Indice

Indice III
Lezioni XII
Introduzione 3
Definizioni 5
- Materiale 5
- Oggetti 5
- Strutture 5
- Dispositivi 6

Classificazioni dei materiali 6
- Classificazione in base alla provenienza 6
- Classificazione in base alla natura del legame chimico 7

Plastica 11
Esame 13
Credito formativo 13
Plastica 14
Esempi di materiali 14
Legami chimici 26
Classificazione dei solidi 4
Solidi cristallini e amorfi 5
- Cella elementare 7
- Tipi di cristalli 10

Celle a simmetria cubica 13
- Direzioni 13
- Piani cristallografici 14

Densità 15
Legami chimici 17
Legami intermolecolari 26
Legame metallico 27
Sostanze solide 29
- Solidi covalenti 29
- Solidi ionico-covalenti 30
- Solidi molecolari 31
- Solidi ionici 31
- Solidi metallici 32

Materiali metallici 33
Celle elementari dei materiali metallici puri 35
- Cubica a facce centrate, CFC 35
- Cubica a corpo centrate, CCC 36
- Esagonale compatta, EC 37
- Esercizi tipo da svolgere, si trovano svolti sul libro. 38
- In sintesi 38

Ferro 40
Difetti nei materiali metallici 41
- Difetti di punto 41
- Difetti di linea 45
- Difetti di superficie o bordi di grano 47

Processi di fonderia 48
Tecnologia dei materiali 50
Processi 50
Leghe metalliche 54
- Microstruttura del materiale metallico 55

Diagrammi di stato binari 55
Diagramma binario a due componenti completamente miscibili 4
Regola della leva 5
Sistema rame-nichel 6
Dal punto di vista pratico 7
Diagramma binario a due componenti parzialmente miscibili allo stato solido 8
Trasformazione eutettica. 8
Rame-argento 13
Magnesio-piombo 14
Esercitazione con la dott.ssa Lamastra 16
Domanda 1: che vuol dire che un solido è cristallino ? 16
Domanda 2: cosa è una cella unitaria ? 16
Domanda 3: quali sono le principali strutture cristalline dei materiali metallici 16
Domanda 4: Cos'è il fattore di compattazione atomica (FCA) ? 16
Domanda 5: si calcoli il FCA per a cella CFC 16
Densità 17
Esercizio 1 17
Esercizio 2 18
Esercizio 3 18
Esercizio - polimorfismo 19
Esercizio 4 19
Esercizio 5 20
Esercizio 6 20
Esercizio 7 21
Esercizio 8 21
Esercizio 9 21
Esercizio 10 22
Esercizio 11 22
Esercizio 12 23
Direzioni cristallografiche 24
Esercizio 1 25
Esercizio 2 25
Esercizio 3 25
Esercizio 4 26
Esercizio 5 27
Diagrammi di stato 28
Trasformazioni invarianti 30
Magnesio-piombo 33
Trasformazione peritettica 35
Diagrammi di stato 3
Diagramma ferro carbonio 5
Acciai 7
Esercitazione prof.ssa Lamastra 13
Ferro carbonio 33
Ghise 34
Acciai 3
In base all'applicazione 5
Classificazione degli acciai 5
Designazione degli acciai 7
Gruppo 1 7
Gruppo 2 9
Designazione numerica 10
Designazione AISI 11
Esercitazione dott.ssa Lamastra 13
Proprietà meccaniche 27

Tipologie di sollecitazione 27
Esercitazione ing Bragaglia 4
Sforzo di trazione 4
Coefficiente di Poisson 5
Sforzo di taglio 5
Esercizio 1 6
Esercizio 1 6
Esercizio 2 6
Esercizio 3 6
Esercizio 4 6
Esercizio 5 6
Esercizio 6 7
Esercizio 7 7
Esercizio 8 7
Esercizio 9 7
Esercizio 10 7
Esercizio 11 8
Esercizio 12 8
Esercizio 13 8
Prove meccaniche 9
Prove di trazione 9
Durezza 21
Durezza Brinnel 22
Durezza Vickers 22
Durezza Knoop 23
Durezza Rockewell 23
Riassunto sul meccanismo di deformazione elastica dei materiali metallici 25
Meccanismo di deformazione plastica dei materiali metallici 27
Dislocazioni 28
Sistemi principali di scorrimento 32
Sforzo di taglio critico risolto nella direzione di taglio 34
Sforzo di taglio risolto critico 37
Metalli puri monocristallini 41
Leghe metalliche policristalline 44
Metodi di rafforzamento dei materiali metallici policristallini 3
Riduzione della dimensione del grano 3
Alligazione 6
Precipitazione 14
Incrudimento 16
Esercitazione ing. Bragaglia 18
Esercizio 1 18
Esercizio 2 19
Esercizio 3 19
Esercizio 4 20
Esercizio 5 20
Esercizio 6 20
Esercizio 7 20
Esercizio 8 21
Esercizio 9 21
Esercizio 10 22
Esercizio 11 22
Esercizio 12 22
Esercizio 13 22
Esercitazione ing. Bragaglia 4
Esercizio 1 4

Duttilità 4
Esercizio 2 4
Esercizio 3 5
Esercizio 4 6
Esercizio 5 7
Esercizio 6 8
Esercizio 7 8
Esercizio 8 9
Esercizio 9 10
Esercizio 10 10
Esercizio 11 11
Esercizio 12 12
Esercizio 13 13
Rafforzamento materiali metallici 14
Incrudimento 14
Tecnologia di formatura primaria dei materiali metallici 16
Tecniche di lavorazione per deformazione plastica 16
Forgiatura 18
Laminazione 19
Trafilatura 20
Estrusione 20
Riduzione percentuale di sezione 20
Ricottura 21
Biomateriali metallici 24
Acciai inossidabili austenitici 27
Leghe di Cobalto 30
Fusione a cera persa 30
Metallurgia delle polveri 31
Diffrazione 33
Raggi X 34
Legge di Bragg 34
Diffrattometri 36
Diffrattometri per polveri 37
Produzione raggi X 41
Tubo a raggi X 43
Trattamenti termici 45
Martensite 51
Frattura 4
Diffrazione 12
Monocromatizzazione 12
Collimazione 14
Detector 15
Diffrattogramma 19
Determinazione delle costanti reticolari 20
Indicizzazione 21
Esercizio sull'indicizzazione 23
Analisi qualitativa 25
Esercitazione ing. Bragaglia 27
Esercizio 1 27
Esercizio 2 29
Esercizio 3 30
Esercizio 4 30
Esercizio 5 31
Esercizio 6 31
Esercizio 6 32

Esercizio 7 32
Esercizio 8 33
Esercizio 9 34
Frattura 4
Modulo di tenacità 4
Tenacità 9
Teoria di Griffith 11
Fattore di concentrazione dello sforzo 15
Resilienza 18
Fatica 21
Prova di fatica 22
Superficie di frattura 24
Comportamento a fatica di componenti pre-criccati 25
Numero di cicli a frattura 26
Comportamento a fatica dei componenti non pre-criccati 27
Fattori che influiscono sulla vita a fatica 28
Diffrazione 30
Stress residui 30
Determinazione della dimensione media dei cristalliti 31
Tessitura 32
Analisi quantitativa 34
Esercizi 38
Esercizio 1 38
Esercizio 2 39
Esercizio 3 40
Esercizio 4 41
Esercizio 5 42
Esercizio 6 42
Materiali ceramici 43
Classificazione 48
Ceramici avanzati 48
Posizioni interstiziali 52
Struttura dell'ossido di magnesio 55
Struttura della zirconia cubica 56
Struttura dell'allumina 57
Struttura del carburo di silicio 57
Struttura del nitruro di silicio 58
Esercitazione ing. Bragaglia 4
Esercizio 1 4
Esercizio 2 4
Esercizio 3 5
Esercizio 4 5
Esercizio 5 6
Esercizio 6 6
Esercizio 7 8
Esercizio 8 10
Esercizio 9 11
Esercizio 10 12
Esercizio 11 13
Esercizio 12 13
Esercizio 13 14
Ceramici avanzati 15
Caratteristiche 15
Tipo AX 16
Struttura del carburo di silicio 19

Struttura del nitruro di silicio 19
Densità 20
Temperatura 20
Processo per la realizzazione dei ceramici avanzati 21
Caratteristiche 24
Prova di trazione 25
Prova di piegamento 26
Prova di compressione 27
Zirconia 29
Allumina tenacizzata con zirconia 30
Modulo di Young 31
Resistenza meccanica 33
Tenacità 34
Durezza 35
Esercitazione dott.sa Lamastra 36
Struttura del salgemma 36
Esercizio 1 37
Esercizio 2 38
Esercizio 3 38
Esercizio 4 39
Esercizio 5 39
Struttura del diamante. 40
Esercizio 6 40
Esercizio 7 41
Esercizio 8 42
Esercizio 9 42
Esercizio 10 43
Struttura zincoblenda 44
Esercizio 11 44
Esercizio 12 45
Esercizio 13 46
Esercizio 14 47
Materiali ceramici 49
Vetro 51
Silicati 52
Diagramma di stato della silice 54
Struttura dei vetri a base silice 57
Vetro calce-soda 58
Materiavi ceramici covalenti 7
Diamante 8
Grafite 9
Fullreni 12
Nanostrutture 13
Silicio 15
Cenni di chimica organica 17
Idrocarburi 18
Etene 22
Propene 22
Etino 23
Benzene 24
Etilbenzene 24
Gruppi funzionali 25
Dott.sa Lamastra 30
Preparativa metallografica 30
Ambiguità sulla terminologia 31

Obiettivi della preparativa metallografica 31
Scelta del campione 31
Taglio 32
Abrasivo 34
Legante 34
Fluido 35
Area di contatto 36
Posizione relativa 36
Inglobamento 37
Sgrossatura, lappatura e lucidatura 39
Attacco chimico 46
Polimeri 51
Classificazioni 52
Poliaddizione 54
Polietilene, PE 54
Polipropilene, PP 56
Polivinilcloruro, PVC 56
Politetrafluoroetilene, PTFE 56
Polistirene, PS 57
Polietilentereftalato, PET 57
Struttura molecolare 60
Polietilene, PE 61
Policondensazione 62
Nylon 62
Kevlar 63
Polimeri termoindurenti 65
Resine fenoliche 65
Resine epossidiche 67
Ing. Bragaglia 4
Additive manufacturing 4
Power bed fusion 10
Binder jetting 13
Fotopolimerizzazione 14
Policondensazione 17
Stereoisomeria 20
Termoindurenti 22
Elastomeri 24
Poli-isoprene 24
Polibutadiene 25
Poliisobutilene 25
Copolimeri 26
SBS 28
HIPS 29
Semicristallini e amorfi 30
Dott.sa Lamastra 47
Ottica geometrica 47
Lenti convesse 47
Formazione delle immagini 48
Legge delle lenti sottili 48
Microscopio ottico composto 50
Caratteristiche fondamenti 51
Ingrandimento 51
Apertura numerica 52
Risoluzione 52
Profondità di campo 53

SEM 54
Componenti principali 54
Sorgente di elettroni 55
Proprietà meccaniche dei materiali polimerici 66
Polimetilmetacrilato, PMMA 75
Polistirene 77
Ing. Bragaglia 4
Material extrusion 4
FDM 4
Materiali 5
Variabili in gioco 6
Problematiche di stampa 8
Post-processing 10
Hydrogel 3D printing 11
Bioplotting 11
Inkjet bioprinting 12
Laser assisted bioprinting 12
Sheet lamination 13
Laminating (LOM) 13
Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM) 13
Direct energy deposition 14
Material jetting 15
Additive manufacturing 16
Materiali 16
Dott.sa Lamastra 17
Esercizi 17
Esercizio 1 17
Esercizio 2 19
Esercizio 3 20
Esercizio 4 21
Esercizio 5 22
Esercizio 6 23
Esercizio 7 24
Esercizio 8 25
Esercizio 9 26
Materiali compositi 28
Rinforzo 30
Matrici 32
Modulo elastico 36
Resistenza a rottura 38
Interfaccia fibra/matrice 40
Lunghezza critica delle fibre 42
Rinforzo 44
Prepreg 47
Processi di fabbricazione dei compositi a matrice polimerica (PMC) 48
Laminazione manuale 48
Applicazione a spruzzo 48
Sacco a vuoto-autoclave 49
Filament winding 50
Stampaggio a compressione e iniezione 51
Pultrusione 51
Sheet-Molding Compound (SMC) 53
Vuoti 54
Microscopia SEM 55
EDS, energy dispersive X-ray spectroscopy 55

Preparazione dei campioni 59
Ing. Bragaglia 3
Scelta dei materiali in fase di progettazione 3
Processo di progettazione 3
Progettazione processo iterativo 4
Funzione, materiale, forma e processo 4
Materiali per l'ingegneria 7
Diagrammi a bolle (Ashby) 8
Diagrammi modulo-densità 8
Diagrammi resistenza-densità 9
Diagrammi modulo-resistenza 9
Diagrammi modulo specifico-resistenza specifica 9
Diagrammi resistenza-temperatura max di esercizio 12
Diagrammi di costo 12
Diagrammi modulo-costo relativo 12
Problema di progettazione 13
Dott.sa Lamastra 14
Esercizi sui materiali compositi 14
Esercizio 1 14
Esercizio 2 15
Esercizio 3 16
Esercizio 4 17
Esercizio 5 18
Esercizio 6 18
Esercizio 7 19
Esercizio 8 20