UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Thermodynamics and Kinetics of Materials

2627-1-FSM02Q002

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 lo stato cristallino e le principali strutture cristalline
2 Descrivere i proncipi termodinamici alla base dell'equilibrio tra fasi condensate
3 Descrivere i principi termodinamici alla base delle transizioni di fase solido/solido
4 Descrivere i processi cinetici che sottendono la formazione di fasi solide
5 Descrivere i principi fisici alla base dei processi di diffusione
6 Descrivere i principi fisici alla base della diffrazione per lo studio dei materiali
7 Descrivere i principi fisici alla base delle spettroscopie di assorbimento dei raggo X
8 Descrivere i principi termodinamici e cinetici alla base dei processi di corrosione

D2 - CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
1 Ottenere informazioni sullo stato cristallino dalle tecniche diffrattometriche
2 Leggere e interpretare digrammi di fase a più componenti
3 Prevedere la cinetica di crescita di materiali e le metodologie per influenzarla
4 Interpreatre spettri di assorbimento di raggi X e correlarli alle proprietà dei materiali
5 Prevedere la spontaneità di un processo corrosivo e valutarne la cinetica

D3 - AUTONOMIA DI GIUDIZIO Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
1 Correlare i vari argomenti del corso integrandoli in una visione unitaria
2 Applicare le conoscenze acquisite a materiali di importanza tecnologica

3 Selezionare le tecniche ed i parametri sperimentali utili ad ottenere specifiche informazioni strutturali 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 di analisi.

Contenuti sintetici

Stato cristallino e tecniche di difrazione. Termodinamica ello stato solido e diagrammi di fase. Processi di trasformazione di fase e meccanismi di crescita di cristalli. Diffusione e esempi applicativi. Fondamenti di alcune tecniche spettroscopiche in grado di investigare la correlazioni tra struttura, dinamica e proprietà funzionali di alcune classi di solidi.

Programma esteso

Lo stato cristallino e l'interpretazione delle tavole sinottiche delle tabelle internazionali di cristallografia. Sistemi cristallini, reticoli di Bravais gruppi spaziali.
Tecniche di diffrazione per lo studio delle sostanze cristalline. Determinazione di parametri reticolari e posizioni atomiche.
Termodinamica dei materiali, approccio di Gibbs e deterrminazione dell'equilibrio tra fasi condensate. Analisi critica di diagrammi di fase temperatura/composizione a due componenti. Soluzioni solide sostituzionali e interstiziali. Diagrammi di fase e morfologia: esempi (acciaio). Cenni ed esempi di digrammi di fase a tre componenti.
Calssificazione termodinamica delle trasformazioni di fase e analisi del comportamento delle funzioni di stato durante le transizioni. Trasformazioni del secondo ordine, teoria di Landau e parametro d'ordine. Applicazione della teoria di Landau alle trasformazioni ordine-disordine.
Processi di nucleazione omogenea e eterogenea durante la solidificazione e le trasformazioni solido-solido. Processi di crescita cristallina caso ristretto alla crescita e vaso generale di crescita durante la nucleazione.
Diffusione e diffusione in stato solido. Il concetto di densità di flusso, origine fisica della dissusione e prima legge di Fick Equazione di continuità e seconda legge di Fick. Soluzioni della seconda legge e applicazione a sistemi semplici.
La spettroscopia di assorbimento di raggi X (XAS): XANES EXAFS. Principi fisici e differenze applicative.
Principi genarali della corrosione. Tipi di corrosione. Termodinamica di corrosione e diagrammi di Pourbaix. Cinetica di corrosione e diagrammi di Evans..

Prerequisiti

Conoscenza di base dei sistemi chimici, delle interazioni chimiche in fasi condensate. Principi di interferenza tra onde monocromatiche.
Termodinamica di base, energia libera di Gibbs e sue derivate. Diagrammi di fase a 1 componente.
Conoscenze di analisi matematica, principi di derivazione. Equazioni differnziali, significato e soluzioni.

Modalità didattica

24 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa

Materiale didattico

International Tables of Cristallagraphy,
Fundamentals of Crystallography (third Edition), Giacovazzo et al. Oxford.
Thermodynamics and Phase Diagrams, Arthur D. Pelton, in Physical Metallurgy, Elsevier, Ebook
B.S. Bokstein et al., Thermodynamics & Kinetics in Materials Science,
Dispense del docente.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame scritto e orale con votazione in trentesimi

La verifica dell'apprendimento dei risultati previsti dai descrittori D1-D5 viene effettuata in due fasi: un esame scritto con problemi da risolvere (lettura di diagrammi di fase, calcoli termodinamici e applicazione di leggi cinetiche), domande aperte (dimostrazioni) e domande a risposta multipla. Una votazione positiva (grade >18 su 30) allo scritto permette di accedere all'esame orale, che deve tenersi nella stessa sessione. Durante il colloquio orale verranno accertatate le capacità di analisi critica ed espositive così come l’autonomia di giudizio dello studente."Subsequently, an oral interview will be held, during which the student's critical analysis and communication skills, as well as their independent judgment, will be assessed.

Orario di ricevimento

Su appuntamento

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE