Università Mercatorum

Università telematica delle Camere di Commercio Italiane

PROGRAMMA DEL CORSO DI SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

SETTORE SCIENTIFICO

ING-IND/22

CFU

9

LIBRO DI RIFERIMENTO

- Dispense a cura del docente.
- Scienza e Ingegneria dei materiali, una introduzione, W.D. Callister Jr., D.G. Rethwisch, 3a edizione, Edises (2012).
- Materiali, dalla scienza alla progettazione ingegneristica, M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Casa editrice Ambrosiana (2009).

ARTICOLAZIONE DELLA DIDATTIVA INTERATTIVA

- 1 ora AREA FAQ
- 1 ore WEB-FORUM
- 3 ore ESERCIZI sulla selezione dei materiali più adeguati per specifiche applicazioni.
- 2 ore PROVE IN ITINERE CON FEEDBACK

RISULTATI D'APPRENDIMENTO PREVISTI E COMPETENZE DA ACQUISIRE

CONTENUTI

Concetti di Processo, Struttura, Prestazioni e Proprietà, Classificazione dei materiali, Concetti di selezione e scelta dei materiali. Modello atomico della materia, Legami chimici primari e secondari, Interazioni molecolari (ponti H, dipolo-dipolo, dipoli istantanei, ecc.).Sistemi cristallini e reticoli di Bravais, Strutture tipiche nei metalli, nei ceramici, nei polimeri, nei semiconduttori, Definizione di difetto puntuale, lineare, interfacciale, Regola di Hume-Rothery. Definizione di sforzo e deformazione, Concetti di trazione, compressione, torsione e snervamento, Definizione di deformazione elastica, plastica ed elasto-plastica, Diagrammi sforzo-deformazione, Definizione di duttilità e fragilità, Concetti di frattura duttile, fragile e rottura a fatica, Meccanica della frattura, Resistenza a fatica, Creep primario, secondario e terziario. Meccanismo di conduzione del calore, Concetti di shock termico e stress termico, Proprietà

termiche di metalli, ceramici e polimeri, Temperatura di Debye, Legge di Wiedemann-Franz per i metalli, Definizione del TSR. Leggi di Ohm, Mobilità elettronica, Effetto della temperatura e delle impurità sui metalli, Semiconduttori intrinsechi ed estrinseci, semiconduttori tipo-n e tipo-p, Polarizzazione, Energia di Fermi. Concetti di polimeri termoplastici, termoindurenti e copolimeri, Polimeri cristallini e semicristallini, Temperatura di transizione vetrosa, temperatura di fusione, elastomeri, Comportamento viscoelastico e a frattura, Materie plastiche per usi avanzati. Equilibri di fase e Regola di Gibbs, Diagrammi di fase binari e Regola della leva, Trasformazioni eutettiche, eutettoidiche, peritettiche e peritettoidiche, Leghe non ferrose (Rame, Alluminio, Titanio), Il sistema Ferro-Carbonio e sue microstrutture, Definizione di Acciaio e Ghisa, Acciai al carbonio, legati ed inox, Classificazione delle ghise e proprietà meccaniche. Solidi ionici e loro stabilità, Concetti di elettroneutralità del reticolo, difetti di Frenkel e Schottky, Frattura fragile dei ceramici, Vetri e materie prime per la fabbricazione, Materiali refrattari ed isolanti, Classificazione e proprietà dei refrattari, Cemento e materie prime per la produzione del clinker. Classificazione dei compositi (particellari, fibro-rinforzati, strutturali), Influenza della dimensione delle particelle, Influenza della dimensione delle fibre, Diagrammi sforzo-deformazione, Condizione di isosforzo e isodeformazione, Compositi GFRC, CFRC, AFRC, Laminati e Sandwich. Concetti di cella elettrochimica, reazioni di ossidazione e riduzione, Potenziali elettrochimici, Legge di Nernst, Serie fem Standard e Serie Galvanica, Definizione di velocità di corrosione e condizione necessaria per la corrosione, Concetto di passività e transizione attivo-passivo, Forme di corrosione, Tecniche per la prevenzione della corrosione. Concetti di qualità tecnologica, compatibilità, qualità d’uso, significatività ed eco-sostenibilità, Albero dei materiali e dei processi, Mappe di Ashby, Concetti di schematizzazione, selezione, graduatoria ed informazione, Concetti di funzione, obiettivo, vincoli e variabili. Indice dei materiali e Ranking avanzato, Concetto di equazione delle performance, Screening tecnologico, Incidenza di processo, forma e materiale, Introduzione al CES. Ciclo siderurgico per la produzione di leghe ferrose, Ciclo di produzione del vetro, Ciclo di produzione del clinker, Sinterizzazione dei ceramici, Processi di pultrusione, pre-impregnazione e filatura per compositi. Concetti di design industriale e design tecnico, Proprietà tecniche e percettivo sensoriali, Vincoli di progettazione, Product design, Multidimensionalità dei materiali nel design, Interazioni estetica-processo, Incidenza dell’innovazione dei materiali, Smart materials nel design di prodotto. Concetti di ciclo di vita dei materiali e dei prodotti, Principi del Life Cycle Assessment, Definizione degli indicatori, Costi energetici dei materiali, Costi ambientali dei materiali.

OBIETTIVI

Il corso si propone di fornire agli allievi tutti gli strumenti necessari per una corretta conoscenza dei materiali da impiegare nell'industria. In particolare, saranno approfondite le interazioni intercorrenti tra microstruttura, proprietà e impiego dei materiali. Agli studenti sarà richiesto di acquisire la capacità di predisporre una relazione tecnica illustrativa dei criteri utili per la selezione dei materiali più adeguati per ogni specifica applicazione.

PROGRAMMA DIDATTICO

INTRODUZIONE

Classificazione dei Materiali. Richiami su stati di aggregazione, struttura atomica, tavola periodica e proprietà periodiche. Modelli atomici e numeri quantici. Legami atomici.

SOLIDI

Solidi ionici, covalenti, molecolari e metallici. Struttura cristallina e amorfa. Celle elementari CFC, CCC, EC. Direzioni e piani reticolari. Densità lineare, planare, volumetrica. Isotropia ed anisotropia. Polimorfismo e allotropia. Difetti nei

cristalli. Diagrammi di stato ad una, due e tre componenti.

PROPRIETÀ DEI MATERIALI E PROVE ASSOCIATE

Comportamento meccanico dei materiali. Classificazione delle prove meccaniche. Cenni sulle norme UNI ed UNI EN. Prova di trazione. Curva sforzo-deformazione. Modulo di elasticità. Legge di Hooke. Carico di snervamento. Resistenza a rottura. Duttilità. Resilienza. Tenacità. Durezza e prove di durezza. Dislocazioni e deformazioni plastiche. Incrudimento. Comportamento duttile e fragile. Resistenza a fatica. Creep. Proprietà termiche dei materiali. Proprietà elettriche dei materiali. Proprietà magnetiche dei materiali. Proprietà ottiche dei materiali.

METALLI e CERAMICI

Fabbricazione dei metalli. Proprietà meccaniche. Leghe metalliche ferrose e non ferrose. Trattamenti termici delle leghe metalliche. Acciai speciali. Leghe di alluminio. Leghe di titanio. Leghe e superleghe di nichel. Produzione, proprietà e applicazioni. La corrosione dei metalli.

Strutture e proprietà dei materiali ceramici. I materiali ceramici tradizionali e avanzati. Proprietà e trattamenti termici dei vetri. Metodi di produzione e applicazioni dei ceramici. La corrosione dei ceramici.

POLIMERI

Strutture molecolari. Polimeri termoplastici e termoindurenti. Processi di produzione e applicazioni dei polimeri. Proprietà termiche, meccaniche e viscoelastiche dei materiali polimerici. Il degrado dei polimeri.

COMPOSITI

Compositi rinforzati con fibre. Fibre per materiali compositi. Proprietà e processi di produzione dei fibro-rinforzati. Compositi a matrice polimerica. Compositi a matrice metallica. Proprietà ed applicazioni dei compositi.

MALTE E CALCESTRUZZI

Leganti aerei (gesso, calce aerea) e idraulici (calce idraulica, cemento Portland). Presa e indurimento. Classificazione dei cementi, tipi di cemento, cementi speciali. Cenni alla produzione. Calcestruzzo: acqua di impasto, aggregati, additivi. Proprietà del calcestruzzo fresco. Proprietà del calcestruzzo indurito. Mix design. Cenni ai calcestruzzi speciali: calcestruzzi leggeri, ad alte prestazioni, autocompattanti.

STAMPA3D

Origine della prototipazione rapida. Evoluzione della stampa 3D. I processi di produzione: tecnologia FDM, la stereo-litografia (STL), la manifattura additiva da letto di polvere.

Elenco videolezioni

1 - LA CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI

2 - RICHIAMI SU STATI DI AGGREGAZIONE, STRUTTURA ATOMICA, TAVOLA PERIODICA E PROPRIETÀ PERIODICHE

3 - MODELLI ATOMICI E NUMERI QUANTICI

4 - I LEGAMI ATOMICI

5 - I SOLIDI IONICI, COVALENTI, MOLECOLARI E METALLICI

6 - STRUTTURA CRISTALLINA E AMORFA. CELLE ELEMENTARI CFC,CCC,EC

7 - DIREZIONI E PIANI RETICOLARI. DENSITÀ LINEARE, PLANARE E VOLUMETRICA. ISOTROPIA E ANISOTROPIA

8 - POLIMORFISMO E ALLOTROPIA. DIFETTI NEI CRISTALLI. DIAGRAMMI DI STATO

9 - IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI

10 - LE PROVE SUI MATERIALI: LA PROVA DI TRAZIONE

11 - DUTTILITÀ, RESILIENZA E TENACITÀ

12 - DUREZZA E PROVE DI DUREZZA

13 - RESISTENZA A FATICA E CREEP

14 - LE PROPRIETÀ DEI MATERIALI

15 - I MATERIALI METALLICI: STRUTTURE E PROPRIETÀ

16 - FABBRICAZIONE DEI METALLI. PROPRIETÀ MECCANICHE

17 - LEGHE METALLICHE FERROSE E NON FERROSE

18 - ACCIAI SPECIALI. ACCIAI INOSSIDABILI

19 - LA CORROSIONE DEI METALLI

20 - STRUTTURE E PROPRIETÀ DEI MATERIALI CERAMICI. I MATERIALI CERAMICI TRADIZIONALI E AVANZATE

21 - METODI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI CERAMICI

22 - APPLICAZIONI DEI MATERIALI CERAMICI

23 - I POLIMERI: STRUTTURE E PROPRIETÀ

24 - PLASTICHE ED ELASTOMERI

25 - POLIMERI TERMOPLASTICI E TERMOINDURENTI

26 - CARATTERISTICHE ED APPLICAZIONI DELLE PLASTICHE E DEGLI ELASTOMERI

27 - BIOMATERIALI POLIMERICI E POLIMERI AVANZATI

28 - IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEI POLIMERI

29 - LE REAZIONI DI SINTESI E ADDITIVI NEI POLIMERI

30 - LE FIBRE, I FILM E LE APPLICAZIONI

31 - I COMPOSITI: LE PRINCIPALI CLASSI E CARATTERISTICHE

32 - COMPOSITI RINFORZATI CON FIBRE

33 - PROCESSI DI PRODUZIONE DEI COMPOSITI

34 - LA MATRICE NEI COMPOSITI

35 - I COMPOSITI STRUTTURALI

36 - I LEGANTI AEREI: IL GESSO

37 - I LEGANTI AEREI: LA CALCE AEREA

38 - I LEGANTI IDRAULICA: LA CALCE IDRAULICA E IL CEMENTO

39 - IL CEMENTO PORTLAND

40 - IDRATAZIONE DEL CEMENTO PORTLAND: CLINKER, PRESA E GESSO

41 - IDRATAZIONE DEL CEMENTO PORTLAND: INDURIMENTO, IDRATAZIONE DEI SILICATI E CALORE

42 - IDRATAZIONE DEL CEMENTO PORTLAND: GELO, POROSITÀ E RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

43 - IL CALCESTRUZZO: AGGREGATI, FUNZIONI E PROPRIETA'

44 - LA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI

45 - PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO FRESCO: LA LAVORABILITA'

46 - PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO FRESCO: LA MESSA IN OPERA E LA STAGIONATURA

47 - PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO INDURITO: CREEP, DURABILITÀ E RESISTENZA A COMPRESSIONE

48 - PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO INDURITO: RESISTENZA A TRAZIONE E PROPRIETÀ TERMICHE

49 - ORIGINE ED EVOLUZIONE DELLA PROTOTIPAZIONE RAPIDA

50 - IL DEGRADO DEL CALCESTRUZZO: ATTACCO DA ANIDRIDE CARBONICA

51 - IL DEGRADO DEL CALCESTRUZZO: ATTACCO SOLFATICO E ATTACCO DA CLORURI

52 - I PROCESSI DI MANIFATTURA ADDITIVA

53 - I MATERIALI PER LA STAMPA 3D