UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

# Solid State and Surface Physical Chemistry

**2122-2-F5401Q037**

## Obiettivi

Il corso si pone l'obiettivo di approfondire e consolidare concetti di base della chimica-fisica dei solidi e delle loro superfici con problematiche applicative nelle scienza e tecnologia dei semiconduttori.

Il corso si pone l'obiettivo di approfondire e consolidare concetti di base della chimica-fisica dei solidi, dei difetti e superfici dei solidi stessi con problematiche applicative nei semiconduttori.

**Conoscenze e capacità di comprensione**

Al termine del corso lo studente conosce:

- le principali tecniche di caratterizzazione dei materiali e di superfici
- i principali metodi di crescita di tipo bulk e di film sottili per semiconduttori
- la tipologia di difetti e il ruolo di essi nelle proprietà dei materiali e dei semiconduttori in particolare

**Conoscenza e capacità di comprensione applicate**

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- applicare una metodologia per comprendere e prevedere il ruolo dei difetti sulle proprietà dei materiali attraverso il concetto di soluzione solida diluita

- interpretare criticamente i risultati di analisi di proprietà di bulk e superficiali di materiali, analisi ottenute mediante tecniche quali SEM, EDX, XPS, SIMS.

- capire come ogni singola tecnica di crescita non è esente dall'introdurre difetti ed impurezze in un materiale che tali difetti possono modificarne proprietà e funzionalità.

-conosce l'importanza e il ruolo dei difetti nella scienza dei materiali

**Autonomia di giudizio**

Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di

- scegliere il metodo o la tecnica di caratterizzazione dei solidi più adatta alla proprietà o al fenomeno che vuole investigare

- comprendere la possibile fonte di impurezza durante il processo di crescita o di realizzazione di un dispositivo e le modalità per evitarla.

**Abilità comunicative**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di :

Esporre oralmente con proprietà di linguaggio argomenti scientifici di chimica dello stato solido e (si veda modalità di esame ) saper descrivere e presentare in modo chiaro e sintetico un argomento tratto da un articolo scientifico inerente le tematiche dell'insegnamento

**Capacità di apprendere**

Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite a contesti differenti da quelli presentati durante il corso, e di comprendere gli argomenti trattati nella letteratura scientifica riguardante la difettualità dei materiali e delle relazioni tra processi di crescita difettualità e proprietà di un materiale

## Contenuti sintetici

Descrizione del ruolo dei difetti sulle proprietà dei materiali , in particolare nei semiconduttori . Introduzione alla chimica fisica delle superfici e ai processi di assorbimento. Descrizione delle principali tecniche di analisi delle superficie . Tecniche di crescita di materiali bulk e di film epitassiali, correlazione proprietà, difettualità e tecnica di crescita.

## Programma esteso

DIFETTI NEI MATERIALI :

Difetti di punto e difetti estesi (dislocazioni , bordi grano , antiphase domains, stacking fault ): loro interazioni nei sistemi reali. SUPERFICI Superfici ideali e reali. Superfici dei solidi : stima della energia superficiale Fenomeni di adsorbimento: fisisorbimento e chemisorbimento: isoterme di adsorbimento (isoterme di Languimir e di BET). Principali metodi sperimentali di analisi delle superfici e della difettualità (Tecniche SEM XPS, AUGER, SIMS, DLTS, misure di BET).
Tecniche di crescita di materiali massivi (monocristallini e policristallini) e di film sottili con attenzione alla relazione tra difettualità e condizioni di crescita; (deposizione per evaporazione, processi di sputtering, crescite per

Chemical Vapor Deposition, Epitassia da fasci molecolari , deposizione film Langmuir-Blodgett). Aspetti generali dei processi di deposizione, applicazioni. Criteri di scelta e di ottimizzazione dei processi. Per ogni argomento verranno trattati diversi case studies.

## Prerequisiti

Esami di Chimica Fisica I e II del triennio ed esame di chimica fisica dello stato solido del 1° anno della LM

## Modalità didattica

Lezioni frontali in aula, integrate da strumenti multimediali di supporto funzionali ad una miglior comprensione degli argomenti trattati.

## Materiale didattico

- S. Eliot The Physics and Chemistry of solids Wiley
- J. D. Plummer , M.D. Deal, P.B. Griffin Silicon VLSI Technology Prentice Hall
- J. B. Hudson Surface science an introduction
- A. W. Adamson, A.P. Gast Physical Chemistry of Surfaces 6th ed. Wiley
- Hans-Jürgen Butt, Karlheinz Graf, Michael Kappl. Physics and Chemistry of Interfaces, 3rd Edition. ISBN: 978-3-527-41216-7 March 2013 495 Pages Wiley (try to use 3rd edition and not the 1st edition, since the book has been extensively revised and corrected).
- Geoffrey Barnes, Ian Gentle. Interfacial Science: An Introduction, 2nd Edition. ISBN: 9780199571185. Oxford.

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

1° anno secondo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica del profitto è volta a valutare la preparazione raggiunta in termini di conoscenza teorica degli argomenti trattati durante le lezioni e di alcune loro applicazioni, l'autonomia di analisi e giudizio e le capacità espositive dello studente. Avviene attraverso un colloquio orale sugli argomenti trattati nel corso . La votazione viene espressa in trentesimi con eventuale lode e valutata in base alla completezza e qualità delle risposte fornite dallo studente

E' data facoltà agli studenti frequentanti di avere una valutazione intermedia basata su una presentazione in classe di 15 minuti su un argomento e/o articolo scientifico inerente al corso, scelto dal singolo studente da una lista fornita dal docente generalmente alla fine di Marzo . Tale presentazione conta per il 30% del voto finale .

## Orario di ricevimento

Tutti i giorni su prenotazione tramite e-mail