

## COURSE SYLLABUS

### Thermodynamics and Kinetics of Materials

2425-1-FSM01Q002

---

#### 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**

24 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa

## **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

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE

---