

Insegnamento: ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA/ELEMENTS OF STATISTICAL MECHANICS			
SSD: FIS/02	CFU: 6	Lezione: 32 ore	Esercitazione: 16 ore
Tipologia attività formativa: Scelta		Durata del corso: semestrale	
Obiettivi formativi e risultati dell'apprendimento attesi: Questo corso è un'introduzione ai concetti di base della Meccanica Statistica con lo scopo di presentare in maniera coerente e unitaria, partendo da principi fondamentali, le sue applicazioni in particolare ai sistemi di particelle <i>non interagenti</i> , come gas classici e quantistici (Termodinamica, distribuzioni di Bose-Einstein, Fermi-Dirac). Sono discussi importanti esempi di applicazioni attuali nel mondo della scienza e delle tecnologie d'avanguardia, dalla Fisica ai Metodi Computazionali, alla Finanza fino alla Biologia Quantitativa, anche per evidenziare la varietà di sbocchi professionali in ambito internazionale.			
Programma sintetico: a) concetti di base della Teoria della Probabilità e della Statistica e applicazioni come, opzionali, processi stocastici, catene di Markov, tecniche bayesiane, etc.; b) introduzione ai principi della Meccanica Statistica (ipotesi ergodica, massimo entropia, etc.), agli insiemi statistici (come Micro-, Gran- e Canonico), agli strumenti concettuali di calcolo (funzione di partizione, trasformazioni di Legendre e Laplace, potenziali) e applicazioni (Teorema del Viriale, Equipartizione dell'Energia, Relazioni Fluttuazione-Dissipazione, etc.); c) applicazioni ai gas ideali classici, equazioni di stato, distribuzioni di Maxwell-Boltzmann, formula barometrica, sistemi a due livelli, gas reticolari e sistemi di spin indipendenti, oscillatori armonici; applicazioni di base alla Finanza e alla Biologia Quantitativa; d) derivazione della Termodinamica dai principi primi della Meccanica Statistica (leggi della termodinamica, variabili di stato, equazioni di stato, potenziali termodinamici, equazione di Gibbs-Duhem, etc.) e implicazioni (p.es. la freccia del tempo); e) Meccanica Statistica Quantistica (formalismo di von Neumann), sue applicazioni (distribuzioni di Bose-Einstein e Fermi-Dirac) e limite classico (paradosso di Gibbs). Applicazioni ai sistemi di particelle non-interagenti non-relativistiche e relativistiche, come per esempio, fotoni e teoria di Planck del corpo nero, radiazione di fondo, fononi di Debye e eccitazioni nei solidi, condensazioni di Bose-Einstein, elettroni di conduzione di Sommerfeld nei metalli, stelle di neutroni, etc.; f) tecniche di calcolo e simulazione al computer, dai metodi agli elementi finiti (Dinamica Molecolare) al Monte Carlo e, opzionale, al Simulated Annealing, ai fondamenti degli algoritmi statistici di Machine Learning; teoria dei network.			
Contents: a) basic concepts of Probability Theory and Statistics and their applications such as, optionally, stochastic processes, Markov chains, Bayesian techniques, etc.; b) introduction to the principles of Statistical Mechanics (ergodic hypothesis, maximum entropy, etc.), to statistical ensembles (such as Micro-, Gran- and Canonic), to the conceptual tools of calculation (partition function, Legendre and Laplace transformations, potentials) and applications (Viral Theorem, Energy Equipartition, Fluctuation-Dissipation Relations, etc.); c) applications to classical ideal gases, state equations, Maxwell-Boltzmann distributions, barometric formula, two-level systems, lattice gases and independent spin systems, harmonic oscillators; basic applications to Quantitative Finance and Biology; d) derivation of Thermodynamics from the first principles of Statistical Mechanics (laws of thermodynamics, state variables, equations of state, thermodynamic potentials, Gibbs-Duhem equation, etc.) and implications (e.g. the arrow of time); e) Quantum Statistical Mechanics (von Neumann approach), its applications (Bose-Einstein and Fermi-Dirac distributions) and classical limit (Gibbs paradox). Applications to non-relativistic and relativistic non-interacting particle systems, such as photons and Planck black body theory, background radiation, Debye phonons and excitations in solids, Bose-Einstein condensation, Sommerfeld conduction electrons in metals, neutron stars, etc.; f) computational techniques of calculation and simulation, from finite element methods (Molecular Dynamics) to Monte Carlo and, optionally, Simulated Annealing, the foundations of Machine Learning statistical algorithms; network theory.			
Esami propedeutici		Anno di corso: terzo	
Prerequisiti: - padroneggiare i contenuti dei corsi di Meccanica e Termodinamica, Elettromagnetismo, Onde e Ottica - padroneggiare i contenuti del corso di Istituzioni di Meccanica Quantistica			
Modalità di accertamento del profitto: Esame scritto e/o orale			
Materiale didattico: Libri di testo, Sussidi didattici sul sito web-docenti			