



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

**Insegnamenti 1° anno di corso (A.A. 2022/2023)**

<b>Esame</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>TAF*</b>	<b>Tipologia CFU</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>SEM</b>
1	Matematica 1 Mod. A	MAT/05	A	LEZ (6)- ESE (3)	9	72	I
1	Metodi Elaborazione Dati	FIS/01	A	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	I
	Fisica 1 Mod. A	FIS/01	A	LEZ (6)- ESE (2)	8	60	I
	Lingua Inglese		E		3		I/II
	Laboratorio 1 Mod A	FIS/01	A	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	I
1	Matematica 1 Mod. B	MAT/03	A	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Fisica 1 Mod. B	FIS/01	A	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Laboratorio 1 Mod B	FIS/01	A	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	II
1	Chimica	CHIM/03	A	LEZ (4)- ESE (2)	6	48	II
<b>6</b>		<b>TOT CFU 1° anno</b>			<b>58</b>		



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATTA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

**Insegnamenti 2° anno di corso - A.A. 2023/2024**

Esame	Insegnamento	SSD	TAF*	Tipologia CFU	CFU	Ore	SEM
1	Matematica 2	MAT/05	A	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	I
	Fisica 2 Mod. A	FIS/01	B	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	I
	Laboratorio 2 Mod. A	FIS/01	B	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	I
1	Fisica 2 Mod. B	FIS/01	B	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Laboratorio 2 Mod. B	FIS/01	B	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	II
1	Metodi Matematici della Fisica	FIS/02	B	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Meccanica Analitica	MAT/07	C	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Fenomeni Ondulatori	FIS/03	C	LEZ (4)- ESE (2)	6	48	II
	Machine Learning	INF/01					
	Fondamenti di Elettronica	FIS/01					
	Fisica Applicata	FIS/07					
	Chimica Organica	CHIM/06					
	Introduzione all'Astrofisica	FIS/05					
Introduzione alla Biofisica	FIS/01						
1	Attività a scelta libera		D		6		II
<b>7</b>		<b>TOT CFU 2° anno</b>			<b>59</b>		



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

**Insegnamenti 3° anno di corso - A.A. 2024/2025**

<b>Esame</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>TAF*</b>	<b>Tipologia CFU</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>SEM</b>
1	Fisica 3	FIS/03	B	LEZ (4)- ESE (2)	6	48	I
	Istituzioni di Fisica Teorica I	FIS/02	A	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	I
1	Laboratorio di Fisica 3 Mod. A	FIS/03 - FIS/04	B	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	I
1	Matematica 3	MAT/07	C	LEZ (4)- ESE (2)	6	48	I
1	Istituzioni di Fisica Teorica II	FIS/02	B	LEZ (5)- ESE (2)	7	54	II
1	Laboratorio di Fisica 3 Mod. B	FIS/03- FIS/04	B	LEZ (2)- LAB (4)	6	60	II
1	Istituzioni di Fisica Nucleare	FIS/04	B	LEZ (5)- ESE (1)	6	42	II
1	Fisica della Materia	FIS/03	B	LEZ (4)- ESE (2)	6	48	II
	Attività a scelta libera		D		6		I/II
	Stage		F		3		II
	Prova Finale		E		4		II
<b>7</b>		<b>TOT CFU 3° anno</b>			<b>63</b>		



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	CHIMICA	CHEMISTRY
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Il corso intende presentare i fondamenti teorici e sperimentali delle Scienze Chimiche e fornire un'introduzione elementare alla descrizione dei fenomeni atomici e molecolari. In particolare, fondamentali sono i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• legame chimico, struttura molecolare e proprietà della materia</li> <li>• relazioni ponderali tra reagenti e prodotti</li> <li>• termodinamica chimica</li> <li>• equilibrio chimico</li> <li>• equilibri ionici in soluzione acquosa</li> <li>• meccanismi di reazione e catalisi</li> </ul> <p>Elementi di chimica inorganica ed organica</p>	<p>The course aims to present the theoretical and experimental foundations of the Chemical Sciences and to provide an elementary introduction to the description of atomic and molecular phenomena. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemical bond, molecular structure and properties of matter</li> <li>• Weight relationships between reagents and products</li> <li>• Chemical thermodynamics</li> <li>• Chemical balance</li> <li>• Ionic equilibria in aqueous solution</li> <li>• Reaction mechanisms and catalysis.</li> </ul> <p>Elements of inorganic and organic chemistry.</p>
<b>Prerequisiti</b>	Matematica di base ed elementi di chimica.	Basic mathematics and elements of chemistry.
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FISICA 1	PHYSICS 1
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>            MODULO A: Fornire agli studenti conoscenze di base sulla dinamica del punto, dei sistemi di punti materiali e dei corpi rigidi. In</p>	<p><b>Learning Goals:</b>            MODULE A: Provide students with basic knowledge about the dynamics of the material point, of systems of material points and of rigid bodies. In</p>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinematica e dinamica del punto</li> <li>• Moti relativi</li> <li>• Dinamica dei sistemi di punti materiali e dei corpi rigidi</li> <li>• Gravitazione</li> </ul> <p>MODULO B: Fornire agli studenti conoscenze di base sulle proprietà meccaniche dei fluidi, su fenomeni ondulatori e sulla termodinamica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamica dei fluidi perfetti e reali</li> <li>• Fenomeni ondulatori</li> <li>• Termodinamica classica ed elementi di termodinamica statistica</li> </ul>	<p>particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematics and dynamics of the material point</li> <li>• Relative motions</li> <li>• Dynamics of material point systems and rigid bodies</li> <li>• Gravitation</li> </ul> <p>MODULE B: Provide students with basic knowledge of the mechanical properties of fluids, wave phenomena and thermodynamics. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamics of perfect and real fluids</li> <li>• Wave phenomena</li> <li>• Classical thermodynamics and elements of statistical thermodynamics</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Elementi di trigonometria, algebra, geometria analitica e analisi matematica.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Elements of trigonometry, algebra, analytical geometry and mathematical analysis.</p>
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	LABORATORIO 1	LABORATORY 1
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>MODULO A: Fornire conoscenze sugli errori di misura delle grandezze fisiche e sulle metodologie di base funzionali all'acquisizione, al trattamento e all'analisi di dati sperimentali. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi, rappresentazione e propagazione delle incertezze</li> <li>• Metodo dei minimi quadrati</li> <li>• Analisi statistica dei dati, distribuzione di Gauss, binomiale e di Poisson</li> <li>• Stimatori</li> </ul>	<p>MODULE A: Provide knowledge on errors performed during measurement of physical quantities and on the basic methodologies used for the acquisition, treatment and analysis of experimental data. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis, representation and propagation of uncertainties</li> <li>• Least squares method</li> <li>• Statistical data analysis; binomial, Gauss and Poisson distribution</li> <li>• Estimators</li> <li>• Chi-square test</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test del chi-quadrato</li> <li>• Caratteristiche e principi di funzionamento degli strumenti di laboratorio</li> </ul> <p>MODULO B: Fornire conoscenze sulle modalità di progettazione e realizzazione di esperimenti basati su argomenti di meccanica, fluidodinamica e termodinamica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di esperimenti di meccanica, fluidodinamica, calorimetria, termometria e termodinamica.</li> </ul> <p>Simulazione al computer di esperimenti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Characteristics and operating principles of laboratory equipments.</li> </ul> <p>MODULE B: Provide knowledge about the design and the execution of experiments based on mechanics, fluid dynamics and thermodynamics. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design, implementation and analysis of experiments of mechanics, fluid dynamics, calorimetry, thermometry and thermodynamics</li> <li>• Computer simulation of experiments.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di base di trigonometria, algebra, geometria analitica e analisi matematica. Conoscenze sulle leggi fondamentali della meccanica e della termodinamica.	Basic knowledge of trigonometry, algebra, analytical geometry and mathematical analysis. Knowledge of the fundamental laws of mechanics and thermodynamics

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MATEMATICA 1A	MATHEMATICS 1A
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Il modulo si propone l'acquisizione dei fondamenti dell'Analisi reale, delle proprietà strutturali degli insiemi numerici e dei concetti di limite e della continuità delle funzioni, del calcolo differenziale ed integrale. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi di topologia in R</li> <li>• Insiemi numerici;</li> <li>• Successioni e Serie Numeriche;</li> </ul>	<p>The module aims to provide the foundations of real Analysis, the structural properties of numerical sets and the concepts of limit and continuity of functions, differential and integral calculus. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of topology in R</li> <li>• Number sets</li> <li>• Sequences and Numerical Series</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funzione di variabile reale e limiti;</li> <li>• Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale;</li> <li>• L'integrale di Riemann per funzioni di una variabile reale;</li> <li>• Equazioni differenziali ordinarie del primo e del secondo ordine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Function of real variable and limits</li> <li>• Differential calculus for functions of a real variable</li> <li>• The Riemann integral for functions of a real variable</li> <li>• Ordinary differential equations of the first and second order</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	I prerequisiti sono quelli richiesti dal CdL per l'accesso al corso di studio e verificati attraverso il test d'ingresso.	I prerequisiti sono quelli richiesti dal CdL per l'accesso al corso di studio e verificati attraverso il test d'ingresso.
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MATEMATICA 1B	MATHEMATICS 1B
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Il modulo si propone l'acquisizione delle conoscenze degli elementi di base dell'Algebra Lineare e le relative applicazioni alla Geometria. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrici e determinanti;</li> <li>• Sistemi di equazioni Lineari;</li> <li>• Spazi e sottospazi vettoriali;</li> <li>• Applicazioni Lineari;</li> <li>• Autovalori, autovettori ed autospazi di un endomorfismo e di una matrice;</li> </ul> <p>Geometria analitica nel piano e nello spazio;</p>	<p>The discipline aims to provide knowledge of the basic elements of Linear Algebra and its applications to Geometry. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrices and determinants</li> <li>• Systems of linear equations</li> <li>• Vector spaces and subspaces</li> <li>• Linear applications</li> <li>• Eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of an endomorphism and of a matrix</li> <li>• Analytical geometry in the plane and in the space</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	I prerequisiti sono quelli richiesti dal CdL per l'accesso al corso di studio e verificati attraverso il test d'ingresso.	The prerequisites are those required for the admission to the CdL and are verified through the corresponding test.



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	METODI ELABORAZIONE DATI	METHODS FOR DATA ANALYSIS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Fornire conoscenze su gli strumenti informatici di base utili nell'ambito della elaborazione dei dati sperimentali. Fornire conoscenze su sistemi operativi e linguaggi di programmazione. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche fondamentali dei sistemi operativi</li> <li>• Diagrammi di flusso ed esempi di algoritmi per la stesura di procedure utili in ambito scientifico</li> <li>• Fondamenti di programmazione in C++</li> <li>• Gestione della memoria e puntatori</li> <li>• Programmazione orientata agli oggetti</li> <li>• Analisi dati, rappresentazione e procedure di regressione</li> <li>• Introduzione ai linguaggi pseudo-compilati</li> <li>• Introduzione ai linguaggi orientati anche alla elaborazione di segnali e immagini</li> </ul>	<p>Provide knowledge on basic IT tools that are useful in the field of experimental data processing. Provide knowledge on operating systems and programming languages. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Key features of operating systems</li> <li>• Flow charts and examples of algorithms for the design of useful procedures within the corresponding scientific field</li> <li>• Memory management and pointers</li> <li>• Object-oriented programming</li> <li>• Data analysis, representation and regression procedures</li> <li>• Introduction to pseudo-compiled languages</li> <li>• Introduction to languages that are also oriented to the processing of signals and images</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di matematica di base e logica matematica.	Basic knowledge of mathematics and mathematical logic.

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	CHIMICA ORGANICA	ORGANIC CHEMISTRY
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	Fornire conoscenze di base sulla nomenclatura e la rappresentazione	Provide a basic knowledge of the nomenclature and the three-dimensional



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	tridimensionale delle molecole organiche. Riconoscere le proprietà e la reattività dei diversi gruppi funzionali. Identificare le classi dei principali composti organici, ivi incluse le biomolecole, e conoscerne i più comuni metodi di preparazione.	representation of organic molecules. Recognize properties and reactivity of functional groups. Identify the different classes of organic compounds, including biomolecules, and being familiar with the most common preparation methods.
<b>Prerequisiti</b>	Concetti di base di chimica generale.	Basic concepts of general chemistry.
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FENOMENI ONDULATORI	WAVE PHENOMENA
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire conoscenza dei fenomeni ondulatori, delle loro proprietà generali e di alcuni essenziali strumenti matematici. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fenomeni periodici: battimenti, oscillazioni libere, smorzate e forzate. Fenomeni transitori</li> <li>• onde meccaniche, longitudinali e trasverse.</li> <li>• onde elettromagnetiche: sorgenti, propagazione e diffusione. Interferenza e diffrazione</li> <li>• l'occhio nel processo della visione. Percezione visiva.</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>  To provide knowledge of wave phenomena, of their general properties and of some essential mathematical tools. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• periodic phenomena: beats; free, damped and forced oscillations. Transient phenomena;</li> <li>• mechanical, longitudinal and transverse waves;</li> <li>• electromagnetic waves: sources, propagation and diffusion. Interference and diffraction;</li> <li>• the eye in the vision process. Visual perception.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Concetti fondamentali di matematica e di fisica generale.	Basic concepts of mathematics and general physics.
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FISICA 2	PHYSICS 2
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>MODULO A: Fornire agli studenti conoscenze che stanno alla base dei fenomeni dell'elettrostatica, della magnetostatica, delle proprietà dielettriche e magnetiche della materia. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo e potenziale elettrostatico</li> <li>• Conduttori e dielettrici</li> <li>• Sorgenti e campo magnetico</li> <li>• Proprietà magnetiche della materia</li> <li>• Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, oscillazioni elettriche</li> </ul> <p>MODULO B: Fornire agli studenti conoscenze di base su onde elettromagnetiche, ottica geometrica e ondulatoria. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onde elettromagnetiche</li> <li>• Riflessione e rifrazione delle onde</li> <li>• Ottica fisica</li> <li>• Ottica geometrica</li> </ul>	<p>MODULE A: Provide students with knowledge that underlies the phenomena of electrostatics, magnetostatics, dielectric and magnetic properties of matter. In particular, the following topics are fundamental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Field and electrostatic potential</li> <li>• Conductors and dielectrics</li> <li>• Sources and magnetic field</li> <li>• Magnetic properties of matter</li> <li>• Electrical and magnetic fields varying over time, electrical oscillations</li> </ul> <p>MODULE B: Provide students with basic knowledge about electromagnetic waves, geometric and wave optics. In particular, the following topics are fundamental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromagnetic waves</li> <li>• Reflection and refraction of the waves</li> <li>• Physical optics</li> <li>• Geometric optics</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze sulla dinamica, sulla meccanica dei fluidi, su fenomeni ondulatori e sulla termodinamica.	Knowledge of dynamics, fluid mechanics, wave phenomena and thermodynamics.

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FISICA APPLICATA	APPLIED PHYSICS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	L'insegnamento si propone da una parte di integrare le conoscenze acquisite nel percorso formativo del corso di laurea in fisica, fornendo quelle conoscenze della fisica applicata principalmente nel contesto	The course aims on the one hand to integrate the previously acquired knowledge in physics, providing knowledge of applied physics mainly within the context of biology and medicine and to a lesser extent in the



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>della biologia e della medicina e in misura minore nell'ambito dei beni culturali ed ambientali. Nello stesso tempo il corso fornirà agli studenti una utile base di partenza per la comprensione degli argomenti propri di un percorso formativo di livello superiore.</p> <p>In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattazione da un punto di vista teorico e sperimentale/applicativo delle principali metodologie applicate al campo della biofisica e della fisica sanitaria.</li> <li>• Trattazione da un punto di vista teorico e sperimentale/applicativo delle principali metodologie applicate al campo dei beni culturali e d ambientali.</li> </ul>	<p>field of cultural and environmental heritage. On the other hand, the course will provide students with a useful starting point for understanding the topics of a higher level course.</p> <p>In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treatment from both a theoretical and experimental/application point of view of the main methodologies applied to the field of biophysics and health physics.</li> <li>• Treatment from both a theoretical and experimental/application point of view of the main methodologies applied to the field of cultural and environmental heritage.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Adeguata conoscenza della Fisica di Base, dell'Analisi Matematica, della Geometria e dell'Algebra lineare insieme alle nozioni di base della Chimica.	Adequate knowledge of Physics, Mathematical Analysis, Geometry and Linear Algebra together with the basic notions of Chemistry.

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FONDAMENTI DI ELETTRONICA	FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Fornire conoscenza e comprensione del meccanismo di funzionamento dei dispositivi elettronici a semiconduttori (diodo e transistor) e delle leggi che regolano il funzionamento dei circuiti elettronici. Esperienze di simulazione di funzionamento di circuiti. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reti lineari e non lineari</li> <li>• Logica binaria e porte logiche</li> <li>• Quadripoli, analisi della risposta e caratteristiche in regime</li> </ul>	<p>To provide knowledge and to allow the understanding of the working mechanism of electronic devices based on semiconductors (diode and transistor) and of the laws that regulate the functioning of electronic circuits. Simulation of working circuits. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear and nonlinear networks</li> <li>• Binary logic and logic gates</li> <li>• Quadripoles, response analysis and characteristics in sinusoidal regime</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>sinusoidale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principi di funzionamento dei dispositivi a stato solido. Giunzione p-n</li> <li>• Caratteristiche dei componenti non lineari passivi (diodo) ed attivi (transistor bipolare BJT)</li> <li>• Amplificatori operazionali e differenziali. Integratore e derivatore</li> <li>• Caratteristiche fondamentali dei sistemi di potenza (MOSFET)</li> <li>• Sensori e attuatori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of operation of solid state devices. P-N junction</li> <li>• Characteristics of passive (diode) and active nonlinear components (BJT bipolar transistor)</li> <li>• Operational and differential amplifiers. Integrator and derivator</li> <li>• Fundamental characteristics of power systems (MOSFET)</li> <li>• Sensors and actuators</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p>Conoscenze di base sull'elettromagnetismo, sui circuiti elettrici in regime stazionario e non. Metodi di soluzione di circuiti a componenti passivi (principalmente R, C). Conoscenze di strumentazione elettronica di base (voltmetri, oscilloscopi, alimentatori, ...).</p>	<p>Basic knowledge on electromagnetism, on steady state and non-steady state electrical circuits. Solution methods on circuits based on passive components (mainly R, C). Knowledge of basic electronic instrumentation (voltmeters, oscilloscopes, power supplies, ...).</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	LABORATORIO 2	LABORATORY 2
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>MODULO A: Fornire conoscenze sulle metodologie sperimentali per l'uso di strumentazione elettronica analogica e digitale idonea alla verifica delle leggi dell'elettromagnetismo. Approfondimenti sui metodi per le elaborazioni dei dati sperimentali anche con l'ausilio di specifici software. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche generali degli strumenti di misura</li> <li>• Generatori di tensione e di corrente</li> <li>• Voltmetri, galvanometri, amperometri, multimetri. Principio di</li> </ul>	<p>MODULE A: To provide knowledge on experimental methodologies for the use of analog and digital electronic equipment that are suitable for verifying the laws of electromagnetism. Insights on the methods for processing experimental data also with the help of specific software. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General characteristics of laboratory instrumentation</li> <li>• Voltage and current generators</li> <li>• Voltmeters, galvanometers, ammeters, multimeters. Operating principle of the oscilloscope</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>funzionamento dell'oscilloscopio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuiti in corrente continua ed alternata. Principi di Kirchoff e teoremi di Thevenin e Norton.</li> <li>• Caratteristiche di funzionamento di elementi circuitali (condensatori, induttori) anche in regime impulsivo</li> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di alcuni significativi esperimenti basati sugli argomenti della prima parte del corso</li> </ul> <p>MODULO B: Fornire conoscenze sulle metodologie sperimentali per l'uso di strumentazione idonea alla verifica delle leggi dell'ottica geometrica e fisica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche di funzionamento di specchi, diottri sferici concavi e convessi.</li> <li>• Caratteristiche di funzionamento di sistemi ottici costituiti da lenti sottili e lenti spesse.</li> <li>• Caratteristiche di elementi rifrangenti (prismi) e diffrattivi (reticoli)</li> <li>• Sorgenti e rivelatori di luce</li> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di alcuni significativi esperimenti basati sugli argomenti della seconda parte del corso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct and alternating current circuits. Kirchoff principles and Thevenin and Norton theorems.</li> <li>• Functional characteristics of circuit elements (capacitors, inductors) even in impulse mode</li> <li>• Design, implementation and analysis of some significant experiments based on the topics of the first part of the course</li> </ul> <p>MODULE B: To provide knowledge on experimental methodologies for the use of suitable instruments for checking the laws of geometric and physical optics. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operating characteristics of mirrors, concave and convex spherical diopters.</li> <li>• Operating characteristics of optical systems consisting of thin and thick lenses.</li> <li>• Characteristics of refractive (prisms) and diffractive (lattices) elements</li> <li>• Light sources and detectors</li> <li>• Design, implementation and analysis of some significant experiments based on the topics of the second part of the course</li> </ul>
<p><b>Prerequisiti</b></p>	<p>Conoscenza del metodo sperimentale e dei metodi principali per l'analisi dei dati sperimentali e per la stima degli errori connessi alla misura. Conoscenza base delle leggi dell'elettromagnetismo e dell'ottica geometrica e fisica.</p>	<p>Knowledge of the experimental method and of the main methods for the analysis of experimental data and for the estimation of errors connected to the measurement. Basic knowledge of the laws of electromagnetism and of geometric and physical optics.</p>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MACHINE LEARNING	MACHINE LEARNING
<b>Lingua insegnamento</b>	INGLESE	INGLESE
<b>Obiettivi Formativi</b>	Il corso fornisce una introduzione generale ai principali temi dell'apprendimento automatico (Machine Learning) per automatizzare la costruzione di modelli analitici. Verranno presentati alcuni metodi matematico-computazionali per consentire al calcolatore di apprendere informazioni direttamente dai dati, senza modelli matematici ed equazioni predeterminate, e modificare il comportamento computazionale di conseguenza.	The course provides a general introduction to the main topics of Machine Learning to automate the construction of analytical models. Some mathematical-computational methods will be presented to allow a computer to learn information directly from the data, without mathematical models and predetermined equations, and to modify the computational behavior accordingly.
<b>Prerequisiti</b>	Programmazione; Calcolo; Algoritmi e strutture dati	Programming; Calculus; Algorithms and Data Structure

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MATEMATICA 2	MATHEMATICS 2
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il modulo si propone l'acquisizione dei fondamenti del calcolo differenziale e integrale di funzioni di più variabili reali nonché le tecniche di integrazione su curve curando lo sviluppo della capacità di applicarli in ambito scientifico. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi di topologia in <math>R^n</math>;</li> <li>• Limiti e continuità per funzioni reali e vettoriali di più variabili reali;</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b></p> <p>The module aims to provide the fundamentals of differential and integral calculus of functions of several real variables as well as of integration techniques on curves, taking care of the development of the ability to apply them in the scientific field. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of topology in <math>R^n</math>;</li> <li>• Limits and continuity for real and vector functions of several real variables;</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcolo differenziale per funzioni reali e vettoriali di più variabili reali;</li> <li>• Teoria di ottimizzazione: massimi e minimi locali e cenni su massimi e minimi vincolati e funzioni implicite;</li> <li>• Calcolo integrale per funzioni reali di più variabili reali;</li> <li>• Curve in <math>\mathbb{R}^n</math>. Integrale curvilineo di 1<sup>a</sup> specie;</li> <li>• Forme differenziali lineari e integrale curvilineo di 2<sup>a</sup> specie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differential calculation for real and vector functions of several real variables;</li> <li>• Optimization theory: local maxima and minima and hints on constrained maxima and minima and implicit functions;</li> <li>• Integral calculation for real functions of several real variables;</li> <li>• Curves in <math>\mathbb{R}^n</math>. Curvilinear integral of 1st species;</li> <li>• Linear differential forms and curvilinear integral of 2nd species.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di analisi matematica di base e degli argomenti svolti nel corso di Matematica I.	<b>Prerequisites:</b> Knowledge of basic mathematical analysis and of the topics covered in the course of Mathematics 1.

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MECCANICA ANALITICA	ANALYTIC MECHANICS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Obiettivo del corso è far acquisire agli studenti un'adeguata conoscenza e comprensione dei modelli matematici della fisica classica, fornendo i concetti di base delle formulazioni lagrangiana ed hamiltoniana della meccanica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vincoli. Gradi di libertà. Coordinate lagrangiane;</li> <li>• Principio di d'Alembert ed equazioni di Lagrange;</li> <li>• Principi variazionali, teoremi di conservazione e proprietà di simmetria;</li> <li>• Equazioni del moto di Hamilton;</li> <li>• Trasformazioni canoniche;</li> <li>• Teoria di Hamilton-Jacobi.</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>            The aim of the course is to allow students acquire adequate knowledge and understanding of the mathematical models of classical physics, providing the basic concepts of the Lagrangian and Hamiltonian formulations of mechanics. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constraints. Degrees of freedom. Lagrangian coordinates;</li> <li>• D'Alembert principle and Lagrange equations;</li> <li>• Variational principles, conservation theorems and symmetry properties;</li> <li>• Hamilton equations of motion;</li> <li>• Canonical transformations;</li> <li>• Hamilton-Jacobi theory.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<b>Conoscenze preliminari:</b>	<b>Prerequisites:</b>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	Conoscenza e padronanza delle leggi della meccanica classica e del calcolo vettoriale, nonché del calcolo di derivate e integrali (compresi integrali di linea).	Knowledge and mastery of the laws of classical mechanics and vector calculus, as well as of calculation of derivatives and integrals (including line integrals).
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	METODI MATEMATICI PER LA FISICA	MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICISTS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire un’adeguata conoscenza degli strumenti matematici più avanzati necessari per affrontare lo studio dei corsi di fisica moderna del terzo anno della laurea triennale. Questo corso si propone di far apprendere le basi matematiche per lo sviluppo della meccanica quantistica ed è quindi incentrato sulla nozione di spazio di Hilbert e di padroneggiare le raffinate tecniche dell’analisi complessa e delle trasformate di Fourier. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi complessa</li> <li>• Spazi metrici, normati e topologici</li> <li>• Misura di Lebesgue</li> <li>• Serie e trasformate di Fourier</li> <li>• Spazi di Hilbert</li> <li>• Operatori in spazi di Hilbert</li> <li>• Distribuzioni</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>  To provide adequate knowledge on the most advanced mathematical tools necessary to face the study of modern physics courses in the last year of the three-year degree. This course aims to provide the mathematical bases for the development of quantum mechanics and therefore it focuses on Hilbert's notion of space. It aims also to allow the mastery of the refined techniques of complex analysis and Fourier transforms. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complex analysis</li> <li>• Metric, normed and topological spaces</li> <li>• Lebesgue measure</li> <li>• Series and Fourier transforms</li> <li>• Hilbert spaces</li> <li>• Operators in Hilbert spaces</li> <li>• Distributions</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>  Conoscenze di matematica ottenute dai corsi di analisi matematica I e II (calcolo differenziale e calcolo integrale per funzioni di una o più)</p>	<p><b>Prerequisites:</b>  Mathematical knowledge obtained from the courses of mathematical analysis I and II (differential calculus and integral calculus for functions of</p>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	variabili, equazioni differenziali ordinarie) e dal corso di geometria (algebra lineare, geometria analitica).	one or more variables, ordinary differential equations) and from the course of geometry (linear algebra, analytical geometry).
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	INTRODUZIONE ALL'ASTROFISICA	FUNDAMENTALS OF ASTROPHYSICS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire conoscenza e comprensione sulle questioni principali di astronomia illustrando come i principi fisici alla base della meccanica, della termodinamica e dell'elettromagnetismo si applicano allo studio del sistema solare, delle stelle e dei sistemi più complessi presenti nell'universo. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema terra-luna</li> <li>• Il sistema solare</li> <li>• Il sole</li> <li>• Misura delle proprietà delle stelle</li> <li>• Materia interstellare e formazione delle stelle</li> <li>• Ciclo stellare</li> <li>• La via lattea</li> </ul> <p>Cenni di cosmologia</p>	<p><b>Learning Goals:</b>  To provide knowledge and comprehension on the principal quest of the universe, through a trek starting from our solar system and beyond. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Earth-Moon system</li> <li>• The solar system</li> <li>• The sun</li> <li>• Measuring the properties of the stars</li> <li>• Interstellar matter e star formation</li> <li>• The lives and deaths of stars</li> <li>• The milky way galaxy</li> <li>• Fundamentals on cosmology</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di base sulla meccanica classica, termodinamica ed elettromagnetismo.	Basic knowledge on classical mechanics, thermodynamics and electromagnetism.
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	INTRODUZIONE ALLA BIOFISICA	FUNDAMENTALS OF BIOPHYSICS



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Fornire conoscenza e comprensione sulla <b>biofisica</b> cellulare illustrando come principi fisici alla base della meccanica, della termodinamica, della idrodinamica e della cinetica influenzino il comportamento cellulare. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• struttura e funzionamento di una cellula.</li> <li>• codice genetico e la sua funzione</li> <li>• Applicazione dei metodi della teoria dell'elasticità allo studio di filamenti e membrane biologiche.</li> <li>• Processi cellulari e della meccanica statistica (canali ionici, cinetica ligando-ricettore, variazione di conformazione delle proteine).</li> <li>• Applicazione della teoria dell'idrodinamica nel contesto cellulare          Processi dinamici e cinetici rilevanti per il funzionamento cellulare (polimerizzazione, diffusione e trasporto molecolare)</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>          Providing knowledge and understanding of cellular biophysics by illustrating how physical principles underlying mechanics, thermodynamics, hydrodynamics, and kinetics affect cellular behavior. In particular, the following topics are essential:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• structure and functioning of a cell.</li> <li>• genetic code and its function</li> <li>• Application of elasticity theory methods to the study of biological filaments and membranes.</li> <li>• Cellular processes and statistical mechanics (ion channels, ligand-receptor kinetics, protein conformation variation).</li> <li>• Application of hydrodynamics theory in the cellular context</li> <li>• Dynamic and kinetic processes relevant to cellular functioning (polymerization, diffusion and molecular transport)</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Conoscenze di base sulla chimica e la fisica classica .</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Basic knowledge on chemistry and on classical physics.</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	FISICA 3	FISICA 3
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Fornire conoscenze su esperimenti e teorie che hanno portato alla</p>	<p><b>Learning Goals:</b>          Provide knowledge on experiments and theories that led to the crisis of</p>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>crisi della meccanica e dell'elettromagnetismo classici e alla conseguente introduzione della relatività ristretta e della meccanica quantistica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulati della relatività speciale</li> <li>• Trasformazioni di Lorentz e connessa fenomenologia</li> <li>• Formulazione covariante della dinamica e dell'elettrodinamica</li> <li>• Crisi della fisica classica attraverso l'analisi teorica e l'interpretazione di alcuni esperimenti cruciali</li> <li>• Spin ed altri effetti relativistici</li> <li>• Aspetti generali di fisica atomica</li> <li>• Il modello vettoriale a shell</li> </ul>	<p>classical mechanics and electromagnetism and to the subsequent introduction of restricted relativity and quantum mechanics. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulates of special relativity</li> <li>• Lorentz transformations and related phenomenology</li> <li>• Covariant formulation of dynamics and electrodynamics</li> <li>• Crisis in classical physics through theoretical analysis and interpretation of some crucial experiments</li> <li>• Spin and other relativistic effects</li> <li>• General aspects of atomic physics</li> <li>• The vector shell model</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Conoscenza dei contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Knowledge of the contents of the mathematics and physics courses of the first two years.</p>
	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA I	INSTITUTIONS OF THEORETICAL PHYSICS I
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Acquisizione delle abilità di calcolo algebrico e differenziale pertinenti alla meccanica quantistica. Capacità di applicare i metodi di calcolo appresi per la risoluzione di problemi di meccanica quantistica. Apprendimento dei contenuti del corso. In particolare, sono fondamentali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funzione d'onda e concetto di stato quantistico.</li> <li>• Principio di indeterminazione e di sovrapposizione</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>          Ability in algebraic and differential calculus related to quantum mechanics. Aptitude to apply the calculation methods for solving quantum mechanics problems. Comprehension and learning of the course content. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wave function and concept of quantum state.</li> <li>• Principle of uncertainty and overlap</li> <li>• Schrödinger equation</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equazione di Schrödinger</li> <li>• Densità di probabilità e corrente di probabilità</li> <li>• Sistemi stazionari</li> <li>• Formalismo generale di Dirac</li> <li>• Schemi del moto di Schrödinger ed Heisenberg</li> <li>• Limite classico e Teorema di Ehrenfest</li> <li>• Teoria delle perturbazioni non dipendente e dipendente dal tempo</li> <li>• Atomi a molti elettroni</li> <li>• Effetto Zeeman normale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probability density and probability current</li> <li>• Stationary systems</li> <li>• General formalism of Dirac</li> <li>• Schemes of the motion of Schrödinger and Heisenberg</li> <li>• Classic limit and Ehrenfest theorem</li> <li>• Time-dependent and non-dependent perturbation theory</li> <li>• Many electron atoms</li> <li>• Normal Zeeman effect</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Calcolo variazionale, formalismo Lagrangiano e Hamiltoniano, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson, trasformazioni canoniche infinitesime, equazione di Hamilton-Jacobi.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Variational calculus, Lagrangian and Hamiltonian formalism, canonical transformations, Poisson brackets, infinitesimal canonical transformations, Hamilton-Jacobi equation.</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA II	INSTITUTIONS OF THEORETICAL PHYSICS II
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Acquisizione delle abilità di calcolo algebrico e differenziale pertinenti alla meccanica quantistica per la descrizione di sistemi fisici complessi alla scala microscopica, anche attraverso un approccio statistico. Apprendimento dei contenuti del corso. In particolare, sono fondamentali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alla formulazione delle simmetrie per mezzo dei</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>          Acquisition of algebraic and differential calculus skills that are relevant to quantum mechanics with the aim to describe complex physical systems at the microscopic scale, also through a statistical approach. Comprehension and learning of the course content. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the formulation of symmetries by means of</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<p>commutatori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslazioni e commutatori canonici</li> <li>• Teoria del momento angolare</li> <li>• Regole di selezione</li> <li>• Accoppiamento Spin-orbita</li> <li>• Statistiche di Boltzmann, Bose-Einstein e Fermi-Dirac</li> </ul> <p>Matrice densità</p>	<p>commutators.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Translation and canonical commutators</li> <li>• Angular momentum theory</li> <li>• Selection rules</li> <li>• Spin-orbit coupling</li> <li>• Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics</li> </ul> <p>Density matrix</p>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Argomenti del corso di Istituzioni di Fisica Teorica I.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Topics of the course of Institutions of Theoretical Physics I.</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	MATEMATICA 3	MATHEMATICS 3
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p>Obiettivo del corso è far acquisire agli studenti un'adeguata conoscenza di alcune tecniche fisico-matematiche idonee alla descrizione dei sistemi fisici.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasformata di Laplace e legame con la trasformata di Fourier;</li> <li>• Equazioni differenziali alle derivate parziali (EDP) e metodi di integrazione;</li> <li>• Funzioni speciali;</li> <li>• Metodi numerici per le equazioni differenziali;</li> <li>• Metodo della funzione di Green;</li> </ul> <p>Calcolo tensoriale.</p>	<p>The aim of the course is to provide knowledge of specific physical-mathematical techniques suitable for the description of physical systems.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laplace transform and connection with the Fourier transform;</li> <li>• Differential partial differential equations (EDP) and integration methods;</li> <li>• Special functions;</li> <li>• Numerical methods for differential equations;</li> <li>• Green function method</li> <li>• Tensorial calculation.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Conoscenza e padronanza di Analisi Matematica e Geometria e conoscenza dell'analisi complessa e della trasformata di Fourier.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Knowledge and mastery of Mathematical Analysis and Geometry and knowledge of complex analysis and Fourier transform.</p>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	LABORATORIO DI FISICA 3 - MOD A	LABORATORY 3 -MOD A
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Fornire conoscenze sia su alcune evidenze sperimentali che hanno portato alla crisi della fisica classica che sugli esperimenti chiave della fisica moderna. L'obiettivo si raggiunge attraverso la realizzazione/esecuzione dei relativi esperimenti e l'elaborazione/interpretazione dei dati ottenuti. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione degli esperimenti da realizzare in laboratorio e delle procedure di analisi dati</li> <li>• Descrizione della strumentazione usata e del relativo principio di funzionamento</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>            To provide knowledge on some experimental evidences that led to the crisis of classical physics and on some crucial experiments of modern physics. The goal will be achieved through the implementation/execution of the related experiments and the processing/interpretation of the obtained data. In particular, the following topics are of fundamental importance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description of the experiments and corresponding data analysis to be carried out in the laboratory</li> <li>• Description of the used equipment and of its working principle</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>            Conoscenza dei contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni. Conoscenza di elementi di teoria degli errori e del principio di funzionamento dei principali dispositivi per misure elettriche. Conoscenza degli strumenti informatici utili per l'elaborazione dei dati sperimentali.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>            Knowledge of the contents of the mathematics and physics courses of the first two years. Knowledge of elements of error theory and of the principle of operation of the main devices for electrical measurements. Knowledge of IT tools useful for the processing of experimental data.</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	LABORATORIO DI FISICA 3 - MOD B	LABORATORY 3 -MOD B



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30**  
**DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Fornire le conoscenze sui fenomeni radioattivi, sui meccanismi e sugli apparati sperimentali idonei alla rivelazione delle particelle, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rivelatori a ionizzazione,</li> <li>• scintillatori,</li> <li>• componenti elettronici tipici della ricerca in ambito nucleare e particellare.</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>          The objective is to provide knowledge of radioactive phenomena, mechanisms and experimental apparatus suitable for particle detection, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ionization detectors;</li> <li>• spark plugs,</li> <li>• electronic devices typical of nuclear and particle research.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p><b>Conoscenze preliminari:</b>          Conoscenza dei contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni. Conoscenza di elementi di teoria degli errori e del principio di funzionamento dei principali dispositivi per misure elettriche. Conoscenza degli strumenti informatici utili per l'elaborazione dei dati sperimentali.</p>	<p><b>Prerequisites:</b>          Knowledge of the contents of the mathematics and physics courses of the first two years. Knowledge of elements of error theory and of the principle of operation of the main devices for electrical measurements. Knowledge of IT tools useful for the processing of experimental data.</p>

	Italiano	inglese
<b>DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO</b>	ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE	INSTITUTIONS OF NUCLEAR PHYSICS
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano	Italian
<b>Obiettivi Formativi</b>	<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Fornire conoscenze di <b>fisica nucleare</b> e <b>subnucleare</b> illustrando le proprietà principali che caratterizzano i nuclei, il loro costituenti e le interazioni. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nucleo atomico, energie di legame e modelli nucleari;</li> <li>• interazioni nucleari Forte e Debole;</li> </ul>	<p><b>Learning Goals:</b>          The objective is to introduce to nuclear and subnuclear physics illustrating the main properties that characterize nuclei, their constituents and interactions. In particular, the following topics are essential:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atomic nucleus, binding energies and nuclear models;</li> <li>• Strong and Weak nuclear interactions;</li> </ul>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

	<ul style="list-style-type: none"><li>• stabilità dei nuclidi e trasmutazioni nucleari;</li><li>• reazioni nucleari indotte da particelle e da ioni leggeri e cenni su quelle indotte da ioni pesanti;</li><li>• leptoni, struttura a quark di nucleoni e mesoni leggeri, particelle virtuali e bosoni di gauge;</li><li>• violazione delle simmetrie discrete e teorema CPT; principali processi nucleari coinvolti nella evoluzione stellare.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• nuclear reactions induced by particles and light ions and hints on those induced by heavy ions;</li><li>• Leptons, quark structure of nucleons and light mesons, virtual particles and gauge bosons;</li><li>• violation of discrete symmetries and CPT theorem;</li><li>• main nuclear processes involved in stellar evolution.</li></ul>
<b>Prerequisiti</b>	<b>Conoscenze preliminari:</b> Fondamenti di analisi in campo reale e in campo complesso. Fondamenti di Meccanica Quantistica. Composizione di momenti angolari.	<b>Prerequisites:</b> Fundamentals of real and complex mathematical analysis. Fundamentals of Quantum Mechanics. Composition of angular moments.



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

TIROCINIO	INTERNSHIP
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Lo stage formativo, svolto al terzo anno, è una attività importante nella formazione del laureato in Fisica in quanto consente di agevolare le scelte professionali mediante una formazione in ambiente produttivo, quali attività industriali, sanitarie e centri di ricerca, consentendo una conoscenza diretta del mondo del lavoro.</p> <p><b>Risultati apprendimento attesi:</b> Capacità di applicare conoscenza e comprensione della natura e dei modi delle indagini in fisica nelle attività lavorative che richiedono il supporto scientifico.</p>	<p><b>Learning Goals:</b> The internship, carried out in the third year, is an important activity in the training of the graduate in Physics as it allows to facilitate professional choices through training in the productive environment, such as industrial activities, health and research centers, allowing a direct knowledge of the world of work. The training objective focuses on the ability to apply knowledge and understanding of the nature and ways of investigations in physics in scientific support activities.</p> <p><b>Expected learning outcomes:</b> ability to apply knowledge and understanding of the nature and ways of investigations in physics work activities requiring scientific support.</p>

Prova Finale	Final Examination
<p><b>Obiettivi formativi:</b> La prova finale ha come obiettivo la produzione di un elaborato che tratta, con un grado di approfondimento adeguato al livello degli studi compiuti, o un argomento sviluppato durante il corso di studi oppure la realizzazione di un esperimento nell'ambito delle conoscenze di laboratorio acquisite.</p> <p><b>Risultati apprendimento attesi:</b> Nella prova finale lo studente dimostra capacità di applicare conoscenza dimostrando di:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. possedere una comprensione della natura dei fenomeni fisici e sui modi per indagarli applicando i metodi di indagine tipici della fisica;</li> </ol>	<p><b>Learning goals:</b> The aim of the final test is to produce an article that deals with, with a degree of depth appropriate to level of studies completed, or a subject developed during the course of studies or the implementation of an experiment within the acquired knowledge.</p> <p><b>Expected learning outcomes</b> In the final test the student demonstrates ability to apply knowledge by demonstrating</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. have an understanding of the nature of physical phenomena and how to study them by applying the methods of investigation typical of</li> </ol>



**CORSO DI LAUREA IN “FISICA” CLASSE L-30  
DIDATTICA PROGRAMMATA PER IL TRIENNIO ACCADEMICO 2022/2023-2024/2025**

<p>2. avere la capacità di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione, quali il supporto scientifico alle attività industriali, mediche, sanitarie e concernenti l'ambiente, il risparmio energetico ed i beni culturali;</p> <p>3. saper utilizzare efficacemente le capacità comunicative nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;</p> <p>4. aver acquisito un livello di conoscenza che gli consenta di continuare gli studi di livello specialistico.</p>	<p>physics;</p> <p>2. have the ability to operate professionally in defined areas of application, such as scientific support to industrial, medical, health and environmental activities, energy saving and cultural heritage;</p> <p>3. be able to make effective use of communication skills in the specific field of competence and for the exchange of general information;</p> <p>4. have acquired a level of knowledge enabling them to continue their higher education</p>
---	---