UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2020/2021
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	FISICA
INSEGNAMENTO	RETI COMPLESSE
CODICE INSEGNAMENTO	19764
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/07
DOCENTE RESPONSABILE	MANTEGNA ROSARIO NUNZIO — Professore Ordinario — Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	MANTEGNA ROSARIO NUNZIO — Professore Ordinario — Univ. di PALERMO MICCICHE' SALVATORE — Professore Ordinario — Univ. di PALERMO
CFU	6
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**MANTEGNA ROSARIO NUNZIO** Martedì 15:00 17:00 Studio del docente presso l'Edificio 18 di Viale delle Scienze previa comunicazione email all'indirizzo rosario.mantegna@unipa.it Professor's office located at Building 18 in Viale delle Scienze upon previous email agreement to rosario.mantegna@unipa.it **MICCICHE' SALVATORE** Martedì 15:00 17:00 Dipartimento di Fisica e Chimica, Viale delle Scienze, Ed. 18, Studio del docente. Gli studenti sono pregati di iscriversi tramite portale UNIPA. \\ Department of Physics and Chemistry, Viale delle Scienze, Ed. 18, Lecturer's office. Students are requested to register through the UNIPA portal.

DOCENTE: Prof. ROSARIO NUNZIO MANTEGNA

PREREQUISITI	Conoscenza di un linguaggio di programmazione di alto livello.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione - Acquisizione dei concetti di base di reti complesse. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione - Capacita' di applicare I concetti fondamentali allo studio di sistemi complessi stilizzati. Autonomia di giudizio - Nel corso viene stimolato un approccio critico all'apprendimento dei vari concetti e alla soluzione di problemi di reti complesse, con riferimento anche all'aspetto computazionale. Abilita' comunicative - Gli studenti sono invitati ad interagire nel corso della lezione, esponendo la propria valutazione e la propria opinione nel contesto affrontato, con riferimento anche all'aspetto computazionale. Capacita' d'apprendimento - Si stimola l'approccio autonomo alla ricerca della soluzione teorica e computazionale piu' adeguata alla rappresentazione ed allo studio di reti complesse sia modello che reali. Tutte le capacita' vengono vagliate attentamente nel corso dell'esame.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica finale consiste in una prova scritta/pratica seguita da una prova orale. La prova scritta sara' svolta in due fasi. La prima fase riguarda, senza ausilio di libri di testo o appunti, la risoluzione di alcuni problemi e/o la risposta aperta a domande che riguardano i principali concetti delle Reti Complesse. La seconda fase consiste in una prova pratica, in aula informatica, che prevede la scrittura di un breve codice per la descrizione quantitativa di una rete complessa. La prova scritta/pratica permettera' di verificare il grado di conoscenza dei concetti di reti complesse oggetto dell'insegnamento. In particolare, si evidenzia la capacita' di analisi nonche' la capacita' di ottenere risultati quantitativi. La prova orale consiste in un colloquio riguardante l'enunciazione e la discussione degli argomenti svolti durante il corso e la risoluzione di problemi proposti al candidato. Tale prova consente di valutare, oltre alle conoscenze del candidato e alla sua capacita' di applicarle, anche il possesso di proprieta' di linguaggio scientifico e di capacita' di esposizione chiara e diretta. La valutazione finale si otterra' mediando le valutazioni della prova scritta e di quella orale. Essa, opportunamente graduata, sara' formulata sulla base delle seguenti condizioni: a) Conoscenza solo di base dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' limitata di applicarle autonomamente, sufficiente capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 18-21); b) Conoscenza buona dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle autonomamente a situazioni analoghe a quelle studiate, discreta capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 22-25); c) Conoscenza approfondita dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle ad ogni fenomeno fisico proposto, pur con qualche tentennamento, buona capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 26-28); d) Conoscenza approfondita e diffusa dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle prontamente e correttamente ad ogni fenomeno fisico proposto, ottima capacita' di analisi dei fenomeni presentati e ottime capacita' comunicative (voto 29-30L).
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'insegnamento e' semestrale e prevede sia lezioni frontali in Aula che lezioni in Aula Informatica. L'attivita' didattica si sviluppa attraverso lezioni ed attivita' numeriche/pratiche in cui si risolvono problemi esemplificativi, che mirano a testare le capacita' di applicare le conoscenze acquisite.

MODULO
MODELLI DI RETI COMPLESSE

Prof. ROSARIO NUNZIO MANTEGNA

TESTI CONSIGLIATI

Testo di riferimento:
- Newman, M., 2010. Networks: an introduction. Oxford university press.

Testi consigliati per approfondimenti:
- Barabasi, A.L. and Posfai, M., 2016. Network science. Cambridge university press.
- Latora, V., Nicosia, V. and Russo, G., 2017. Complex networks: principles, methods and applications. Cambridge University Press.

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20901-Attività formative affini o integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	51
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	24

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il modulo si propone di presentare agli studenti i principali modelli di reti complesse. In particolare si discuteranno: Il modello di Erdos-Renyi, il modello "small world", il modello "core periphery", il modello "scale free network" e la classe di modelli denominata "exponential random graphs". Si discuteranno brevemente i concetti di "configuration model", di resilienza di una rete ad attachi o malfunzionamenti, e di diffusione sulla rete. L'obiettivo formativo e' quello di familiarizzare gli studenti con modelli di reti complesse e realizzare sotto quali condizioni i citati modelli approssimano reti reali.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione: esempi di reti complesse. Internet e il World Wide Web. La scienza delle reti complesse come approccio multidisciplinare. I concetti di feedback, organizzazione gerarchica ed emergenza.
2	Percolazione su reticoli, Sistemi disordinati. Transizione di fase nella percolazione. L'albero di Cayley.
2	Reti complesse. Indicatori di base di una rete. Grado, "betweenness", coefficiente di clustering, diametro di una rete.
2	Visualizzazione e misura di indicatori di rete. introduzione ad alcuni strumenti informatici per visualizzare reti e misurare diverse metriche caratterizzanti di reti complesse.
2	Il primo esempio di una rete complessa. il grafo di Erdos-Renyi (ER) e le sue proprieta. Transizione di percolazione nel modello ER.
2	Il modello di "small world". L'esperimento Milgram e la sua versione contemporanea. "Sei gradi di separazione". Distanza sulla rete e coefficiente di clustering in una rete "small world".
2	Reti "scale free". Crescita della rete in presenza di "preferential attachment". Soluzione di campo medio di una rete "scale free". Alcune varianti del modello base.
2	Il modello "Core-periphery". Il metodo della massima entropia nella costruzione delle reti. L'approccio di minima densita. Un esempio reale: il mercato interbancario
2	La classe di modelli denominati "Exponential Random Graphs". Il modello "two-star". Il modello di Stauss. Un modello dipendente dal tempo della formazione della rete. Isteresi nelle dinamiche di rete.
2	Il cosiddetto "configuration model". Il concetto di modello statistico nullo con data distribuzione del grado e le sue proprieta. Problemi generali dei modelli null. L'approccio del "rewiring".
2	Robustezza e vulnerabilita' di una rete. Malfunzionamenti casuali e attacchi intenzionali. Vulnerabilita' di diverse classi di reti. Resilienza di classi di reti.
2	Diffusione su reti. I modelli SI (susceptible infected) e SIR (susceptible infected recovered) in epidemiologia. Modelli di epidemie sulle reti. Il problema della diffusione dell'innovazione.

MODULO
APPLICAZIONI DI RETI COMPLESSE

Prof. SALVATORE MICCICHE'

TESTI CONSIGLIATI

Materiale fornito dal docente./Material provided by the lecturer.
Testi di Consultazione/Reference books:
- Newman, M., 2010. Networks: an introduction. Oxford University Press. ISBN: 9780198805090.
- Barabasi, A.L. and Posfai, M., 2016. Network science. Cambridge University Press. ISBN: 978-0199206650.
- Latora, V., Nicosia, V. and Russo, G., 2017. Complex networks: principles, methods and applications. Cambridge University Press. ISBN: 978-1107103184

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20901-Attività formative affini o integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	51
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	24

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Obiettivo del corso e' quello di fornire le conoscenze di base per la generazione ed analisi di network complessi ed il loro partizionamento in comunita.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione al corso. Liste di adiacenza e calcolo di metriche di network.
2	Generazione secondo i modelli di Erdős-Renyi e small-world ed analisi di networks con degree distribution a scala fissa.
2	Generazione secondo i modelli core-periphery e preferential attachment ed analisi di networks con degree distribution scale-free.
2	Visualizzazione di networks
2	Implementazione del modello SIR.
4	Algoritmi di Community Detection
2	Applicazioni di community detection in sistemi complessi modello
2	Il Configuration model.
2	Le tecniche di rewiring.
2	Networks statisticamente validati.
2	Networks costruiti a partire da misure di correlazione.