UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Nanotechnology & Innovation

2526-1-FSM02Q016

Obiettivi

L'obiettivo del corso è fornire conoscenze approfondite su varie classi di nanomateriali che costituiranno gli ingredienti funzionali di future tecnologie nanotecnologiche. Per ogni classe presa in considerazione sono trattate in dettaglio le tecniche sintetiche ed i meccanismi fisici che ne determinano le funzionalità con particolare attenzione ai processi direttamente riconducibili ad effetti di nanostrutturazione quali confinamento quantico e dielettrico. Applicazioni di nanomateriali in vari campi tecnologici sono trattati discutendo nel dettaglio i meccanismi di funzionamento e le possibili strategia di materials design per ottimizzarne le prestazioni. Aspetti legislativi e di salvaguardia ambientale legati alla produzione ed uso di nanomateriali sono discussi.

Contenuti sintetici

Nel corso sono discusse le seguenti classi di nanomateriali:

1. Cluster metallici: rispettive tecniche sintetiche top-down e bottom-up, strategie di funzionalizzazione superficiale, struttura elettronica e effetti dimensionali, proprietà ottiche e meccanismi fotofisici. Applicazione degli stessi in dispositivi optoelettronici, sensoristica e come markers biologici per diagnostica cellulare.

2. Nanoparticelle plasmoniche: principi base della plasmonica in sistemi confinati, concetto di confinamento dielettrico, frequenza di risonanza ed effetti di taglia ed ambientali. Proprietà ottiche di nanoparticelle plasmoniche in relazione alla composizione e dimensionalità. Effetto di Coulomb blockade e concetto di quanto di carica. Applicazioni in termoterapia e sensoristica.

3. Nanocristalli a semiconduttore a confinamento quantico: sintesi e chimica superficiale, concetto di densità degli stati in 3D e in sistemi a confinamento quantico 2D, 1D e 0D. Proprietà elettroniche di quantum dots colloidali, struttura elettronica ed eccitonica fine, effetti di taglia, dimensione e forma sulle proprietà elettroniche. Criteri di eterostrutturazione e ingegnerizzazione delle funzioni d'onda. Fotofisica dettagliata. Trasporto elettrico. Drogaggio e proprietà magnetiche. Applicazione in LASER, LED, bioimaging e energie rinnovabili.

Programma esteso

0. Introduzione alle Nanotecnologie

- Cenni storici

- Implicazioni sulla salute e ambientali

- Cenni di normative sui nanomateriali

1. Cluster metallici:

- Tecniche sintetiche top-down e bottom-up

- Strategie di funzionalizzazione superficiale

- Struttura elettronica e effetti dimensionali

- Proprietà ottiche e meccanismi fotofisici

- Dispositivi optoelettronici, sensoristica, markers biologici per diagnostica cellulare.

2. Nanoparticelle plasmoniche:

- Principi base della plasmonica in sistemi a bassa dimensionalità

- Concetto di confinamento dielettrico

- Frequenza di risonanza ed effetti di taglia ed ambientali

- Proprietà ottiche di nanoparticelle plasmoniche in relazione alla composizione e dimensionalità

- Effetto di Coulomb blockade e concetto di quanto di carica

- Applicazioni in termoterapia e sensoristica

3. Nanocristalli a semiconduttore a confinamento quantico

- Sintesi colloidale, meccanismi

- Chimica superficiale

- Concetto di densità degli stati in 3D e in sistemi a confinamento quantico 2D, 1D e 0D.

- Proprietà elettroniche di quantum dots colloidali

- Struttura elettronica ed eccitonica fine

- Effetti di taglia, dimensione e forma sulle proprietà elettroniche

- Criteri di eterostrutturazione e ingegnerizzazione delle funzioni d'onda

- Fotofisica dettagliata

- Trasporto elettrico

- Drogaggio e proprietà magnetiche.

- Applicazione in LASER, LED, bioimaging e energie rinnovabili

Prerequisiti

Conoscenza dei concetti chiave della meccanica quantistica e fisica dello stato solido. Conoscenze base di chimica.

Modalità didattica

Lezioni frontali con materiale fornito dal docente. Tutte le lezioni (48 ore totali) sono svolte in presenza in modalità erogativa.

Materiale didattico

Testi suggeriti dal docente, lucidi e articoli scientifici di rassegna.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Trattazione di 2-3 articoli di letteratura su argomento a scelta affine con i contenuti del corso tramite presentazione tipo powerpoint con slides (15-20, 20-25 minuti) da parte dello studente seguita da esame orale sul programma del corso. Non sono previste prove in itinere. Saranno valutate: conoscenza e comprensione degli argomenti del corso, capacità espositiva, capacità di analisi critica della letteratura presa in esame, visione d'insieme delle problematiche associate alle nanotecnologie.

Orario di ricevimento

Da concordarsi col docente

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI