

Testi del Syllabus

Resp. Did. **FRANZOSI ROBERTO** **Matricola: 556128**

Docente **FRANZOSI ROBERTO, 9 CFU**

Anno offerta: **2017/2018**

Insegnamento: **103040 - MECCANICA ANALITICA**

Corso di studio: **SE003 - FISICA E TECNOLOGIE AVANZATE**

Anno regolamento: **2016**

CFU: **9**

Settore: **FIS/02**

Tipo Attività: **A - Base**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**



Testi in italiano

Lingua insegnamento

Italiano

Contenuti

Meccanica Newtoniana.
Meccanica Lagrangiana.
Equazioni di Lagrange.
Principi variazionali.
Geometrizzazione della dinamica.
Leggi di conservazione.
Moto in un campo di forze centrali, problema dei due corpi.
Problema di Keplero.
Trasformazioni di coordinate.
Piccole oscillazioni.
Cinematica del corpo rigido.
Dinamica del corpo rigido.
Formulazione Hamiltoniana della dinamica.
Trasformazioni canoniche.
Teoria di Hamilton-Jacobi.
Densità lagrangiana.

Testi di riferimento

H. Goldstein, C. Poole, J. Safko: Meccanica Classica, Zanichelli, Bologna I, 2005

L.N: Hand, J.D Finch: Analytical Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge UK, 1998

Obiettivi formativi

L'obiettivo è fornire una conoscenza dettagliata dei fondamenti di Meccanica Lagrangiana ed Hamiltoniana e la capacità di applicare tali metodi all'analisi della dinamica di sistemi di punti materiali e corpi rigidi. Ci si attende che lo studente sviluppi una capacità di analisi quantitativa di tali sistemi tramite la quale sia in grado di determinarne l'evoluzione dinamica attraverso le tecniche matematiche oppure i metodi di approssimazioni studiati durante il corso.

Prerequisiti

Formulazione elementare della dinamica di Newton per sistemi di punti materiali e corpi rigidi, leggi di conservazione della quantità di moto, del momento angolare e dell'energia meccanica.

Metodi didattici	Lezioni frontali con argomenti di teoria e coinvolgimento di tutti gli studenti nelle esercitazioni. Nelle esercitazioni gli studenti sono invitati a partecipare anche svolgendo esercizi alla lavagna.
Altre informazioni	Materiale e' reperibile sul sito del docente: https://sites.google.com/site/franzosiwp
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esame finale scritto e orale consistente nella risoluzione di problemi Lagrangiani ed Hamiltoniani atti a verificare la capacità dello studente di applicare i metodi della Meccanica Lagrangiana ed Hamiltoniana all'analisi quantitativa di sistemi fisici classici.
Programma esteso	<p>Meccanica Newtoniana.</p> <p>Meccanica Lagrangiana. Vincoli olonomi, anolonomi, scleronomi, reonomi, lisci e scabri. Coordinate lagrangiane. Principio di d'Alembert.</p> <p>Equazioni di Lagrange. Proprietà delle equazioni di Lagrange.</p> <p>Principi variazionali. Spazio delle configurazioni. Azione. Principio di Hamilton. Principi variazionali in altri contesti. Geodetica del piano e geodetica della sfera. Equazione della catenaria. Equazione della brachistocrona. Equazione geodetica.</p> <p>Geometrizzazione della dinamica. Metrica di Jacobi. Principio di Maupertuis.</p> <p>Leggi di conservazione. Conservazione dell'energia. Impulso totale. Coordinate cicliche. Momento coniugato ad una coordinata generalizzata. Integrazioni per quadrature delle equazioni del moto per sistemi unidimensionali. Calcolo del periodo.</p> <p>Moto in un campo di forze centrali, problema dei due corpi. Seconda legge di Keplero.</p> <p>Problema di Keplero. Condizione per orbite chiuse: Teorema di Bertrand. Vettore di Lenz, tipi di orbite. Prima legge di Keplero. Terza legge di Keplero.</p> <p>Trasformazioni di coordinate. Invarianza delle equazioni di Lagrange, Invarianza in valore di L. Invarianza sotto trasformazioni (infinitesime) continue: Teorema di Noether. Eliminazione di coordinate cicliche: procedura di Routh.</p> <p>Piccole oscillazioni. Procedimento per il caso generale.</p> <p>Cinematica del corpo rigido. Rotazioni in 2 e 3 dimensioni spaziali. Rotazioni proprie.</p>

Teorema di Eulero.
Angoli di Eulero.
Derivata temporale di un vettore rispetto a sistemi ruotanti.

Dinamica del corpo rigido.
Equazioni di Eulero.
Elissoide d'inerzia.
Trottola simmetrica con un punto fisso: Precessione e nutazione.

Formulazione Hamiltoniana della dinamica.
Trasformata di Legendre.
Hamiltoniana.
Equazioni del moto di Hamilton.
Spazio delle fasi.
Coordinate cicliche.
Parentesi di Poisson.
Integrale del moto.
Teorema di Jacobi-Poisson.

Trasformazioni canoniche.
Trasformazioni canoniche.
Seconda forma del Principio di Hamilton.
Funzioni generatrici delle trasformazioni canoniche.
Variabili azione-angolo.
Trasformazioni canoniche infinitesime.
Evoluzione temporale come trasformazione canonica.
Trasformazione simplettica.
Invarianza del volume dello spazio delle fase.
Teorema di Liouville.
Teoria di Hamilton-Jacobi ed equazione di Hamilton-Jacobi.

Densità lagrangiana.
Dai sistemi discreti ai continui.



Testi in inglese

Italian

Newtonian Mechanics.
Lagrangian Mechanics.
Lagrange's equations of motion.
Variational principles.
Geometrization of the dynamics.
Conservation laws.
Central force motion.
Kepler's problem.
Coordinates transformation.
Small oscillations.
Kinematics of the rigid body.
Rigid body dynamics.
Hamiltonian formulation of the dynamics.
Canonical transformation.
Hamilton-Jacobi theory.
Lagrangian density.

H. Goldstein, C. Poole, J. Safko: Meccanica Classica, Zanichelli, Bologna I, 2005

L.N: Hand, J.D Finch: Analytical Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge UK, 1998

The target is to provide a thorough knowledge of the fundamentals of Lagrangian and Hamiltonian Mechanics and the ability to apply such formalisms to the analysis of the dynamics of pointlike masses and rigid

bodies systems.

One expect that a student will be able to performe a quantitative analysis of such systems by which he/her will be able to determine their dynamical evolution according to mathematical techniques and approximate methods studied in this course.

Elementary formulation of Newton dynamics for systems of mass points and rigis bodies; linear momentum, angular momentum and mechanical energy conservation laws.

Lectures and exercise classes. All the students are involved during the resolution of exercises. During the exercises classes the students are invited to collaborating at the blackboard.

Please find educational material at the theacher's webpage:
<https://sites.google.com/site/franzosiwp>

Final written and oral exams consisting in the solution of Lagrangian and Hamiltonian problems by which is verified the ability of the student in using the methods of the Lagrangian and Hamiltonian Mechanics for the quantitative analysis of classical systems.

Newtonian Mechanics.

Lagrangian Mechanics.

Constraints.

Lagrangian coordinates.

d'Alembert's principle.

Lagrange's equations of motion.

Properties of the Lagrange's equations.

Variational principles.

Configuration space.

Action.

Hamilton's action principle.

The role of the variational principles in other fields.

Geodesic on a pian and geodesic on a sphere.

Catenary equation.

Brachistochrone equation.

Geodesic equation.

Geometrization of the dynamics.

Jacobi metrics.

Maupertuis's principle.

Conservation laws.

Energy conservation.

Total momentum conservation.

Cyclic coordinates.

Momentum conjugate to a generalized coordinates.

Integration by quadrature of the equations of motion for one dimensional systems.

Period.

Central force motion.

Kepler's second law.

Kepler's problem.

Closed trajectories: Bertrand's theorem.

Lenz vector, trajectories.

Kepler's first law.

Kepler's third law.

Coordinates transformation.

Invariance of the Lagrange's equation,

Invariance of L in value.

Invariance for continuous infinitesimal trasformarmations continue:

Noether's theorem.

Eliminating cyclic coordinates: the Routh procedure.

Small oscillations.

Procedure in the general case.

kinematics of the rigid body.

Rotations in 2 and 3 spatial dimensions.

Proper rotations.

Euler's theorem.

Euler's angles.

Rate of change of a vector respect to a rotating frame.

Rigid body dynamics.

Euler's equations.

Inertia ellipsoid.

The heavy symmetrical top with one fixed point: Precession e nutation.

Hamiltonian formulation of the dynamics.

Legendre transformation.

Hamiltonian.

Hamilton's equation of motion.

Phase-space.

Cyclic coordinates.

Poisson brackets.

Integrals of motion.

Jacobi-Poisson theorem.

Canonical transformation.

Canonical transformations.

Second form of the Hamilton's principle.

Generating canonical transformation functions.

Action-angle variables.

Infinitesimal canonical transformations.

Time evolution as canonical transformation.

symplectic transformation.

Invariance of the volume of the phase-space.

Liouville's theorem.

Hamilton-Jacobi theory and Hamilton-Jacobi equation.

Lagrangian density.

From a discrete to a continuous system.