utile a coloro che vogliono acquisire i concetti fondamentali delle teorie di campo, che permettono di descrivere molti fenomeni classici in vari ambiti, dall'elettromagnetismo alla teoria della gravitazione, e limitarsi ad essi per aver una conoscenza di base. Può essere utile anche a coloro che pensano di proseguire questi studi, per esempio passando allo studio delle teorie di campo quantistiche delle interazioni fondamentali, e ai corsi di Relatività Generale offerti nella Laurea Magistrale.

Prerequisiti

La meccanica classica e la teoria dell'elettromagnetismo, e quindi i corsi di Fisica 1, Fisica 2, e Meccanica classica, oltre ai corsi di matematica della laurea triennale.

L'approccio non è particolarmente formale, e quindi aperto a tutti gli studenti che desiderano approfondire le teorie di campo in formulazioni covarianti, e acquisire i concetti di base della Relatività Generale.



Indicazioni metodologiche

L'approccio non è particolarmente formale, e quindi aperto a tutti gli studenti che desiderano approfondire le teorie di campo in formulazioni covarianti, e acquisire i concetti di base della Relatività Generale.

Programma

PRIMA PARTE: TEORIE DI CAMPO CLASSICHE RELATIVISTICHE

- Cenni di Relatività ristretta e quadrivettori, formalismo quadrimensionale.
- Conservazione del quadrivettore energia/impulso e applicazioni agli urti e decadimenti relativistici.
- Tempo proprio e principio di minima azione per una particella libera relativistica.
- Principio variazionale nella formulazione covariante del moto di una carica relativistica in un campo elettromagnetico esterno.
- Esempio di teoria di campo classica invariante di Lorentz che emerge dai moti collettivi (modi propri) di oscillatori accoppiati su reticolo (teoria classica della propagazione del suono).
- Principio di minima azione e derivazione delle equazioni del moto per teorie di campo classiche.
- Simmetrie in teorie di campo classiche e teorema di Noether.
- Azione e Lagrangiana dell'elettrodinamica classica nel formalismo covariante.
- Derivazione delle equazioni del moto dell'elettrodinamica nel formalismo covariante.
- Tensore energia impulso in formalismo covariante: applicazioni a gas e fluidi perfetti, e campo elettromagnetico.

SECONDA PARTE: INTRODUZIONE ALLA RELATIVITÀ GENERALE

- Principio di equivalenza in ambito gravitazionale. Formalismo tensoriale in Relatività Generale, principio di covarianza generale.
- Distanze e intervalli di tempo, metrica spaziale e sincronizzazione degli orologi.
- Differenziale di un vettore e trasporto parallelo, derivata covariante. Equazione del moto in uno spazio-tempo curvo.
- Redshift gravitazionale e leggi di conservazione in un campo stazionario.
- Tensore energia impulso di una teoria di campo in uno spazio curvo, applicazioni al campo elettromagnetico.
- Trasporto parallelo lungo un percorso chiuso, tensore di Riemann. Derivazione dell'equazione di Einstein per la metrica dello spazio curvo.
- Rilevanza fenomenologica della Relatività Generale, in particolare nelle descrizioni dei collassi stellari e dell'evoluzione dell'universo.
- Spazio tempo con simmetria sferica, metrica di Schwarzschild. Moto di un corpo nello spazio-tempo descritto dalla metrica di Schwarzschild, precessione del perielio e deflessione della luce.
- Moto in prossimità del raggio gravitazionale, orizzonte degli eventi e buchi neri.
- Principio cosmologico, modelli di universo isotropi e omogenei, evoluzione degli universi a curvatura positiva e negativa usando il modello a polvere. Espansione dell'universo, legge di Hubble, propagazione della luce nell'universo in espansione, redshift cosmologico. Cenni della cosmologia del Big Bang, parametri cosmologici, materia oscura e energia oscura.

Bibliografia

LIBRI SUGGERITI:

L. Landau vol. II, Teoria di Campi

come ulteriori letture può essere utile il anche il libro di B. Schutz, A first course in general relativity