UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

## Thermodynamics and Kinetics of Materials

**2122-2-F5401Q035**

### Obiettivi

Lo scopo del corso è fornire agli studenti le conoscenze e competenze necessarie per padroneggiare i complessi meccanismi e processi che stanno alla base delle trasformazioni di fase dei materiali, sia per quanto riguarda gli aspetti termodinamici sia per quanto riguarda gli aspetti cinetici. Le conoscenze e competenze acquisite verranno applicate ad alcuni casi di studio di rilevante importanza tecnologica nel settore dei materiali funzionali.

**D1 - CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE**
Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
1 Descrivere i principi base della termodinamica dello stato solido
2 Descrivere i processi cinetici allo stato solido
3 Descrivere i meccanismi di transizione di fase allo stato solido

4 Descrivere i processi di diffusione e trasporto ionico allo stato solido
5 Descrivere i principi fisici alla base di diffrazione e spettroscopie a base di raggi X
6 Descrivere i principi fisici alla base della spettroscopia NMR a gradiente impulsato
7 Descrivere le proprietà degli stati cristallino e amorfo.

**D2 - CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE**
Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
1 Prevedere i risultati di un processo di trasformazione di fase sulla base di considerazioni termodinamiche
2 Ottenere informazioni strutturali dalle tecniche diffrattometriche
3 Ottenere informazioni dinamiche e strutturali dalle tecniche spettroscopiche
4 Correlare struttura e proprietà funzionali in sistemi cristallini e amorfi.

**D3 - AUTONOMIA DI GIUDIZIO**
Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
1 Scegliere le tecniche più utili per l'analisi strutturale di un solido
2 Selezionare le tecniche ed i parametri sperimentali utili ad ottenere specifiche informazioni strutturali nei solidi
3 Selezionare le tecniche ed i parametri sperimentali utili ad ottenere specifiche informazioni dinamiche nei solidi
4 Affrontare una discussione critica sulle relazioni tra struttura e proprietà funzionali in un solido

**D4- ABILITA' COMUNICATIVE**

Saper descrivere in forma scritta in modo chiaro e sintetico ed esporre oralmente con proprietà di linguaggio gli obiettivi, il procedimento ed i risultati delle elaborazioni effettuate.

**D5 - CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO**
Risultati attesi:
1 Raccogliere e comprendere le nuove informazioni utili per razionalizzare le proprietà strutturali di solidi.
2 Raccogliere e comprendere le informazioni circa l'evoluzione tecnologica di alcune tecniche spettroscopiche.

## Contenuti sintetici

Verranno innanzitutto discusse la termodinamica e la cinetica dei solidi. L’attenzione sarà posta sui processi di trasformazione di fase e sui meccanismi cinetici (diffusione, trasporto) che stanno alla loro base. Verranno poi introdotti i fondamenti di alcune tecniche spettroscopiche in grado di investigare la correlazioni tra struttura, dinamica e proprietà funzionali di alcune classi di solidi.

## Programma esteso

Termodinamica e cinetica delle trasformazioni di fase.

Principi della teoria di Landau. Trasformazioni ordine-disordine.

Soluzioni solide. Sistemi policristallini e bordo dei grani.

Processi di nucleazione omogenea e eterogenea durante la solidificazione e le trasformazioni solido-solido.

Cinetica allo stato solido.  Processi di trasporto di calore e materia.

Equazioni di continuità. Principi di termodinamica dei processi irreversibili. Relazioni di Onsager. Diffusione e leggi di Fick.

Equazione della diffusione ed esempi di sue soluzioni. Applicazioni a processi di diffusione nei solidi.

Aspetti strutturali delle trasformazioni allo stato solido.

La spettroscopia di raggi X: EXAFS, XANES.

Misura dei coefficienti di diffusione mediante NMR.

## Prerequisiti

Termodinamica generale. Cristallografia generale.

## Modalità didattica

Lezioni frontali.

## Materiale didattico

B.S. Bokstein et al., Thermodynamics & Kinetics in Materials Science, Oxford University Press, Oxford, 2005.

A.R. West, Solid State Chemistry and its Applications, Wiley, Chichester, 2014.

Dispense del docente.

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale con votazione in trentesimi

La verifica dell'apprendimento dei risultati previsti dai descrittori D1-D5 viene effettuata mediante un colloquio, durante il quale vengono poste allo studente almeno due domande su diverse parti del programma. Il colloquio, oltre ad accertare l'acquisizione di conoscenze e competenze disciplinari, tenderà a verificare le capacità di analisi critica, l’autonomia di giudizio e le capacità espositive dello studente.

## Orario di ricevimento

Su appuntamento