

# Scienza e Tecnologia dei Materiali

## **Finalità**

La Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali ha la finalità di formare professionisti in grado di inserirsi nelle attività produttive e nei centri di ricerca dediti allo studio dei Nuovi Materiali.

Il Laureato Magistrale deve avere le conoscenze scientifiche necessarie alla produzione e alla caratterizzazione dei materiali innovativi e di frontiera. Inoltre dovrà aver maturato le capacità di coordinare progetti complessi in ambito interdisciplinare e sviluppare le attitudini necessarie al lavoro di gruppo.

## **Obiettivi formativi**

Obiettivi di questo corso sono: acquisire le conoscenze di Fisica e di Chimica, nonché le competenze sperimentali utili allo sviluppo di nuovi materiali partendo dalla conoscenza degli atomi e delle molecole che li compongono; le conoscenze di base della Matematica e dell'Informatica necessarie ad elaborare modelli e a trattare i dati derivanti dallo studio dei materiali innovativi; possedere la metodologia ingegneristica necessaria a prefigurare processi complessi che richiedano alte capacità organizzative; essere capaci di progettare, gestire e coordinare esperimenti che coinvolgono discipline diverse; infine acquisire una sufficiente cultura d'impresa e la capacità di comunicare per iscritto e verbalmente in una seconda lingua della comunità europea.

## **Attività formative**

Il curriculum della Laurea Magistrale comprende: corsi di Matematica; corsi di Fisica moderna, finalizzati alla comprensione della correlazione proprietà struttura, all'uso di tecniche fisiche per il trattamento e la caratterizzazione dei materiali; corsi di Chimica mirati alla sintesi e alla caratterizzazione composizionale di materiali funzionali; corsi di Ingegneria mirati alla progettazione e allo studio delle proprietà funzionali di nuovi materiali per dispositivi elettronici basati sullo sviluppo delle nanostrutture e dei biomateriali. Infine il conseguimento della Laurea Magistrale prevede una approfondita conoscenza delle metodiche sperimentali e una attività originale di ricerca presso l'università le industrie o centri di ricerca specializzati nella progettazione e/o nella realizzazione di Nuovi Materiali.

**Sbocchi professionali**

Il conseguimento della Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali consente l'inserimento, con alta qualificazione professionale, presso industrie elettroniche, optoelettroniche, dei polimeri e del riciclo dei materiali. Certificazione di qualità nei settori commerciali dell'alta tecnologia. Attività professionale nel settore dei Beni Culturali ed Ambientali. Attività di ricerca presso enti pubblici e privati. Inoltre questa Laurea Magistrale afferendo alla classe di Scienza e Ingegneria dei Materiali 61/S permette l'accesso ai dottorati di ricerca in Fisica, Chimica ed Ingegneria dei Materiali.

**Ordinamento degli Studi****I° Anno**

<b>I Semestre</b>	<b>Cfu</b>	<b>SSD</b>
Chimica dei Solidi 2	8	Chim/03
Compositi e Ceramiche	6	Ing-Ind/22
Elettronica Biologica e Molecolare	6	Ing-Inf/01
Probabilità e Statistica	6	Mat/06
<b>II Semestre</b>	<b>Cfu</b>	<b>SSD</b>
Biomateriali	6	Chim/02
Teoria dei Solidi e Modelli Molecolari	8	Fis/03
Metallurgia	6	Ing-Ind/21
Macromolecole e Processi Biochimici	6	Bio/10
Lingua Inglese E3	4	L-Lin/12
Corso Libero	6	- - -

**II° Anno**

<b>I Semestre</b>	<b>Cfu</b>	<b>SSD</b>
Microscopia e Nanoscopia	6	Fis/03
Materiali Superconduttori	6	Fis/03
Corso Libero	6	- - -
Inizio Tesi	12	- - -
<b>II Semestre</b>	<b>Cfu</b>	<b>SSD</b>
Materiali Nanostrutturati per l'Elettronica	6	Chim/03
Completamento Tesi ed Esame Finale	22	- - -

\*\*\*\*\*

## Programmi dei corsi

### **Biomateriali - 6 CFU**

*Prof. Gaio Paradossi*

Biomateriali soffici: definizioni, polimeri funzionalizzati, colloidali.

Microstrutture e mesostrutture. Caratterizzazione di equilibrio e dinamica dei componenti in fase gel: metodi reologici, spettroscopici, calorimetrici e di scattering. Teorie della gelazione. Applicazioni: sostituti tissutali, agenti di contrasto per ultrasuoni, veicolatori per rilascio controllato di farmaci.

\*\*\*\*\*

### **Chimica dei Solidi 2 - 8 CFU**

*Prof. Massimo Tomellini*

A) Termodinamica delle interfacce. Energia libera d'eccesso: teoria di Chan-Hilliard. Superfici dei solidi. Tensione superficiale. Teorema di Wulff. Fisisorbimento e Chemisorbimento. Isoterme di adsorbimento. Cinetica di adsorbimento.

B) Funzione lavoro. Metodo di Kelvin per la misura del potenziale di contatto. Effetto termoionico. Semiconduttori di tipo p ed n.

C) Classificazione delle transizioni di fase. Transizioni ordine-disordine nelle leghe binarie.

Approccio di Bragg-Williams. Calore specifico al punto di transizione. Cinetica delle transizioni di fase. Processi di nucleazione e crescita. Teoria di Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami.

\*\*\*\*\*

### **Compositi e Ceramiche - 6 CFU**

*Docente da definire*

1) Ceramic materials:

*structure of ceramics:* mechanical and functional properties of ceramics

*the ceramic process:* powder synthesis, forming and sintering

2) Composite materials:

*polymeric matrix composite materials (PMC):* main types of matrix and reinforcements, unidirectional, short fibres and particle composites, micromechanical model of unidirectional and particle composites, notes on fracture mechanics, toughness, impact and fatigue resistance of composites, notes on nanocomposites

*notes on metal matrix composites (MMC):* main types of matrix and reinforcements, main MMC properties;

*notes on ceramic matrix composites (CMC):* main types of matrix and reinforcements, main CMC properties;

3) Surface Engineering:

*thermal-spray- processes: main techniques: plasma spray, flame spray, arc spray, thermal sprayed coating form and main properties. PVD and CVD processes*

#### 4) Notes on material selection in mechanical design (Ashby methodology)

\*\*\*\*\*

#### **Lingua Inglese E3 - 4 CFU**

*Docente da definire*

.....

\*\*\*\*\*

#### **Macromolecole e Processi Biochimici - 6 CFU**

*Dr.ssa Sonia Melino*

.....

\*\*\*\*\*

#### **Materiali Nanostrutturati per l'Elettronica - 6 CFU**

*Prof.ssa Maria Letizia Terranova*

Introduzione ai nanomateriali inorganici ed alle nanostrutture (0-D, 1-D e 2-D). Gli approcci: bottom-up e top-down. Tecniche di processo: sintesi chimiche, trattamenti post-sintesi, tecniche litografiche. Caratterizzazioni, proprietà ed applicazioni di importanti classi di materiali, con particolare riferimento ai nanotubi di Carbonio ed agli ossidi mesoporosi.

\*\*\*\*\*

#### **Materiali Superconduttori - 6 CFU**

*Prof. Matteo Cirillo*

.....

\*\*\*\*\*

#### **Metallurgia - 6 CFU**

*Docente da definire*

Carte delle proprietà. Gerarchia delle cause delle proprietà dei metalli. La struttura elettronica dei metalli. Solidificazione di metalli puri e leghe. Tipi di interfaccia tra fasi diverse. Difetti di punto, dislocazioni, geminati, difetti di impilamento, bordi di grano. Produzione di materiali metallici nanocristallini e amorfi. Metallurgia delle polveri. Deformazione plastica di monocristalli e policristalli. Influenza dei trattamenti termici. Meccanismi di rinforzo.

Trattamenti superficiali.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti delle lezioni.

\*\*\*\*\*

#### **Microscopia e Nanoscopia - 6 CFU**

*Prof.ssa Anna Sgarlata*

Introduzione alla Scienza e alla Tecnologia su scala Nanometrica, alle Tecniche di Superficie in Ultra Alto Vuoto e alla Struttura delle Superfici Solide. Le Tecniche di Microscopia a Scansione in particolare la Microscopia a Scansione a Effetto Tunnel, La Microscopia a Forza Atomica e il Microscopio Ottico a Scansione a Effetto di Campo Vicino. Sono individuati i principi di funzionamento delle diverse tecniche atte all'acquisizione di immagini topografiche e informazioni spettroscopiche con particolare attenzione ai possibili artefatti della tecnica e alle tecniche di acquisizione e analisi. Saranno illustrati alcuni dei principali risultati ottenuti con queste tecniche. La Microscopia Elettronica : in particolare in Trasmissione (TEM) e in Scansione (SEM). Le Tecniche spettroscopiche basate sull'utilizzo dei fasci ionici quali il Cannone a Ioni Focalizzato (FIB) e le tecniche Ottiche sensibili alla superficie (Epiottica) quali la Spettroscopia di Riflessione Anisotropa (RAS) e la spettroscopia RAMAN. Per finire uno sguardo alle moderne tecniche di litografia su scala nanometrica quali la Nanolitografia basata sull'Autorganizzazione e la Nanostrutturazione Artificiale e Naturale dei materiali e delle Nanostrutture. Il corso comprende: lezioni teoriche, per lo studio dei principi teorici di base, lezioni pratiche in laboratorio, per l'acquisizione dell'uso delle diverse tecniche sperimentali ed infine una parte relativa all'analisi dei dati registrati in laboratorio e alla stesura di relazioni scientifiche.

\*\*\*\*\*

### **Probabilità e Statistica - 6 CFU**

*Dr. Claudio Macci (Mutuato dal corso di Laurea in Informatica)*

.....

\*\*\*\*\*

### **Teoria dei Solidi e Modelli Molecolari - 8 CFU**

*Prof.<sup>ssa</sup> Olivia Pulci*

L'approssimazione di Born-Oppenheimer. Richiami: Reticolo di Bravais, Reticolo Reciproco, Diffrazione raggi x (Von Laue). Teoria delle bande nei solidi: Teorema di Bloch, L'elettrone quasi libero (elettrone in potenziale debole), Tight binding, Hartree, Hartree-Fock, La teoria del Funzionale Densità, Esempi e applicazioni a solidi infiniti, superfici, clusters. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: Regola d'oro di Fermi, Calcolo della funzione dielettrica, Relazioni di Kramers Kronig, Calcolo della riflettività. Teoria della massa efficace. Gli eccitoni. Proprietà vibrazionali nei solidi: I fononi, Calcoli di bande fononiche nella approssimazione del Funzionale Densità.

\*\*\*\*\*