

**CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)***
**ANNO ACCADEMICO 2024-2025**
**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Computational Physics***

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	1°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre - Dicembre 2024
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS)	6
SSD	FIS/01
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Sebastiano Stramaglia
Indirizzo mail	sebastiano.stramaglia@uniba.it
Telefono	080 5443206
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica, Via Amendola 173, 70126 Bari (BA)
Sede virtuale (Codice Microsoft Teams)	j34o0tm
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Giovedì 11-13

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	32	30	88
CFU/ECTS			
6	4	2	

<b>Obiettivi formativi</b>	Acquisire abilità nella risoluzione numerica delle equazioni differenziali, nell'analisi delle reti complesse, nei Metodi Montecarlo e le loro applicazioni ai modelli della Meccanica Statistica.
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze basilari di Meccanica Classica e di Fisica Computazionale

<b>Metodi didattici</b>	Lezioni nella sala multimediale. Sviluppo di routine nel linguaggio MATLAB proiettato su schermo.
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<b>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica</li> <li>o Conoscenza delle tecniche di calcolo avanzate</li> <li>o Conoscenza delle principali tecniche di fisica computazionale e la loro applicazione per risolvere problemi concreti di Fisica</li> </ul>
<b>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)</li> </ul>

<p><b>DD3-5 Competenze trasversali</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di progettare e di mettere in atto procedure sperimentali o teoriche per risolvere problemi della ricerca accademica e industriale o per il miglioramento dei risultati esistenti</li> <li>o Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico</li> <li>o Capacità di utilizzo delle tecnologie elettroniche e informatiche e la loro applicazione all'acquisizione dei dati sperimentali</li> <li>o Capacità di applicare i principali metodi per estrarre informazioni da dataset fisici complessi. Gli studenti saranno in grado di raccogliere, riassumere e visualizzare le caratteristiche statisticamente rilevanti di un dataset; inoltre impareranno a confrontare qualitativamente e criticamente le previsioni teoriche con i dati sperimentali.</li> <li>o Capacità di risolvere numericamente equazioni differenziali derivanti dalla fisica e dalla scienza dei sistemi complessi.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Autonomia di giudizio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture</li> <li>o Formulare giudizi e scelte consapevoli. Le conoscenze e le abilità acquisite in questo corso consentiranno un maggior livello di autonomia nella valutazione di metodologie per simulare sistemi fisici e per analizzare dati da Sistemi Complessi</li> </ul> </li> <li>● <b>Abilità comunicative</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica</li> <li>o Consentire la transizione da modelli fisici teorici verso l'implementazione numerica e l'analisi delle simulazioni corrispondenti</li> </ul> </li> <li>● <b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze</li> <li>o Seguire i progressi attuali e ulteriori prospettive nell'area della simulazione e dell'analisi di sistemi complessi.</li> <li>o Discutere modelli e metodi introdotti nel corso e valutare l'attendibilità della descrizione mediante simulazioni numeriche</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<p>An introduction to MATLAB</p> <p>Numerical solution of differential equations. Euler's method. Euler-Cauchy method. Verlet method. Applications: Lotka-Volterra model of prey-predator systems, SIR model for the spreading of infections, real pendulum, Foucault's Pendulum, motion of a planet in the gravitational field of the Sun.</p> <p>Introduction to Complex Networks. Implementation of complex networks models: Erdos networks, Watts-Strogatz model, Barabasi-Albert model. Finding communities in complex networks, Spectral methods and optimization of modularity. Spreading models of informations, ideas and viruses on complex networks.</p> <p>Random walks in two and more dimensions. Self avoiding walks. Diffusion limited aggregation.</p> <p>Random sampling and Monte Carlo method. Monte Carlo Integration: rejection method, importance sampling, filtering techniques.</p> <p>Monte Carlo methods for the simulation of physics phenomena. Markov chain method. Metropolis algorithm. Statistical mechanics ensembles. The case of the two dimensional Ising model of ferromagnets: phase transition and critical exponents.</p>

	Techniques to assess and extract the statistical features of a physics datasets and comparison with model predictions. Visualisation and graphical representation of datasets and their properties.
<b>Testi di riferimento</b>	Rubin Landau, Manuel Paez, Cristian Bordeianu, Computational Physics. --: Wiley-VCH
<b>Note ai testi di riferimento</b>	
<b>Materiali didattici</b>	

<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esame orale consistente in una discussione sulle relazioni sulle attività di programmazione sviluppate durante il corso. (100%)
Criteri di valutazione	Capacità di tradurre il problema fisico in un programma informatico volto ad evidenziare il comportamento fisico del sistema; capacità di analizzare dati da sistemi complessi. Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti alla base dei metodi computazionali descritti durante il corso.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Esame orale consistente in una discussione sulle relazioni sulle attività di programmazione sviluppate durante il corso. (100%)
<b>Altro</b>	
	.