



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Meccanica Classica

2526-2-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, avrà acquisito le seguenti competenze:

1. Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente avrà acquisito una comprensione di base ma solida dei formalismi lagrangiano e hamiltoniano della meccanica classica. Sarà in grado di riconoscere il significato concettuale di simmetrie, vincoli e leggi di conservazione, e di comprendere il ruolo di questi strumenti nella formulazione teorica della fisica.

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Lo studente sarà in grado di applicare i metodi appresi per analizzare e risolvere problemi meccanici, sia nel caso di sistemi semplici che in presenza di vincoli. Sarà inoltre capace di riformulare un problema fisico nei termini della Meccanica Analitica, utilizzando gli strumenti matematici adeguati.

3. Autonomia di giudizio

Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le scelte metodologiche nella risoluzione di un problema fisico e di identificare i formalismi più adeguati per modellarlo, distinguendo tra le diverse ipotesi semplificative.

4. Abilità comunicative

Lo studente saprà esporre con chiarezza e rigore i principali concetti della Meccanica Analitica, utilizzando correttamente il linguaggio della fisica e della matematica. Sarà in grado di presentare in modo strutturato la risoluzione di un esercizio, motivando i passaggi seguiti.

5. Capacità di apprendimento

Il corso fornirà allo studente le basi concettuali e metodologiche per affrontare con successo corsi più avanzati in fisica teorica e matematica applicata, nonché per approfondire in autonomia argomenti più

complessi nell'ambito della meccanica classica.

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 spazio delle fasi. L'equazione di Hamilton-Jacobi. Integrali completi. Cenni alla separazione delle variabili.

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% circa 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".

Dispense 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 (con eventuale orale). Lo scritto prevede la discussione e 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 degli 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. Sono previste tre sessioni di esami: invernale (gennaio-febbraio), estiva (giugno-luglio) e autunnale (settembre).

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 a verificare il raggiungimento dei punti 1), 2), 3), 4) e 5) della sezione "Obiettivi", ed il suo peso, ai fini della votazione, è 2/3 nel caso in cui lo studente sostenga anche l'orale (vedi sotto).

L'orale riguarda più specificatamente i punti 1), 4) e 5) della sezione "Obiettivi".

Nella valutazione dello scritto si terrà conto, oltre all'abilità nella soluzione di esercizi, anche la consapevolezza teorica dello studente dell'intero programma. Se dallo scritto si evince questa capacità, e la valutazione è di almeno 22/30, l'elaborato scritto verrà considerato sufficiente per la valutazione complessiva (senza necessità di prova orale). In tal caso, il voto finale proposto sarà uguale a quello conseguito nella prova scritta se questo è minore o uguale a 27/30; 27/30 se maggiore.

Nel caso di scritto con valutazione tra 12/30 e 21/30 compresi lo studente dovrà affrontare la prova orale per il superamento dell'esame. Il docente potrà richiedere di affrontare l'orale anche a studenti con scritto con valutazione maggiore di 21/30 per i quali non si evince una chiara consapevolezza teorica dell'intero programma. Lo studente potrà comunque richiedere di affrontare la prova orale (nella stessa sessione), a condizione che allo scritto abbia ottenuto una valutazione complessiva di almeno 12/30. Tale richiesta dovrà essere fatta entro un giorno dalla pubblicazione degli esiti degli scritti.

Nel caso in cui l'esame si componga di scritto e orale, il peso del voto dello scritto sulla votazione complessiva è 2/3.

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 QUALITÀ
