

## Syllabus

### Course description

<b>Course title</b>	<b>Rational Mechanics</b>
<b>Course code</b>	42148
<b>Scientific sector</b>	MAT/07
<b>Degree</b>	Industrial and Mechanical Engineering
<b>Semester</b>	1°
<b>Year</b>	2°
<b>Academic year</b>	2020/21
<b>Credits</b>	6
<b>Modular</b>	<i>no</i>

<b>Total lecturing hours</b>	36
<b>Total lab hours</b>	
<b>Total exercise hours</b>	24
<b>Attendance</b>	Suggested
<b>Prerequisites</b>	Even if there are no compulsorily preliminary courses, the knowledge is strongly recommended of the content of the courses of Geometry, Mathematical Analysis I and Mathematical Analysis II.
<b>Course page</b>	

<b>Specific educational objectives</b>	<p>The course belongs to the “area di apprendimento di base”, and more specifically to the scientific area of mathematics, informatics, statistics.</p> <p>The course is offered within the Mechanical Engineering branch. In this branch, it is a core course.</p> <p>The course gives a general overview of scientific contents.</p> <p>The educational objectives of the course consist in providing both the formulation and an analytical investigation of mathematical models of some classical problems, focusing in particular on their dynamics. According to its name, Rational Mechanics provides a rigorous definition and systematization of that part of physics which studies the motion of bodies and systems. More specifically, the analytical approach of RM, which employs for the description and the study of physical problems, concepts and tools from geometry and mathematical analysis, is highly significant: through the construction and the analytical investigation of models, it combines a theoretical approach with a description of systems of interest in mechanical engineering. The RM course constitutes a link between the topics and tools learned in the basic mathematical courses and the professional and applicative courses characterizing the education of an engineer.</p>
--	--

<b>Module 1</b>	
-----------------	--

<b>Lecturer</b>	Prof. Maria Letizia Bertotti Building K, Room 2.12, e-mail: <a href="mailto:MariaLetizia.Bertotti@unibz.it">MariaLetizia.Bertotti@unibz.it</a> , tel. 0471 017130, <a href="http://www.unibz.it/en/sciencetechnology/people/StaffDetails.html?personid=26965&amp;hstf=26965">http://www.unibz.it/en/sciencetechnology/people/StaffDetails.html?personid=26965&amp;hstf=26965</a>
<b>Scientific sector of the lecturer</b>	MAT/07
<b>Teaching language</b>	Italian
<b>Office hours</b>	By appointment
<b>Teaching assistant (if any)</b>	
<b>Office hours</b>	
<b>List of topics covered</b>	Kinematics issues: space and time, velocity and acceleration, curves and the Frenet frame, kinematics of central motions, radial and transverse acceleration, relative motion, the vector angular velocity, rotations and rotation matrices, Euler angles. Newton laws. Active and reactive forces. Dynamics of a (free and constrained) material point. Motion of a free point in a central field. Dynamics of a system composed by a finite number of material points. The laws of mechanics. Mechanical quantities. Inertia tensor. Inertia principal axes. Linear and angular momentum equations. Dynamics of the rigid body (free, with a fixed point, with a fixed axis). Permanent rotations and their stability. Precessional motion. Holonomic systems. Ideal constraints. Lagrange equations. Equilibrium, stability. Elements of qualitative analysis.
<b>Teaching format</b>	Frontal lectures and exercises.
<b>Learning outcomes</b>	<p><b>Knowledge and understanding</b></p> <p>1. Knowledge and understanding of the laws of classical mechanics and their translation into differential equations governing the motion of systems of material points, of the rigid body, of holonomic systems.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding</b></p> <p>2. Ability in calculating mechanical quantities such as e.g. the kinetic energy, the linear and the angular momentum (with respect to a given point) of a rigid body, the kinetic energy of an holonomic system. Ability in writing down the differential equations describing the evolution in time of a mechanical system; ability in finding equilibrium solutions and in studying their stability/instability properties.</p> <p><b>Making judgements</b></p> <p>3. Ability to describe analytically and through suitable mathematical tools mechanical systems of interest in engineering.</p> <p><b>Communication skills</b></p> <p>4. Ability to answer theoretical questions and to</p>

	<p>report on calculations in the exercises in a clear and effective way.</p> <p><b>Learning skills</b></p> <p>5. Ability to autonomously extend the knowledge acquired through the study of classical mechanics to treat cases in which new models are to be introduced and formulated by means of differential equations.</p>
<p><b>Assessment</b></p>	<p>Written exam consisting in exercises containing specific questions and one or more theoretical questions relative to topics in the program. The student receives a form (a folded A3 sheet of paper, with four pages) prepared by the lecturer, on which reporting, for every exercise, both the theoretical formulae or arguing which justify the choice of the methods and tools employed by the student and the calculations which lead to the final result. This allows an assessment of the knowledge and understanding of the course issues, as well as the ability to apply the acquired knowledge and understanding and the “making judgements”, this last being valuable based on the choice of suitable solving methods and on the answer to theoretical questions. The clarity and completeness of the description allows and evaluation of communication skills. Altogether, the way how the written examination is worked out allows to assess the learning skills of the student.</p> <p>If it will still be impossible organizing exams in presence, the exam will be oral (written-oral with a online whiteboard).</p>
<p><b>Assessment language</b></p>	<p>Italian</p>
<p><b>Evaluation criteria and criteria for awarding marks</b></p>	<p>The evaluation is expressed through a unique mark. For the exam to be passed, the mark has to be greater or equal to 18/30.</p> <p>Relevant for assessment are: the identification of a suitable solution method, the knowledge about which formulae and/or tools to apply and/or use, the logic and clarity of the arguing, the ability to correctly complete exercises, the number of exercises solved and the way how theoretical questions are answered.</p>
<p><b>Required readings</b></p>	<p>M.L. Bertotti &amp; G. Modanese, <i>Elementi di meccanica razionale. Una prospettiva dinamica</i>, Edizioni Scientifiche Italiane (2015).</p>
<p><b>Supplementary readings</b></p>	<p>C. Cercignani, <i>Spazio, tempo, movimento. Introduzione alla meccanica razionale</i>, Zanichelli, Bologna;  per gli esercizi: F. Bampi, M. Benati, A. Morro. <i>Problemi di meccanica razionale</i>, ECIG, Genova.</p>

## Syllabus

### Descrizione del corso

<b>Titolo del corso</b>	<b>Meccanica Razionale</b>
<b>Codice del corso</b>	42148
<b>Settore scientifico disciplinare del corso</b>	MAT/07
<b>Corso di studio</b>	Ingegneria Industriale Meccanica
<b>Semestre</b>	1°
<b>Anno del corso</b>	2°
<b>Anno accademico</b>	2020/21
<b>Crediti formativi</b>	6
<b>Modulare</b>	<i>no</i>
<b>Numero totale di ore di lezione</b>	36
<b>Numero totale di ore di laboratorio</b>	
<b>Numero totale di ore di esercitazioni</b>	24
<b>Frequenza</b>	Consigliata
<b>Corsi propedeutici</b>	Anche se non ci sono propedeuticità formali, è fortemente raccomandata la conoscenza dei contenuti di Geometria, Analisi Matematica I e Analisi Matematica II
<b>Sito web del corso</b>	
<b>Obiettivi formativi specifici del corso</b>	<p>Il corso appartiene all'area di apprendimento di base e, nello specifico, all'ambito disciplinare della matematica, informatica, statistica.</p> <p>Il corso si colloca nell'indirizzo propedeutico. Per tale indirizzo, il corso è obbligatorio.</p> <p>L'obiettivo del corso è di assicurare agli studenti una adeguata padronanza di contenuti e metodi scientifici generali.</p> <p>Il corso si pone come obiettivo disciplinare quello di fornire esempi classici di formulazione e studio analitico di modelli matematici, con particolare attenzione a problemi di dinamica. Più specificamente, come il nome stesso dell'insegnamento suggerisce, la Meccanica Razionale tratta una definizione e sistematizzazione razionale di quella branca della fisica che studia il movimento di corpi e sistemi. L'approccio rigoroso della MR, che si vale, nella descrizione ed investigazione dei problemi, di concetti ed</p>

	<p>argomenti appresi nei corsi di Geometria e di Analisi Matematica I e II, ha una forte valenza culturale proprio perché, mediante la costruzione e lo studio analitico di modelli, integra un approccio formale con la descrizione di sistemi di interesse nella ingegneria meccanica. In questo senso il corso di MR rappresenta un anello di congiunzione fra gli insegnamenti di base di matematica e gli insegnamenti di carattere ingegneristico e prettamente applicativo.</p>
<b>Docente</b>	<p>Prof. Maria Letizia Bertotti,  Palazzo K, Stanza 2.12,  e-mail: <a href="mailto:MariaLetizia.Bertotti@unibz.it">MariaLetizia.Bertotti@unibz.it</a>,  tel. 0471 017130,  <a href="http://www.unibz.it/en/sciencetechnology/people/StaffDetails.html?personid=26965&amp;hstf=26965">http://www.unibz.it/en/sciencetechnology/people/StaffDetails.html?personid=26965&amp;hstf=26965</a></p>
<b>Settore scientifico disciplinare del docente</b>	MAT/07
<b>Lingua ufficiale del corso</b>	Italiano
<b>Orario di ricevimento</b>	Su appuntamento
<b>Collaboratore didattico (se previsto)</b>	
<b>Orario di ricevimento</b>	
<b>Lista degli argomenti trattati</b>	<p>Elementi di cinematica: spazio e tempo, velocità ed accelerazione, curve e terna di Frenet, cinematica dei moti centrali, accelerazione radiale e trasversa, moti relativi, il vettore velocità angolare, rotazioni e matrici di rotazione, angoli di Eulero. Leggi di Newton. Forze attive e reattive. Dinamica del punto materiale (libero e vincolato). Moto di un punto libero in un campo di forze centrali. Dinamica di un sistema di punti materiali. Le leggi generali della meccanica. Quantità meccaniche. Tensore d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Equazioni cardinali. Dinamica del corpo rigido (libero, con un punto fisso, con un asse fisso). Rotazioni permanenti e loro stabilità. Moti di precessione. Sistemi olonomi. Vincoli ideali. Equazioni di Lagrange. Integrali primi. Equilibrio, stabilità. Elementi di analisi qualitativa.</p>
<b>Attività didattiche previste</b>	Lezioni frontali ed esercitazioni.
<b>Risultati di apprendimento attesi</b>	<p><b>Conoscenza e comprensione</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoscenza e comprensione delle leggi che governano la meccanica classica e della loro traduzione in equazioni differenziali che descrivono la dinamica di sistemi di punti materiali, del corpo rigido, di sistemi olonomi.</li> </ol> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Saper calcolare quantità meccaniche quali ad esempio l'energia cinetica, la quantità di moto, il momento (rispetto ad un dato punto) della quantità di moto di</li> </ol>

	<p>un corpo rigido, l'energia cinetica di un sistema olonomo. Saper scrivere le equazioni differenziali che governano il moto di una sistema meccanico; saperne trovare le soluzioni di equilibrio e saperne studiare le proprietà di stabilità/instabilità.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b></p> <p>3. Essere in grado di descrivere con una corretta rappresentazione analitica e con adeguati metodi matematici sistemi meccanici di interesse ingegneristico.</p> <p><b>Capacità di comunicazione</b></p> <p>4. Capacità di presentare l'elaborato e i calcoli negli esercizi in esso contenuti in modo chiaro e ben strutturato.</p> <p><b>Capacità di apprendimento</b></p> <p>5. Capacità di estensione ad ambiti nei quali si introducono e si formulano mediante equazioni differenziali nuovi modelli, acquisita grazie alla esperienza nello studio della meccanica classica.</p>
<p><b>Metodo d'esame</b></p>	<p>Esame scritto consistente nella soluzione di esercizi contenenti domande specifiche e una o più domande teoriche relative a punti del programma. Il compito viene svolto su un modulo prestampato preparato dal docente (un foglio A3 piegato in due, con quattro pagine) e deve contenere per ogni esercizio sia i richiami della teoria che giustifica la scelta del metodo e delle tecniche impiegate dallo studente che lo svolgimento dei calcoli che portano al risultato finale. Ciò consente di verificare il conseguimento della conoscenza e comprensione degli argomenti del corso, come anche la capacità di applicare la conoscenza e la comprensione maturate e l'"autonomia di giudizio", quest'ultima valutabile in base alla scelta dei metodi di soluzione ed alla risposta a domande teoriche. La chiarezza e la completezza dell'elaborato permette la valutazione della capacità di comunicazione. Nel complesso, il modo in cui il compito scritto viene svolto permette di valutare la capacità di apprendimento dello studente.</p> <p>Se persiste la impossibilità di esami in presenza, l'esame avverrà in forma orale (orale-scritto con lavagna online).</p>
<p><b>Lingua dell'esame</b></p>	<p>Italiano</p>
<p><b>Criteri di misurazione e criteri di attribuzione del voto</b></p>	<p>La valutazione è espressa mediante un unico voto. Affinché l'esame sia superato, il voto deve essere maggiore o uguale a 18/30.</p> <p>Sono rilevanti ai fini della valutazione: la scelta di un adeguato metodo di soluzione degli esercizi proposti, la conoscenza delle formule e/o strumenti da applicare e/o</p>

	impiegare, la logica e la chiarezza del lo svolgimento, la capacità di completare correttamente gli esercizi, il numero di esercizi risolti e la trattazione di eventuali domande teoriche.
<b>Bibliografia fondamentale</b>	M.L. Bertotti & G. Modanese, <i>Elementi di meccanica razionale. Una prospettiva dinamica</i> , Edizioni Scientifiche Italiane (2015).
<b>Bibliografia consigliata</b>	C. Cercignani, <i>Spazio, tempo, movimento. Introduzione alla meccanica razionale</i> , Zanichelli, Bologna; per gli esercizi: F. Bampi, M. Benati, A. Morro. <i>Problemi di meccanica razionale</i> , ECIG, Genova.