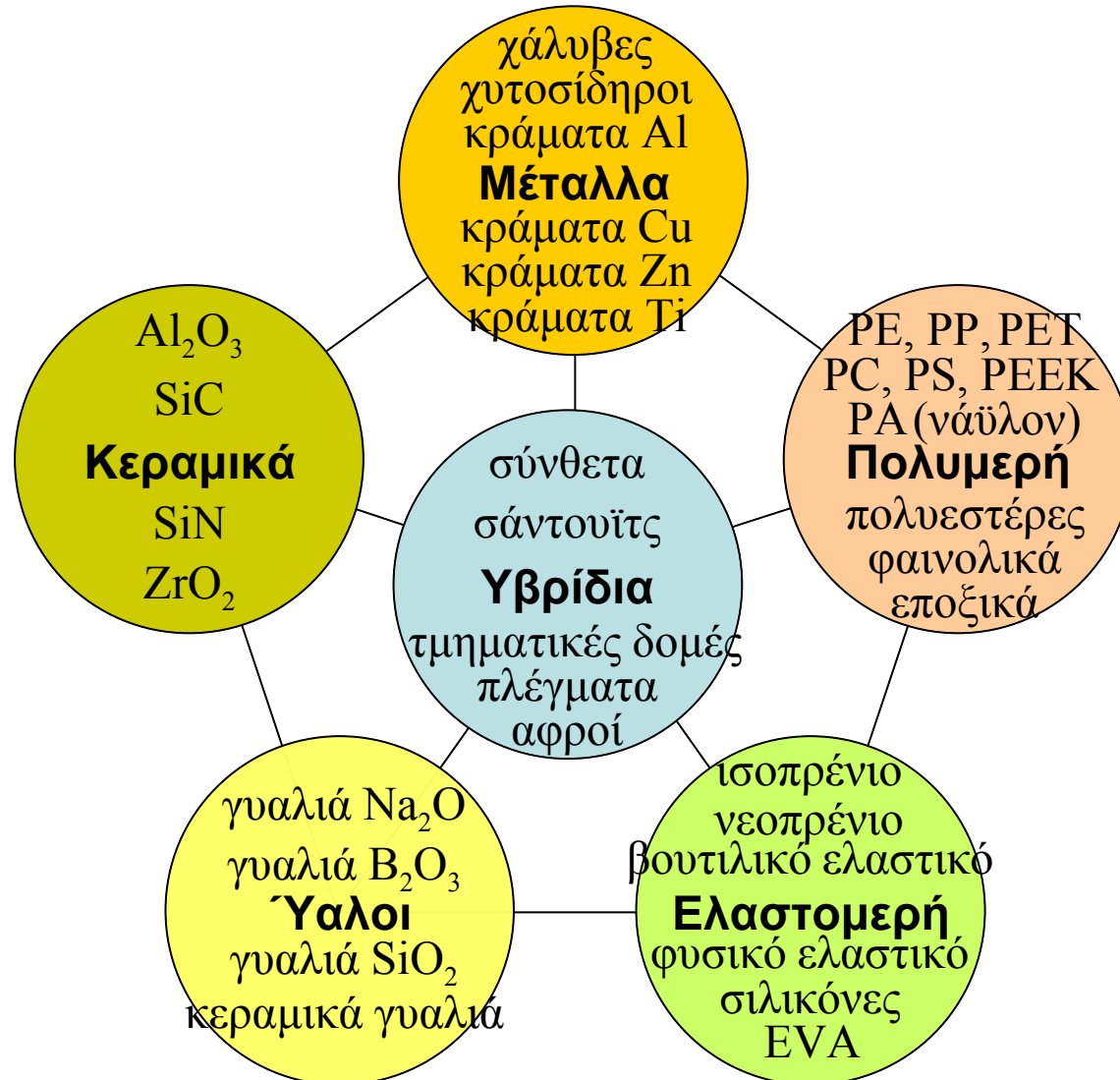


Οικογένειες τεχνικών υλικών

τα μέλη κάθε οικογένειας παρουσιάζουν παρόμοιες ιδιότητες, κατεργασίες και, συχνά, εφαρμογές



Συντομογραφίες
πολυμερών
PE: πολυαιθυλένιο
PP: πολυπροπυλένιο
PET: πολυτερεφθαλικό
αιθυλένιο
PC: πολυανθρακίτης
PS: πολυστυρένιο
PEEK: πολυαιθερο-
αιθεροκετόνη
PA: πολυαμίδιο

Μέταλλα

η πλειοψηφία των στοιχείων

«ελεύθερα» ηλεκτρόνια: ηλεκτρική αγωγιμότητα, ανάκλαση φωτός, αδιαφάνεια

χάλυβες (90%) → αλουμίνιο → χαλκός → νικέλιο → ψευδάργυρος → τιτάνιο →
μαγνήσιο → βολφράμιο

Σχεδιαστικές παράμετροι:

ακαμψία, αντοχή, δυσθραυστότητα αλλά μεγάλο βάρος

σχετικά υψηλά σημεία τήξης

αντιδρούν με S ή O: επιρρεπή σε διάβρωση ⇒ συντήρηση

όλκιμα: διαμορφώνονται μέσω έλασης, σφυρηλάτησης, ελκυσμού, εξώθησης –
κατεργάζονται μηχανικά με ακρίβεια – συνδέονται ποικιλότροπα ⇒ ευελιξία

αναπτύσσονται: υπερπλαστικά, σχηματομνημονικά, σύνθετα μεταλλικής μήτρας,
αφρώδη

πρωτογενώς ενεργοβόρα όμως ανακυκλούνται

Δομή – διαλύματα και ενώσεις

στερεά διαλύματα – π.χ.: 0.007% C σε Fe, 30% Zn σε Cu, πλήρης σε Cu-Ni

παρεμβολής (χάλυβας) και αντικατάστασης (ορείχαλκος)



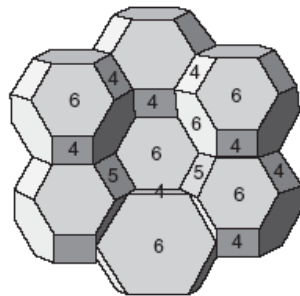
διαχωρισμός φάσεων – διαλύματα, π.χ.: Pb-Sn σε Pb (2% Sn) και Sn (0.3% Pb) ή ενώσεις, π.χ.: Fe_3C , $CuAl_2$

Δομή – πολυκρύσταλλοι και όρια φάσεων

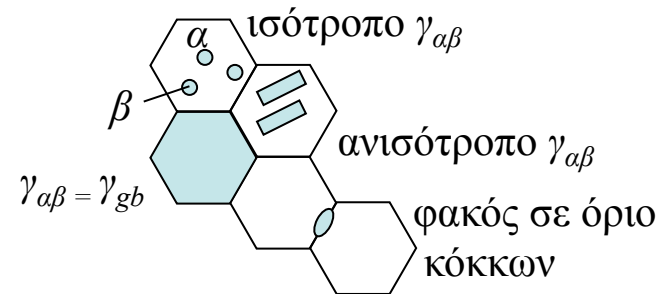
όριο κόκκων – ενεργειακά αναβαθμισμένο: τυπικά 0.5 J/m^2 , κανάλι γρήγορης διάχυσης, διαχωρισμός προσμίξεων (ppm \rightarrow 10%)

όριο φάσεων – συνεκτικό όριο (διατήρηση της δομής): τυπικά 0.05 J/m^2 , ημι-συνεκτικό (διαταραχές), μη-συνεκτικό: τυπικά 0.5 J/m^2

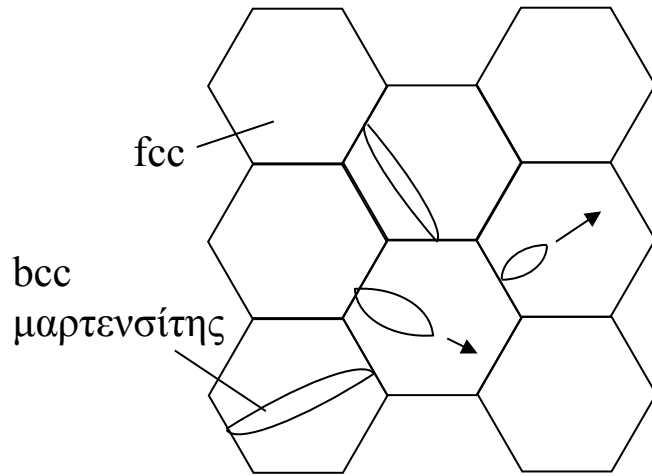
μονοφασικά:
δεκατετράεδρα



πολυφασικά:
ποικιλία

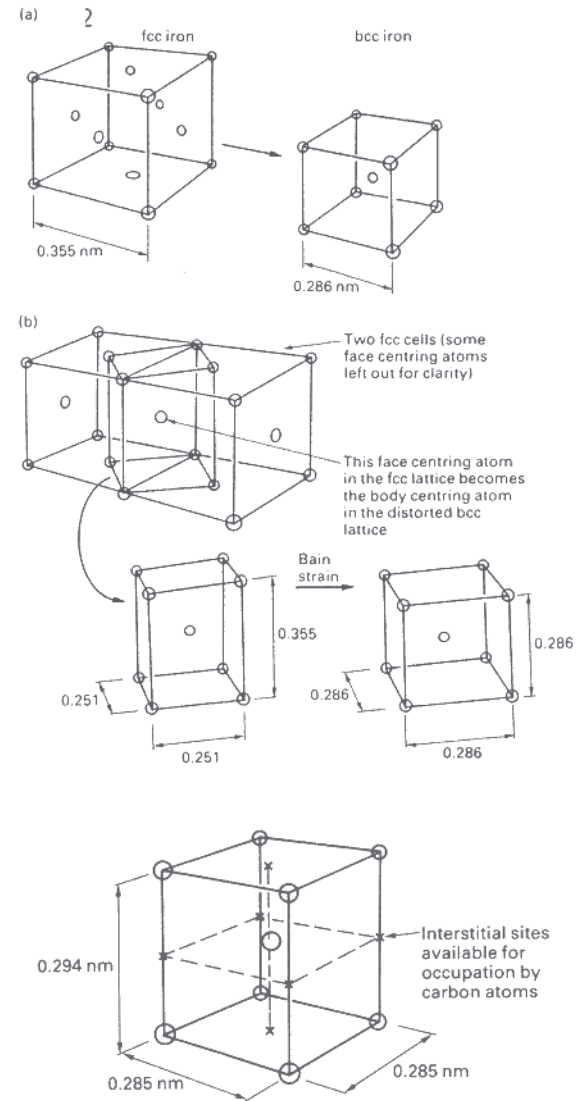


Χάλυβες – μαρτενσιτικός μετασχηματισμός (μετατόπισης)



άτομα μετακινούνται λιγότερο από μια πλεγματική απόσταση, σπάζοντας δεσμούς, σε αυστηρή αλληλουχία, στην ταχύτητα πλεγματικών ταλαντώσεων ανεξάρτητης T , με την έκταση του μετασχηματισμού να εξαρτάται μόνο από T , διατηρώντας σταθερή σύσταση, με συγκεκριμένη κρυσταλλογραφική σχέση ανάμεσα στις δύο φάσεις

δομικά αντιστρεπτός – σχηματομημονικά κράματα



Ελαφρά κράματα

Metal	Density (Mg m^{-3})	T_m ($^{\circ}\text{C}$)	Comments
Titanium	4.50	1667	High T_m – excellent creep resistance.
Yttrium	4.47	1510	Good strength and ductility; scarce.
Barium	3.50	729	
Scandium	2.99	1538	Scarce.
Aluminium	2.70	660	
Strontium	2.60	770	Reactive in air/water.
Caesium	1.87	28.5	Creeps/melts; very reactive in air/water.
Beryllium	1.85	1287	Difficult to process; very toxic.
Magnesium	1.74	649	
Calcium	1.54	839	Reactive in air/water.
Rubidium	1.53	39	Creep/melt; very reactive in air/water.
Sodium	0.97	98	
Potassium	0.86	63	
Lithium	0.53	181	

Alloy	Density ρ (Mg m^{-3})	Young's modulus E (GPa)	Yield strength σ_y (MPa)	E/ρ^*	$E^{1/2}/\rho^*$	$E^{1/3}/\rho^*$	σ_y/ρ^*	Creep temperature ($^{\circ}\text{C}$)
Al alloys	2.7	71	25–600	26	3.1	1.5	9–220	150–250
Mg alloys	1.7	45	70–270	25	4.0	2.1	41–160	150–250
Ti alloys	4.5	120	170–1280	27	2.4	1.1	38–280	400–600
(Steels)	(7.9)	(210)	(220–1600)	27	1.8	0.75	28–200	(400–600)

σκλήρυνση στερεού διαλύματος – Al 5000 (Mg), Ti-6Al4V, Mg (Li, Al, Ag, Zn: 2-5%)

γήρανση – Al 2000 (Cu), Ti-6Al4V, Mg (Li, Al, Ag, Zn: 2-5%)

Μέταλλα



Υψηλό μέτρο ελαστικότητας

Καθαρά: μαλακά και παραμορφώνονται εύκολα

Σκληραίνουν μέσω κραμάτωσης και μηχανικής/ θερμικής κατεργασίας

Αστοχούν με όγκιμη αποκόλληση



Κόπωση

Διάβρωση



Κεραμικά

υλικά από το παρελθόν και το μέλλον

σκληρά και ψαθυρά, με υψηλό σημείο τήξης και χαμηλό συντελεστή θερμικής διαστολής

παραδοσιακά : πηλός, SiO_2 , άστριος

τεχνικά : Al_2O_3 , SiC , SiN , B_4C , WC

αντοχή σε θλίψη 8 – 18 φορές υψηλότερη από ότι σε εφελκυσμό, ευαίσθητα σε απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές

Σχεδιαστικές παράμετροι: συρρίκνωση έως και 25% → απλά σχήματα με γενναιόδωρες ανοχές

Κεραμικά



Υψηλό μέτρο ελαστικότητας

Διατηρούν την αντοχή τους σε υψηλές θερμοκρασίες

Σκληρά

Ανθεκτικά στην εκτριβή

Ανθεκτικά στην διάβρωση



Ψαθυρά

Αντοχή εξαρτάται από τον όγκο του υλικού και τον χρόνο φόρτισης

Γυαλί

«άμορφη» μάζα

μίγμα οξειδίων (SiO_2 , κυρίως) που δεν κρυσταλλώνεται όταν ψυχθεί από τήγμα

Σχεδιαστικές παράμετροι:

διαμορφώνονται μέσω πίεσης, καλούπωμα μέσω φυσήματος, φυγοκεντρικής χύτευσης, έλασης, ελκυσμού – ψύξη με ελεγχόμενο ρυθμό

«άθραυστο»: σκλήρυνση μέσω ταχείας επιφανειακής ψύξης

σύνδεση μέσω υαλογανώματος, σύσφιξης, κολλητικών ουσιών

χρωματίζονται μέσω μεταλλικών οξειδίων: Ni **μοβ**, Co **μπλε**, Cr **πράσινο**

Fe (IR) ώστε να απορροφά θερμότητα

φθοριούχα ή φωσφορικά άλατα για ιριδισμό

φωτοευαίσθητα, φωτοχρωματικά, φίλτρα

Πολυμερή

η συνεισφορά του Χημικού στα Υλικά

Θερμοπλαστικά

μαλακώνουν όταν θερμαίνονται – επανασκληραίνουν όταν ψύχονται: καλουπώνονται σε πολύπλοκα σχήματα → αντιστρέψιμα

τυπικά: ABS, κυτταρίνη, ιοντομερή, πολυαμίδιο (nylon, PA), πολυκαρβονύλιο (PC), PEEK, πολυαιθυλένιο (PE), PMMA, POM, πολυπροπυλένιο (PP), πολυστυρένιο (PS), PTFE, tpPVC, πολυουρεθάνη (tpPU), πολυεστέρες (PET, PETE, PBT)

ιδιότητα	κρυσταλλικά	άμορφα
χημική σταθερότητα	✓	✗
θερμική σταθερότητα	✓	✗
αντοχή σε ερπυσμό	✓	✗
διαφάνεια	✗	✓ (ακρυλικά, PC, PS, PET)
ιξώδης ροή	$> T_m$ (απότομα)	$> T_g$ (σταδιακά)
αντοχή σε κρούση	✗	✓
συρρίκνωση σε καλούπι	✗	✓

Θερμοσκληραινόμενα

πολυμερίζονται και σκληραίνουν όταν καταλυθούν και θερμανθούν – όταν αναθερμανθούν αποσυντίθενται → *αναντίστρεπτα*

τυπικά: εποξυδική ρητίνη, φαινολική ρητίνη, πολυεστέρας, πολυουρεθάνη (tsPU), tsPVC

εμπορικά ονόματα: Araldite, Βακελίτης, Εβονίτης

διαστατική σταθερότητα, αντοχή στον ερπυσμό, μήτρες σύνθετων υλικών

Ελαστομερή

θυμούνται το σχήμα τους όταν τεντωθούν (4-5 φορές το αρχικό τους μήκος)

προσαρμοστικότητα

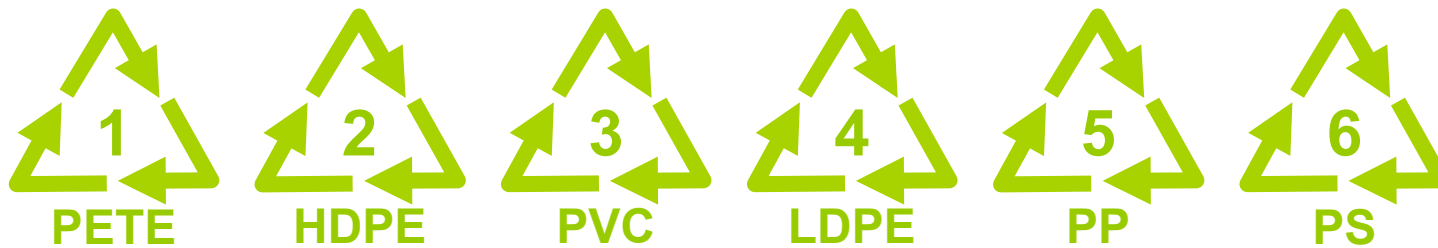
θερμοσκληραινόμενα (θερμοπλαστικά είναι εφικτά)

Σχεδιαστικές παράμετροι

μορφή: ίνες (κλωστές nylon, polyester, σχοινί PP), μεμβράνες (περιτυλίγματος, σακούλες PE), ογκώδεις μορφές από καλούπι (καλύμματα υπολογιστών, έπιπλα κήπου) και αφροί (συσκευασία PS, κράνη ποδηλατών)

ευκολία καλουπώματος (πολύπλοκα σχήματα), αναμιξιμότητα (ρυθμισιμότητα)

εχθρικά προς το περιβάλλον; όχι απαραίτητα



Πολυμερή



Υψηλή αντοχή ανά μονάδα βάρους

Ευκολία διαμόρφωσης

Ευκολία συναρμολόγησης

Μειωμένες απαιτήσεις επιφανειακού τελειώματος

Αντίσταση στην διάβρωση

Χαμηλός συντελεστής τριβής



Χαμηλό μέτρο ελαστικότητας

Έρπουν σε θερμοκρασία δωματίου

Ιδιότητες εξαρτώνται από την θερμοκρασία

Χρήσιμη αντοχή μέχρι ≈ 200 °C

Σύνθετα Πολυμερών

η εξέλιξη των ινών

οι ίνες φέρουν τα μηχανικά φορτία και η μήτρα αποτελεί το συνδετικό υλικό και τον φορέα της τάσης

GFRP, CFRP, KFRP

οι ιδιότητες επηρεάζονται από την επιλογή μήτρας / ινών και τον τρόπο συνδυασμού τους

$$E_c = V_f E_f + (1 - V_f) E_m \quad // \text{ ίνες}$$

$$E_c = 1 / \left\{ \frac{V_f}{E_f} + \frac{(1 - V_f)}{E_m} \right\} \quad \perp \text{ ίνες}$$

Σχεδιαστικές παράμετροι: σύνδεσμοι και οπές αποτελούν πηγές αποδυνάμωσης

Υβρίδια

Συνδυασμοί υλικών σε προκαθορισμένη διάταξη και κλίμακα



Ελαφριά

Άκαμπτα

Ανθεκτικά

(Δύσθραυστα)



Κόστος

Δυσκολία συναρμολόγησης

Δυσκολία διαμόρφωσης