UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Classical Mechanics

2425-2-E3001Q003

Obiettivi

Il contenuto del corso presenta sia le idee fondamentali della Meccanica Classica, dalla formulazione di Galileo e Newton a quella di Lagrange, Hamilton e Jacobi, che le tecniche matematiche necessarie alla loro comprensione.

Lo studente, al termine del corso,

1) sarà in grado di modellizzare fenomeni fisici di media complessità utilizzando il formalismo Lagrangiano, e comprenderne il loro comportamento qualitativo.

2) sarà in grado di analizzarli attraverso tecniche di meccanica analitica e di teoria dei sistemi dinamici.

3) sarà in grado di esporre le motivazioni, le tecniche di risoluzione e l'apparato matematico alla base dei punti 1) e 2) e di applicare tali tecniche alla "risoluzione" di problemi di meccanica classica di difficoltà media.

Contenuti sintetici

Richiami di meccanica newtoniana.

Equazioni differenziali del secondo ordine e loro studio qualitativo.

Meccanica Lagrangiana.

Meccanica Hamiltoniana.

Programma esteso

1) Spazio tempo ed eventi. I principi di Newton e la meccanica dei corpi puntiformi.

2) I sistemi dinamici come modellizzazione dei fenomeni fisici. Introduzione alla teoria delle equazioni differenziali ordinarie del secondo ordine. Diagrammi di fase dei sistemi newtoniani conservativi in una dimensione. Il sistema di Lotka-Volterra e le tre leggi di Volterra. Modelli compartimentali in epidemiologia: il modello SIR.

Diagrammi di biforcazione. Linearizzazione di un Sistema Dinamico nell'intorno di un punto di equilibrio. Stabilità e i teoremi di Lyapunov (enunciato).

3) Meccanica di sistemi di corpi puntiformi: equazioni cardinali.

4) Vincoli, loro classificazione e coordinate libere. Il principio di D'Alembert e la meccanica di Lagrange.

5) La Lagrangiana e le equazioni di Eulero-Lagrange. Il metodo variazionale. I moti centrali ed il problema di Keplero in meccanica Lagrangiana. Formulazione lagrangiana della forza di Lorentz. Teoria delle piccole oscillazioni. Applicazioni. Il teorema di Noether. Nozioni fondamentali della teoria del corpo rigido. Applicazioni: corpi rigidi in due dimensioni. La trottola di Lagrange.

6) La Meccanica Hamiltoniana. Le equazioni di Hamilton e la loro formulazione variazionale. Trasformazioni canoniche. Trasformazioni canoniche di contatto (puntuali). Parentesi di Poisson e costanti del moto. Trasformazioni canoniche infinitesime e il teorema di Noether in Meccanica Hamiltoniana.

7) Il teorema di Liouville sulla conservazione del volume nello spazo delle fasi. L'equazone di Hamilton-Jacobi. Integrali completi. Cenni alla separazione delle variabli.

Prerequisiti

I contenuti dei corsi di Analisi I, Algebra Lineare e Geometria, Fisica I.

Modalità didattica

- Lezioni frontali (5 CFU) in modalità erogativa. Gli studenti parteciperanno a lezioni frontali in cui il docente presenterà il materiale teorico, dimostrerà le tecniche di risoluzione dei problemi.

- Esercitazioni (3 CFU), la cui modalità sarà in parte erogativa e in parte interattiva. Nella prima modalità gli studenti parteciperanno a esercitazioni di tipo frontale in cui il docente applicherà le tecniche esposte nella parte teorica a problemi significativi di meccanica classica. Oltre a queste lezioni frontali, il corso incorporerà metodi di didattica interattiva. Ciò comprenderà attività di gruppo, discussioni e sessioni pratiche di risoluzione dei problemi per migliorare la comprensione e favorire la partecipazione attiva degli studenti. La modalità interattiva riguarderà il 10/20% delle esercitazioni.

La videoregistrazione di lezioni ed esercitazioni sarà disponibile.

Materiale didattico

Testi di riferimento:

L.D. Landau. E. M. Lifshits, Corso di Fisica Teorica, vol. I, "Meccanica".

H Goldstein, C. Poole, J. Safko, “Meccanica Classica”.

Dispese recuperabili dal sito e-learning del corso.

Appunti di parte delle lezioni pubblicate sulla pagina e-learning.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame scritto e orale. Lo scritto prevede la soluzione di problemi significativi di Sistemi Dinamici, Meccanica Lagrangiana e Meccanica Hamiltoniana.

Sono previsti due scritti parziali durante lo svolgimento del corso, il primo entro ottobre ed il secondo a fine novembre/inizio dicembre. La parte scritta dell'esame viene completata in uno degli appelli successivi alla fine del corso, entro l'appello di luglio. Successivamente, i candidati dovranno (ri)affrontare l'intero set di esercizi.
In caso di assenza ad uno gli scritti parziali, o esito insufficiente, sarà possibile riaffrontare l'esercizio pertinente al primo completamento della parte scritta (entro luglio).

Il primo scritto parziale verte sull'analisi qualitativa dei sistemi dinamici nel piano.
Il secondo sulla meccanica Lagrangiana. Lo scritto viene completato (dopo la fine del corso) da un problema di meccanica Hamiltoniana.

L'orale prevede una discussione dell'elaborato scritto e la esposizione di alcuni punti fondamentali del programma. Le domande saranno scelte (dal docente) all'interno di una lista che verrà comunicata alla fine del corso agli studenti. All'orale può essere inoltre richiesto allo studente di affrontare problemi analoghi a quelli svolti durante il corso.

Lo scritto è volto principalmente a verificare il raggiungimento dei punti 1) e 2) della sezione "Obiettivi", ed il suo peso, ai fini della votazione, è 2/3.

L'orale riguarda principalmente il punto 3) della sezione "Obiettivi".

Sarà possibile sostenere l'esame in lingua inglese, previa richiesta da comunicare per email ai docenti almeno una settimana prima dell'esame scritto.

Orario di ricevimento

Su appuntamento (eventualmente anche a piccoli gruppi) da richiedersi via e-mail o e-learning.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ