



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Fisica e Chimica - Emilio Segrè
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	FISICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	STATISTICAL PHYSICS
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50340-Microfisico e della struttura della materia
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	22671
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	FIS/03
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	MANTEGNA ROSARIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO NUNZIO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	98
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	52
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	1
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>MANTEGNA ROSARIO NUNZIO</b> Martedì 15:00 17:00 Studio del docente presso l'Edificio 18 di Viale delle Scienze previa comunicazione email all'indirizzo <a href="mailto:rosario.mantegna@unipa.it">rosario.mantegna@unipa.it</a> Professor's office located at Building 18 in Viale delle Scienze upon previous email agreement to <a href="mailto:rosario.mantegna@unipa.it">rosario.mantegna@unipa.it</a>

DOCENTE: Prof. ROSARIO NUNZIO MANTEGNA

<b>PREREQUISITI</b>	Nessuno.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: Consolidamento delle conoscenze di termodinamica e dei concetti base di fisica statistica. Acquisizione di conoscenze nel campo dei fenomeni critici. Introduzione alle problematiche della meccanica statistica di non equilibrio. Presentazione di esempi di applicazioni della metodologia della fisica statistica ai fenomeni multifrattali, alle reti complesse ed ai sistemi ad agente.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Capacità di applicare le conoscenze acquisite in contesti differenti e di percepire la valenza interdisciplinare delle teorie e delle metodologie apprese. Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite per comprendere alcuni temi attuali della ricerca di frontiera nella fisica statistica.</p> <p>Autonomia di giudizio: Capacità di valutare i limiti delle approssimazioni per le teorie fisiche considerate nel descrivere sistemi fisici modello e/o sistemi a molti corpi.</p> <p>Abilità comunicative: Capacità di esporre i concetti chiave della fisica statistica.</p> <p>Capacità d'apprendimento: Capacità di approfondire autonomamente argomenti della ricerca attuale che usano concetti e metodologie della fisica statistica.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La verifica consiste in una prova scritta seguita da una prova orale. La prova scritta riguarda la risoluzione analitica o con approccio computazionale di alcuni problemi e/o la risposta aperta a domande che riguardano i principali argomenti della Fisica statistica.</p> <p>La prova orale consiste in un colloquio riguardante l'enunciazione e la discussione degli argomenti svolti durante il corso ed eventualmente l'impostazione della risoluzione di problemi proposti al candidato. Tale prova consente di valutare, oltre alle conoscenze del candidato e alla sua capacità di applicarle, anche il possesso di proprietà di linguaggio scientifico e di capacità di esposizione chiara e diretta.</p> <p>La valutazione, opportunamente graduata, sarà formulata sulla base delle seguenti condizioni:</p> <p>a) Conoscenza solo di base dei modelli e delle applicazioni di fisica statistica studiate e capacità limitata di applicarle autonomamente, sufficiente capacità di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 18-21);</p> <p>b) Conoscenza buona dei modelli e delle applicazioni di fisica statistica studiate e capacità di applicarle autonomamente a situazioni analoghe a quelle studiate, discreta capacità di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 22-25);</p> <p>c) Conoscenza approfondita dei modelli e delle applicazioni di fisica statistica studiate e capacità di applicarle ad ogni fenomeno fisico proposto, pur con qualche tentennamento, buona capacità di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 26-28);</p> <p>d) Conoscenza approfondita e diffusa dei modelli e delle applicazioni di fisica statistica studiate e capacità di applicarle prontamente e correttamente ad ogni fenomeno fisico proposto, ottima capacità di analisi dei fenomeni presentati e ottime capacità comunicative (voto 29-30L).</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>(i) Introdurre lo studente alla descrizione della fisica statistica di sistemi a molti corpi evidenziando la natura e le caratteristiche dei fenomeni critici.</p> <p>(ii) Comprendere il significato dei concetti di fase di un sistema, emergenza, stato critico, leggi di scala e di universalità.</p> <p>(iii) Introduzione ai principali concetti della fisica dei sistemi di non equilibrio.</p> <p>(iv) Presentazione di applicazioni della metodologia e dei concetti della fisica statistica in sistemi a molti corpi di natura fisica e interdisciplinare.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	L'attività didattica consiste di lezioni frontali e di esercitazioni. L'obiettivo delle lezioni è quello di fornire le basi teoriche dei contenuti dell'insegnamento. La presentazione dei contenuti è intervallata da esercitazioni svolte in aula che hanno carattere sia di calcolo analitico che di calcolo numerico di sistemi e processi presentati a lezione.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>R.K. Pathria &amp; P.D. Beale. Statistical mechanics (Third edition). 2011 Academic press. ISBN 978-0-12-382188-1</p> <p>R. Livi and P. Politi. Nonequilibrium Statistical Physics. A modern perspective. 2017. Cambridge University Press ISBN 978-1-107-04954-3</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione al Corso. Insieme microcanonico. Entropia di Boltzmann. Paradosso di Gibbs.
2	Insieme canonico. Fluttuazioni di energia e limite termodinamico. Entropia di Shannon. Funzione partizione per sistemi con elementi indipendenti e per sistemi con elementi interagenti.
2	Insieme gran canonico. Fluttuazione del numero di particelle in assenza and in presenza di transizioni di fase.
2	Transizioni di Fase, considerazioni generali. Modello di gas reale di van der Waals.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Modello di Ising. Soluzione di campo medio di Bragg-Williams.
2	Esponenti critici nella soluzione di campo medio del modello di Ising.
2	Soluzione di campo medio di Bethe-Peirls del modello di Ising.
2	Soluzione esatta del modello di Ising unidimensionale.
2	Funzione di correlazione. Funzione di correlazione in Ising 1D. Modello di Ising in 2D. Trattazione del modello di Ising 2D di Kramers e Wannier.
2	Soluzione di Onsager del modello di Ising 2D. Determinazione dell'Energia per spin e del Calore Specifico per Spin.
2	Gli esponenti critici. Relazioni termodinamiche e diseuguaglianze degli esponenti critici (Rushbrooke e Griffiths).
2	Teoria fenomenologica di Landau. Energia libera con termine cubico nel parametro d'ordine.
2	L'ipotesi di scaling nella teoria di Landau. Uguaglianza degli esponenti critici nella teoria di Landau. L'ipotesi di scaling di Kadanoff. Decimazione di un sistema. Esponenti critici e dimensionalità dello spazio ospitante. Fluttuazioni del parametro d'ordine e criterio di Ginzburg. Dimensione critica superiore.
2	Cenni sui processi stocastici. Esempi di funzione densità di probabilità e di funzione distribuzione di un processo stocastico. Moto Browniano. Processi stocastici Markoviani e non-Markoviani.
2	Percolazione. Percolazione su reticolo 1D. Valore medio della size di un cluster cui appartiene un sito selezionato a caso. Funzione di Correlazione. Animali di reticolo per $D > 1$ . Definizione di Cayley tree.
2	Percolazione in un reticolo di Bethe. Percolazione di sito su reticolo quadrato 2D. Finite size effect. Cenni sul ruolo del finite size effect nel modello di Ising 2D.
2	Modello di Erdos-Renyi. Exponential random graphs.
2	Catene di Markov. Master equation e bilancio dettagliato.
2	Catene di Markov e metodo Monte Carlo.
2	Modelli ad agente. Modello di Kirman.
ORE	Esercitazioni
12	Funzione partizione. Gas ideale nel limite ultrarelativistico. Variante di sistema di van der Waals. Sistema di Ising con tre spin. Rinormalizzazione del modello di Ising 1D. Teoria di Landau con termine cubico. Percolazione 1D e percolazione su Cayley tree. Catena di Markov ergodica ma non in equilibrio. Energia e calore specifico di un modello di Ising a pochi spin. Simulazione Monte Carlo di un modello di Ising 1D e 2D.