

## Francesco Fuso

INFM, DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DI PISA

Via Filippo Buonarroti 2, I-56127 Pisa (Italy)

Tel +39 050 2214 305, 293; Fax +39 050 2214 333

e-mail: [fuso@df.unipi.it](mailto:fuso@df.unipi.it)

<http://www.df.unipi.it/~fuso>

Pisa, 05/11/2002

### Corso di Laurea in Scienza dei Materiali - Fisica delle nanotecnologie

#### Programma del corso a.a. 2002/2003

**Aspetti fisici di base delle nanostrutture:** definizioni e concetti fondamentali; richiami sui principi di funzionamento delle giunzioni di semiconduttori e sui MOS-FET.

**Proprietà di trasporto in sistemi e dispositivi a bassa dimensionalità:** proprietà di trasporto classiche in film sottili; densità degli stati e dimensionalità dei sistemi; effetto Hall quantistico: livelli di Landau, quanto di resistenza di von Klitzing; guide d'onda elettroniche: livelli di Landauer; fenomeni di singolo elettrone ed effetti di Coulomb-blockade e Coulomb staircase; fullereni e nanotubi di carbonio: proprietà principali e metodi di preparazione; richiami sull'effetto tunnel: diodo a tunnel risonante; cenni su superconduttori e giunzioni SIS e NIS, effetto Josephson, dispositivi SQUID e RFSQL (cenni); esempi di elettronica intramolecolare (cavi, switches, diodi,...); monostrati molecolari autoassemblati.

**Proprietà ottiche in sistemi e dispositivi a bassa dimensionalità:** cenni sulle proprietà ottiche di nanocristalli; proprietà ottiche in MQW e quantum dots; atomi artificiali; esempi di luminescenza da nanocristalli e silicio poroso; cenni su eccitoni; aspetti fondamentali dei laser ad eterogiunzione, a cavità verticale (VCSEL) e a cascata quantica; cenni su cristalli fotonici.

**Tecnologie per la fabbricazione di film sottili:** crescita epitassiale ed eteroepitassiale; principali metodi fisici e chimici per la deposizione di film sottili: MBE, MO-MBE, sputtering, PLAD, PE-CVD, LPE.

**Tecnologie per l'osservazione e la definizione per via ottica di nanostrutture:** richiami sulla diffrazione ottica, risoluzione spaziale e limite di Abbe; microscopia ottica convenzionale e confocale (cenni); litografia ottica e a raggi-X, cenni di tecnologia del resist e dell'etching, etching anisotropo, side-wall patterning; cenni sulla manipolazione laser di atomi neutri e litografia atomica.

**Tecnologie per l'osservazione e la definizione di nanostrutture mediante fasci di cariche:** microscopia elettronica SEM e TEM: funzionamento e principali meccanismi di contrasto, campo chiaro e campo scuro; litografia elettronica: vantaggi e limiti connessi.

**Tecnologie per l'analisi e la manipolazione di nanoparticelle mediante microscopia a scansione di sonda:** generalità sulla SPM: modi di operazione, artefatti, risoluzione spaziale; esempi di SPM: AFM, STM, SFM, EFM, MFM,...; microscopia a campo prossimo ottico (SNOM); litografia mediante SPM.

**Testi di riferimento:** durante il corso di studio è prevista la distribuzione di materiale didattico. Un elenco parziale dei testi di riferimento utilizzati comprende:

- P.Y. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of semiconductors: physics and materials properties*, Springer Verlag (1999).
- F. Bassani, U.M. Grassano, *Fisica dello Stato Solido*, Bollati Boringhieri (2000).
- M. Ohring, *The materials science of thin films*, Academic (1997).
- G. Timp, *Nanotechnology*, Spinger-Verlag (1999).
- M.J. Madou, *Fundamentals of microfabrication*, CRC Press (1997).
- R. Wiesendanger, *Scanning Probe Microscopy: analytical methods (Nanoscience and Technology)*, Springer-Verlag (1998).