UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

# Classical Mechanics

**2021-2-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).

## 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).

- Esercitazioni (3 CFU)

Nel periodo di emergenza Covid-19 le lezioni  ed esercitazioni si svolgeranno in modalità  streaming sincrona.

La videoregistrazione di lezioni ed esercitazioni sarà comunque disponibile. Alcuni eventi avverranno in parziale presenza/teleconferenza.

## 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 del Docente (http://www.matapp.unimib.it/~falqui/MC/mecc.html).

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

## 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 a inizio novembre ed il secondo a metà dicembre. La parte scritta dell'esame viene completata in uno qualsiasi degli appelli successivi alla fine del corso.

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.

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".

Nel periodo di emergenza Covid-19 gli esami  saranno telematici.

## Orario di ricevimento

Su appuntamento da richiedersi via e-mail o e-learning. In dipendenza dell'evoluzione dell'emergenza COVID-19, questi appuntamenti potranno svolgersi in modalità remota.