

Corso di Laurea Magistrale in Fisica		Insegnamento / Course Fisica dello Stato Solido 2 / Solid State Physics 2		
SSD: FIS/03	CFU/Credits: 8	Anno di corso: II	Lezione (ore): 60	Esercitazione (ore): 4
<p>Obiettivi formativi: Il corso avvia lo studente alla conoscenza di materiali, fenomeni e metodi avanzati nella Fisica dello Stato Solido. Partendo dalle osservazioni sperimentali e fenomenologiche, verranno presentati i modelli teorici necessari all'interpretazione ed alla spiegazione di tali osservazioni. La selezione degli argomenti trattati consentirà allo studente di conoscere alcuni degli sviluppi più moderni nell'ambito della Fisica dello Stato Solido, sia per quanto riguarda materiali e dispositivi sia per quanto riguarda i metodi teorici necessari allo studio di tali materiali. Il corso consente allo studente di acquisire conoscenze che lo mettano in grado di accedere e comprendere gli sviluppi più recenti nell'ambito dei materiali avanzati e del loro studio. Utilizzando semplici esercitazioni numeriche, lo studente approfondirà la sua conoscenza di alcuni degli argomenti trattati. L'esposizione finale avrà lo scopo di consentire allo studente di mostrare il livello della sua autonomia nel creare collegamenti fra i diversi argomenti trattati, la sua abilità nella comunicazione e la sua capacità di apprendere.</p>		<p>Training objectives: The course introduces the student to the knowledge of advanced materials, phenomena and methods in Solid State Physics. Starting from the experimental and phenomenological observations, the theoretical models necessary for the interpretation and explanation of these observations will be presented. The selection of the topics will allow the student to know some of the most modern developments in the field of Solid State Physics, both as regards materials and devices and as regards the theoretical methods necessary for the study of these materials. The course allows the student to acquire knowledge that will enable him/her to access and understand the most recent developments in the field of advanced materials and their study. Using simple numerical exercises, the student will deepen his/her knowledge of some of the topics covered. The final exam will aim to allow the student to show the level of his/her autonomy in making links between the different topics, his/her ability in communication and his/her ability to learn.</p>		

Programma sintetico (sillabo):

1) Il confinamento quantistico e le nanostrutture:

Principi del microscopio a scansione tunnel (STM). Catene atomiche unidimensionali finite: teoria ed esperimenti. Nanostrutture basate sul carbonio: grafene. Buche quantiche: proprietà elettroniche, fenomeni di trasporto. Confinamento quantistico e proprietà ottiche delle nanostrutture.

2) Effetti magnetici in metalli ed isolanti:

Gas di elettroni bidimensionale e tridimensionale in campo magnetico. Richiami di effetto Hall Classico e cenni di effetto Hall quantistico. Magnetismo nei solidi cristallini. Ferromagnetismo di banda. Modello di campo medio per ferromagnetismo ed antiferromagnetismo. Eccitazioni magnetiche. Momenti magnetici localizzati nei metalli: modello di Anderson e di Kondo. Modello di Hubbard. Transizione di Mott.

3) Oltre l'approssimazione di particella singola:

La teoria del funzionale densità: formulazione e applicazioni.

4) Fenomeni di trasporto:

Cenni di superconduttività e teoria BCS. Trasporto balistico e quantizzazione della conduttanza. Trasporto diffusivo, ruolo del disordine. Applicazioni ai dispositivi quantistici, teoria ed esperimenti.

Contents:

1) Quantum confinement and nanostructures:

Principles of the tunneling scanning microscope (STM). Finite one-dimensional atomic chains: theory and experiments. Carbon-based nanostructures: graphene. Quantum wells: electronic properties, transport phenomena. Quantum confinement and optical properties of nanostructures.

2) Magnetic effects in metals and insulators:

Two-dimensional and three-dimensional electron gas in magnetic field. Elements of classic and quantum Hall effect. Magnetism in crystalline solids. Band ferromagnetism. Mean field model for ferromagnetism and antiferromagnetism. Magnetic excitations. Magnetic moments localized in metals: Anderson and Kondo models. Hubbard model. Mott transition.

3) Beyond the single particle approximation:

The density functional theory: formulation and applications.

4) Transport phenomena:

Elements of superconductivity and BCS theory. Ballistic transport and conductance quantization. Diffusive transport, the role of disorder. Applications to quantum devices, theory and experiments.

Esami propedeutici / Propaedeutic exams: -

Prerequisiti / Prerequisites: - Corso di Fisica dello Stato Solido 1, conoscenze di base di Meccanica Statistica e seconda quantizzazione / Solid State Physics 1 course, basic knowledge of Statistical Mechanics and second quantization

Finalità e modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale, consistente nella presentazione orale di argomenti svolti durante le lezioni frontali del corso ed eventualmente nella discussione di un elaborato originale svolto su un argomento avanzato di Fisica dello Stato Solido scelto in una lista proposta dai docenti.

Il corso può essere erogato in lingua inglese in presenza di studenti stranieri (es. Erasmus) / The course can be given in English in presence of foreign students (e.g. Erasmus)