

# Testi del Syllabus

Resp. Did. **VUK ELENA** **Matricola: 001695**

Docente **VUK ELENA, 9 CFU**

Anno offerta: **2021/2022**

Insegnamento: **702819 - MECCANICA RAZIONALE**

Corso di studio: **05731 - INGEGNERIA CIVILE**

Anno regolamento: **2020**

CFU: **9**

Settore: **MAT/07**

Tipo Attività: **A - Base**

Anno corso: **2**

Periodo: **secondo semestre**



## Testi in italiano

<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Contenuti</b>	<p>Il corso ha durata di un semestre accademico e prevede sia lezioni teoriche che esercitazioni.</p> <p>Gli argomenti del corso sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Cinematica dei sistemi materiali e moti relativi.</li><li>Principi ed equazioni fondamentali della dinamica.</li><li>Geometria delle masse e grandezze cinetiche.</li><li>Equazioni cardinali della meccanica dei sistemi rigidi e articolati.</li><li>Meccanica analitica.</li><li>Stabilità dell'equilibrio e piccole oscillazioni.</li></ul>
<b>Libri di testo/Libri consigliati (vedere "?" al fine dell'acquisizione dei libri allo SBA)</b>	<p>M. FABRIZIO, Elementi di Meccanica Classica, Zanichelli, Bologna, 2002, 8808088855.</p> <p>L. BARLETTI, G. FROSALI, Meccanica razionale per l'ingegneria, Esculapio, Bologna, 2015, 978-88-9385-216-6.</p> <p>F. BRINI, A. MURACCHINI, T. RUGGERI, L. SECCIA, Esercizi e Temi d'esame di Meccanica Razionale, Società Editrice Esculapio, Bologna, 2019, V ediz. 9788893851183</p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Il corso è rivolto a studenti del secondo anno ed illustra i modelli matematici atti ad interpretare e descrivere un ampio spettro di fenomeni relativi al moto dei sistemi materiali vincolati, rigidi ed articolati. Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito e compreso i risultati fondamentali della disciplina e di saperli applicare nella risoluzione di problemi di base.</p>
<b>Prerequisiti</b>	<p>E' obbligatorio aver sostenuto i seguenti esami: Analisi I, Algebra e Geometria, Fisica I.</p> <p>E' consigliato aver sostenuto l'esame di Analisi II.</p>
<b>Metodi didattici</b>	<p>Lezioni frontali e sessioni di esercitazione tramite l'utilizzo di lavagna con gesso e videoproiettore.</p>

## Altre informazioni

Avvisi relativi al corso, dispense e temi d'esame degli anni precedenti sono reperibili sul sito personale del docente: <http://elena-vuk.unibs.it>

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevede una prova scritta ed una prova orale da sostenere nel medesimo appello.

La prova scritta consiste in esercizi a risposta aperta relativi agli argomenti del corso.

L'ammissione alla prova orale avviene con punteggio non inferiore a 16/30.

La successiva prova orale verte sui fondamenti teorici dell'insegnamento.

La valutazione delle prove terrà conto della correttezza delle procedure illustrate, del loro rigore logico e metodologico e dell'efficacia e correttezza espositiva, valorizzando l'assimilazione dei concetti e la loro rielaborazione personale da parte dello studente.

## Programma esteso

### 1. Cinematica dei sistemi materiali e moti relativi

Moto di un punto: velocità ed accelerazione. Moti particolari (piano, centrale, elicoidale). Vincoli e sistemi olonomi. Cinematica dei sistemi rigidi. Angoli di Eulero. Atto di moto rigido. Formule di Poisson. Teorema di Mozzi con applicazioni. Cinematica dei moti relativi. Moti rigidi piani con esempi. Traiettorie polari: base e rulletta. Moto di un corpo rigido con punto fisso: coni di Poincaré. Moti di precessione regolare.

### 2. Principi ed equazioni fondamentali

Massa, forza e leggi di Newton. Proprietà dei sistemi inerziali. Forze costitutive e lavoro. Forze conservative e potenziali. Equazioni differenziali del moto e Principio delle Reazioni Vincolari. Teoremi della quantità di moto, del momento della quantità di moto e delle forze vive. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Integrali primi del moto.

### 3. Geometria delle masse e grandezze cinetiche

Nozioni elementari sui vettori applicati (vettore risultante, momento risultante, invariante scalare, equivalenza e riducibilità dei sistemi di vettori applicati, asse centrale, sistemi piani e paralleli, centro dei sistemi paralleli). Baricentri e loro proprietà. Espressione della quantità di moto. Teoremi di Koenig per l'energia cinetica e per il momento della quantità di moto. Espressione dell'energia cinetica e del momento della quantità di moto per un corpo rigido con un punto fisso: momenti d'inerzia e matrice d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner.

### 4. Equazioni cardinali

Equazioni cardinali per sistemi materiali rigidi. Caratterizzazione delle reazioni di alcuni vincoli (appoggio, cerniera sferica e cilindrica, incastro). Statica dei corpi rigidi con applicazioni: corpo rigido con asse fisso, con punto fisso ed appoggiato ad una superficie. Sistemi di più corpi rigidi: svincolamento statico. Dinamica dei sistemi materiali rigidi con applicazioni: moto di un corpo rigido con asse fisso e con punto fisso. Moto alla Poincaré.

### 5. Meccanica analitica

Relazione simbolica della dinamica e Principio di D'Alembert. Relazione simbolica della statica e Principio dei Lavori Virtuali. Condizioni di equilibrio per un sistema olonomo: posizioni di equilibrio ordinarie e di confine. Equazioni di Lagrange per sistemi olonomi. Sistemi olonomi conservativi e funzione di Lagrange. Integrali primi lagrangiani. Diagrammi di fase per sistemi ad un grado di libertà.

### 6. Stabilità dell'equilibrio e piccole oscillazioni

Definizione di stabilità per un sistema olonomo. Primo e secondo metodo di Lyapunov. Teoremi di Dirichlet-Lagrange e di Lyapunov per la stabilità

dei sistemi olonomi conservativi. Piccole oscillazioni attorno ad una posizione di equilibrio stabile. Analisi della stabilità in funzione di un parametro (fenomeni di biforcazione).



## Testi in inglese

<b>Teaching language</b>	Italian language
<b>Content</b>	<p>This course consists of two parts: theoretical lectures and applied ones (including examples and exercises).</p> <p>Program:</p> <p>Kinematics. Principles and fundamental laws. Geometry of masses. Statics and Dynamics of constrained material bodies. Canonical mechanics and qualitative dynamics.</p>
<b>Recommended Bibliography</b>	<p>M. FABRIZIO, Elementi di Meccanica Classica, Zanichelli, Bologna, 2002, 8808088855.</p> <p>L. BARLETTI, G. FROSALI, Meccanica razionale per l'ingegneria, Esculapio, Bologna, 2015, 978-88-9385-216-6.</p> <p>F. BRINI, A. MURACCHINI, T. RUGGERI, L. SECCIA, Esercizi e Temi d'esame di Meccanica Razionale, Società Editrice Esculapio, Bologna, 2019, V ediz. 9788893851183</p>
<b>Educational Goals</b>	<p>This course is a calculus-based introduction to classical mechanics with emphasis on the modeling of physical phenomena by means of deterministic systems and basic mathematical methods and models. The student must demonstrate to have acquired and understood the fundamental results of the discipline and to know how to apply them in solving basic problems.</p>
<b>Preliminary Requirements</b>	<p>It is required to have passed the following exams: Calculus I, Algebra and Geometry, Physics I.</p> <p>It is recommended to have passed the exam of Calculus II.</p>
<b>Teaching Methods</b>	Lectures and training sessions using chalkboard and video projector.
<b>Other Information</b>	Notices, lecture notes and exam topics from previous years can be found on the teacher's personal website: <a href="http://elena-vuk.unibs">http://elena-vuk.unibs</a> .
<b>Assessment Methods</b>	<p>The exam includes a written test and an oral examination to be supported in the same exam session.</p> <p>The written test consists of open answer exercises related to the course topics.</p> <p>Admission to the oral examination takes place with a score not lower than 16/30.</p> <p>The next oral examination focuses on the theoretical foundations of teaching.</p> <p>The evaluation will take into account the correctness of the procedures illustrated, their logical and methodological rigor and the effectiveness and correctness of the exposition, enhancing the assimilation of the concepts and their personal re-elaboration by the student.</p>
<b>Extended Syllabus</b>	<p>1. Kinematics</p> <p>Motion, velocity and acceleration of a point particle: central, plane and helical motions. Holonomic constraints and systems of particles. Kinematics of rigid bodies: Poisson's formula and Mozzi's theorem. Relative motions. Plane rigid motions. Rigid motion around a fixed point.</p>

Poinsot's cones and regular precession.

## 2. Principles and fundamental laws

Mass, force, and Newton's laws. Inertial frames and Galilei transformations. Typical force fields: constitutive, impressed, and reference-induced forces. Gravitational force and weight. The Principle of virtual work for reactions of constraints. The principle of mechanical energy conservation. Conservative force fields and potentials.

## 3. Geometry of masses

Properties of applied vectors. Properties of the center-of-mass. The balance principles of linear and angular momentum. The kinetic energy balance. Koenig's theorems for kinetic energy and angular momentum. Kinetic energy and angular momentum of a rigid body. Properties of the inertia tensor. Huygens-Steiner's theorem.

## 4. Statics and Dynamics of constrained material bodies

Statics of constrained rigid bodies. Dynamics of constrained material bodies. Equations of motion of a rigid body spinning around a fixed axis, or a fixed point. Poinsot's motion.

## 5. Canonical mechanics and qualitative dynamics

D'Alembert's principle. Statics and dynamics of holonomic systems. Lagrange equations. Lyapunov stability and instability of equilibrium positions. The Lyapunov function method. Lagrange-Dirichlet theorem. Linearization in the neighborhood of a stable equilibrium position.