



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## NANOSTRUCTURED MATERIALS

**LUCIA SORBA**

Anno accademico

2022/23

CdS

MATERIALS AND  
NANOTECHNOLOGY

Codice

312BB

CFU

9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
NANOSTRUCTURED MATERIALS	FIS/03	LEZIONI	72	STEFAN HEUN LUCIA SORBA

Obiettivi di apprendimento

### *Conoscenze*

- Tecniche di crescita (bulk, epitassiali: CVD, MOCVD, MBE, CBE)
- Tecniche di fabbricazione di materiali nanostrutturati: top-down e bottom-up
- Proprietà morfologiche di nanostrutture (AFM, SEM, STM)
- Proprietà elettroniche, chimiche e composizionali di nanostrutture (Fotoemissione, XPS, PEEM, XPEEM, SPEM)
- Proprietà strutturali di nanostrutture (TEM, XRD)
- Proprietà ottiche di nanostrutture (PL, PLE, Raman)
- Magneto-trasporto a bassa temperatura
- Materiali (2DEG, Graphene, bP, NWs, QDs)
- Esempi (effetto quantum Hall, immagazzinamento di idrogeno)

### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Esame orale con preparazione seminario su un articolo di rivista

### *Capacità*

Gli studenti acquisiranno conoscenze dettagliate sulle proprietà strutturali, elettroniche e ottiche di nanostrutture e sulle tecniche utilizzate per la misura di queste proprietà. Gli studenti saranno in grado di comprendere le principali fenomenologie sperimentali osservate e di disegnare nuove nanostrutture aventi proprietà elettroniche desiderate.

### *Modalità di verifica delle capacità*

Esame orale

### *Comportamenti*

N/A

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

N/A

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Fisica dello Stato solido, Fisica dei semiconduttori

### *Indicazioni metodologiche*

L'insegnamento si svolgerà soprattutto con le lezioni frontali. La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata. Alla fine del corso sarà organizzata una visita dei laboratori di ricerca presso il Laboratorio NEST.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- ›A) Materials: Basics
- ›A1) General Properties of Semiconductors
- ›A2) Growth Mechanisms
- ›A3) Growth Techniques: MBE, MOCVD, CBE
- ›A4) Defects in Semiconductors
- ›A5) Fabrication of Semiconductor Nanostructures
- ›B) Characterization Techniques
- ›B1) Microscopy
- ›B2) X-ray Diffraction
- ›B3a) X-ray Photoelectron Spectroscopy
- ›B3b) XPS – Scanning Photoemission Microscopy
- ›B4) X-ray Photoemission Electron Microscopy
- ›B5) Scanning Probe Microscopy
- ›B6) Optical Spectroscopies
- ›B7) Transport
- ›C) Low-dimensional Materials: 2D, 1D, 0D
- ›C1) 2-dimensional Electron Systems
- ›C2) Quantum Hall Effect
- ›C3) Graphene I
- ›C4) Graphene II
- ›C5) Phosphorene
- ›C6) Semiconductor Nanowires
- ›C7) Quantum Dots
- ›D) Examples
- ›D1) Hydrogen Storage
- ›E ) Lab Training

### Bibliografia e materiale didattico

- Jeffrey Y. Tsao, Materials Fundamentals of Molecular Beam Epitaxy, 1992
- Ivan V. Markov, Crystal Growth for Beginners: Fundamentals of Nucleation, Crystal Growth, and Epitaxy, 2004
- Yu Peter, Cardona Manuel, Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties
- Ashcroft Neil W, David Mermin N, Solid State Physics
- Carlo Lamberti, Characterization of semiconductor heterostructures and nanostructures, Elsevier, 2008
- Bert Voigtländer, Scanning Probe Microscopy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015
- T. L. Alford, L. C. Feldman, J. W. Mayer, Fundamentals of Nanoscale Film Analysis, 2007 Springer
- Mohamed Henini (Ed.), Molecular Beam Epitaxy, 2013 Elsevier

### Indicazioni per non frequentanti

N/A

### Modalità d'esame

Esame orale

### Altri riferimenti web

N/A

### Note

N/A

Ultimo aggiornamento 22/02/2023 10:54