



FISICA DELLO STATO SOLIDO II

Anno immatricolazione	2017/2018
Anno offerta	2018/2019
Normativa	DM270
SSD	FIS/03 (FISICA DELLA MATERIA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI FISICA
Corso di studio	SCIENZE FISICHE
Curriculum	Fisica della materia
Anno di corso	2°
Periodo didattico	Secondo Semestre (04/03/2019 - 14/06/2019)
Crediti	6
Ore	48 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	ORALE
Docente	ANDREANI LUCIO (titolare) - 4 CFU Cococcioni Matteo - 2 CFU
Prerequisiti	Il corso richiede conoscenze di base di meccanica quantistica, elettromagnetismo, ottica, struttura della materia, tipicamente apprese nel triennio di fisica. Richiede inoltre conoscenze di base di fisica dei solidi, come fornite dal corso di Fisica dello Stato Solido I o equivalenti. Tuttavia, gli studenti interessati di altre aree (ad esempio fisica teorica) possono seguire il corso II e recuperare solo alcuni argomenti necessari del corso I.
Obiettivi formativi	a) Conoscenza e comprensione – Il corso porterà lo studente ad apprendere i concetti e fenomeni di base relativi alla fisica dello stato solido avanzato, comprendente gli effetti di correlazione che vanno oltre l'approssimazione a singola particella. Lo studente acquisterà familiarità con il concetto di eccitazioni elementari nei solidi (plasmoni, fononi, eccitoni, polaritoni.) e con le loro manifestazioni fenomenologiche. Sarà inoltre esposto a campi di ricerca molto attuali (fisica computazionale

dei solidi basata sulla density-functional theory, plasmoni di superficie, cristalli fotonici, sistemi correlati descritti dai modelli di Hubbard e di Anderson, isolanti di Mott, superconduttività) anche al fine di individuare quelli a lui più congeniali per la ricerca e per l'argomento di tesi. Alcuni fra questi argomenti, con particolare riguardo ai sistemi fortemente correlati, sono di interesse anche per la fisica teorica.

b) Conoscenza e capacità di comprensione applicate – Lo studente sarà in grado di valutare l'importanza degli effetti di correlazione e di decidere quali approcci sono adatti per una descrizione avanzata della struttura elettronica, delle proprietà ottiche e di trasporto dei solidi. Sarà in grado di utilizzare modelli semplici ove possibile (ad esempio il modello di Thomas-Fermi per lo screening, il modello di Drude per l'elettrodinamica dei metalli, la relaxation-time approximation per il trasporto), conoscendone le limitazioni. Saprà descrivere diversi tipi di eccitazioni elementari, sia dal punto di vista della teoria che della fenomenologia. Saprà utilizzare il formalismo di seconda quantizzazione per gli operatori fermionici.

c) Autonomia di giudizio - Lo studente sarà in grado di orientarsi nel campo della fisica dello stato solido avanzata, valutando i fenomeni più interessanti e gli approcci teorici più appropriati per descrivere le proprietà fisiche di vari tipi di solidi complessi. Sarà in grado di inquadrare settori di ricerca molto diversi (fisica computazionale, plasmonica, fotonica, trasporto, sistemi correlati, superconduttività) valutandone l'interesse e l'importanza.

d) Abilità comunicative – Lo studente acquisirà il linguaggio della fisica dei solidi avanzata, con particolare riguardo alla terminologia dei sistemi correlati (scambio, correlazione, screening statico e dinamico.). Sarà in grado di descrivere vari argomenti in un linguaggio fisico, prescindendo dalle derivazioni matematiche o dagli approcci numerici che in questo campo sono spesso assai complessi.

e) Capacità di apprendere – Lo studente sarà introdotto ad alcuni libri di testo e review di ricerca recenti e sarà in grado di studiarli autonomamente sulla base delle lezioni frontali tenute nel corso. Inoltre, tramite una sessione dedicata alla presentazione di papers, apprenderà a leggere e riassumere un articolo scientifico su un argomento di ricerca.

Programma e contenuti

Vengono trattati alcuni concetti avanzati di fisica dello stato solido, con particolare attenzione agli effetti di correlazione, alle eccitazioni elementari nei solidi, alla trattazione quantistica dei sistemi correlati e della superconduttività. Gli argomenti comprendono: (1) metodo Hartree-Fock, effetti di scambio e correlazione, screening; (2) teoria del funzionale densità e metodi moderni per il calcolo delle bande di energia; (3) elettrodinamica nei metalli, teoria della risposta lineare, funzione dielettrica di Lindhard, plasmoni di bulk e di superficie; (4) eccitoni e polaritoni; (5) cristalli fotonici, confinamento elettronico e fotonico, nanocavità; (6) equazione di Boltzmann e coefficienti di trasporto; (7) liquidi di Fermi, seconda quantizzazione, correlazioni nei solidi, transizione di Mott, modelli di Hubbard e di Anderson, effetto

	<p>Kondo; (8) fasi topologiche in materia condensata; (9) fononi nei metalli, interazione effettiva elettrone-elettrone e overscreening, Cooper pairing, teoria quantistica (BCS) della superconduttività. La presentazione dei concetti e metodi teorici sarà completata da esempi fenomenologici, dall'illustrazione delle principali tecniche sperimentali per la misura delle quantità fisiche, da visite ai laboratori di ricerca (plasmonica, cristalli fotonici, superconduttività). I video delle lezioni sono disponibili su Kiro. All or part of the lectures may be given in English, upon agreement with the students.</p>
Metodi didattici	<p>Lezioni frontali, tenute alla lavagna e/o con slide a seconda degli argomenti. Il corso è completato da una o più visite ai laboratori di ricerca (plasmonica, cristalli fotonici, superconduttività). Sono disponibili le lezioni video-registrate del corso (in inglese) sulla piattaforma Kiro.</p>
Testi di riferimento	<p>N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt-Rinehart, 1976). G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Solid State Physics, 2nd edition (Academic Press, 2014). C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th edition (John Wiley & Sons, 2005). R.M. Martin, Electronic Structure - Basic Theory and Practical Methods (Cambridge University Press, 2004). Note e slides.</p>
Modalità verifica apprendimento	<p>La prova di esame consiste in un colloquio. Lo studente deve preparare i tre argomenti di base (1)-(3) e altri tre argomenti a scelta fra (4)-(9). L'esame inizia su un argomento scelto dallo studente, che deve essere bene inquadrato e presentato in un certo dettaglio. Nella prova di esame non è richiesto di ripetere le derivazioni matematiche presentate nel corso, si richiede invece una illustrazione fisica degli argomenti trattati, comprendente i principali concetti, andamenti, grafici, metodi di misura delle grandezze fisiche, capacità di orientamento fra diversi capitoli. The exam may be held in English, if so requested.</p>
Altre informazioni	<p>Le video-registrazioni delle lezioni dell'a.a. 2015/2016 sono disponibili su Kiro.</p>
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	<p>\$ bl legenda sviluppo sostenibile</p>