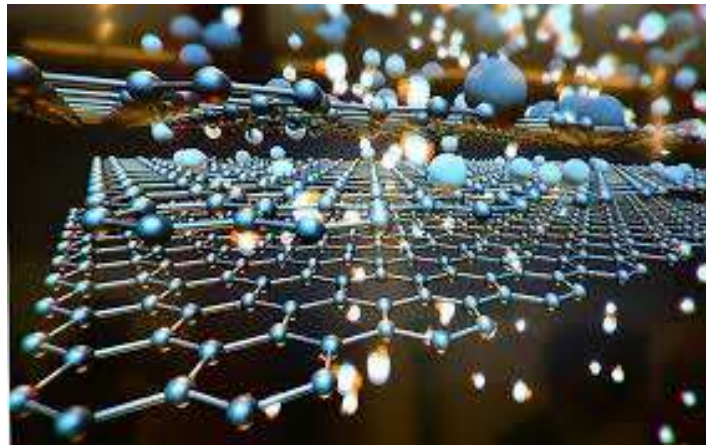


Εισαγωγή στη επιστήμη και τεχνολογία υλικών



Περιέχει περιεχόμενο και υλικό από τα συγγράμματα:

Callister W. D., Rethwisch D. G. Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών, 10η Έκδοση, Εκδ. Α. Τζιόλα & Υιοί, 2022

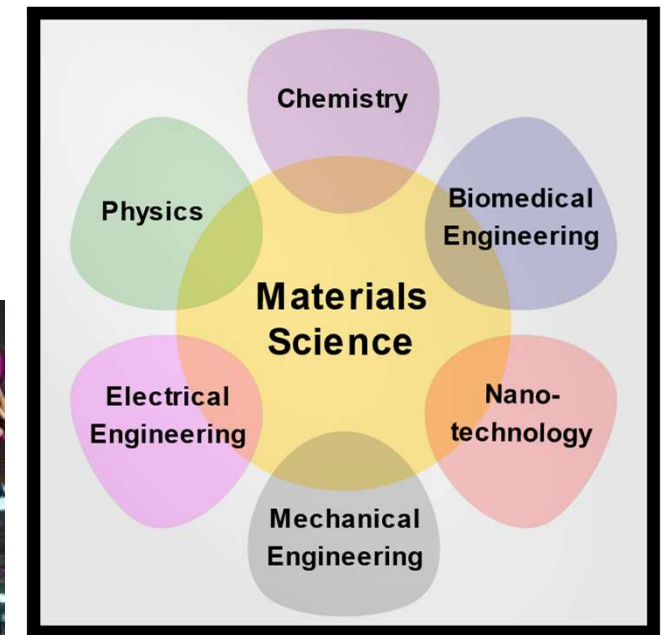
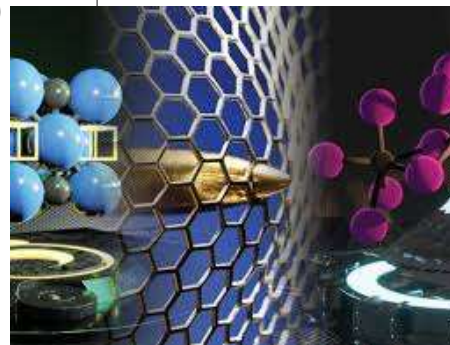
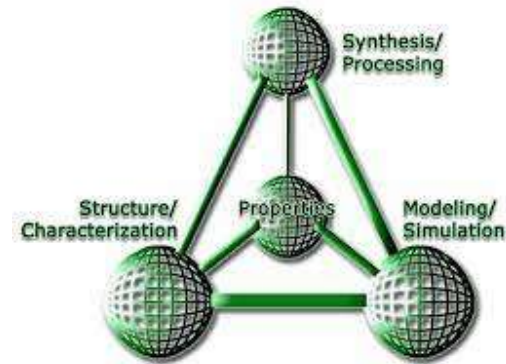
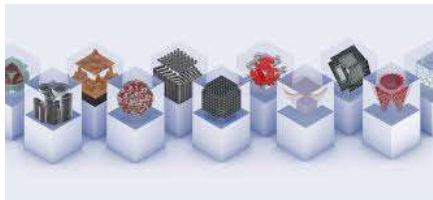
Β. Ζασπάλης, Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών, 2η Έκδοση, Εκδ. Α. Τζιόλα & Υιοί, 2020

Ύλη (όχι οριστική... σίγουρα!)

1. Εισαγωγή στην έννοια «υλικό», ατομική δομή και δεσμοί.
2. Κρυσταλλική δομή.
3. Μηχανικές ιδιότητες των υλικών.
4. Ατέλειες και μηχανισμοί ισχυροποίησης, αστοχία.
5. Διαγράμματα φάσεων μετάλλων
6. Ανάπτυξη μικροδομής.
7. Μεταλλικά κράματα.
8. Δομή, ιδιότητες και διεργασίες κεραμικών.
9. Δομή, ιδιότητες και κατεργασία πολυμερών.
10. Δομή και ιδιότητες συνθέτων υλικών.
11. Περιβαλλοντικά θέματα στην επιλογή υλικών.
12. Οικονομικά θέματα στην επιλογή υλικών.
13. Βιομηχανική παρασκευή προϊόντων.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

- Τι είναι η **επιστήμη και η τεχνολογία των υλικών**;
- Γιατί τη μελετάμε;
- Τα υλικά οδηγούν την εξέλιξη της κοινωνίας
 - Εποχή του Λίθου
 - Εποχή του Χαλκού
 - Εποχή του Σιδήρου
 - Σήμερα;
 - Εποχή του Πυριτίου;
 - Εποχή των Πολυμερών; 20^{ος} (Natta)
 - **Εποχή Νανοϋλικών & Νανοτεχνολογίας**





Εμφύτευμα ισχίου

- Σε μεγάλες ηλικίες, ή λόγω συγκεκριμένων ασθενειών, η λειτουργικότητα των αρθρώσεων του ανθρώπινου σώματος υποβαθμίζεται – ιδιαίτερα αυτών που φέρουν μεγάλα φορτία (όπως το ισχίο).

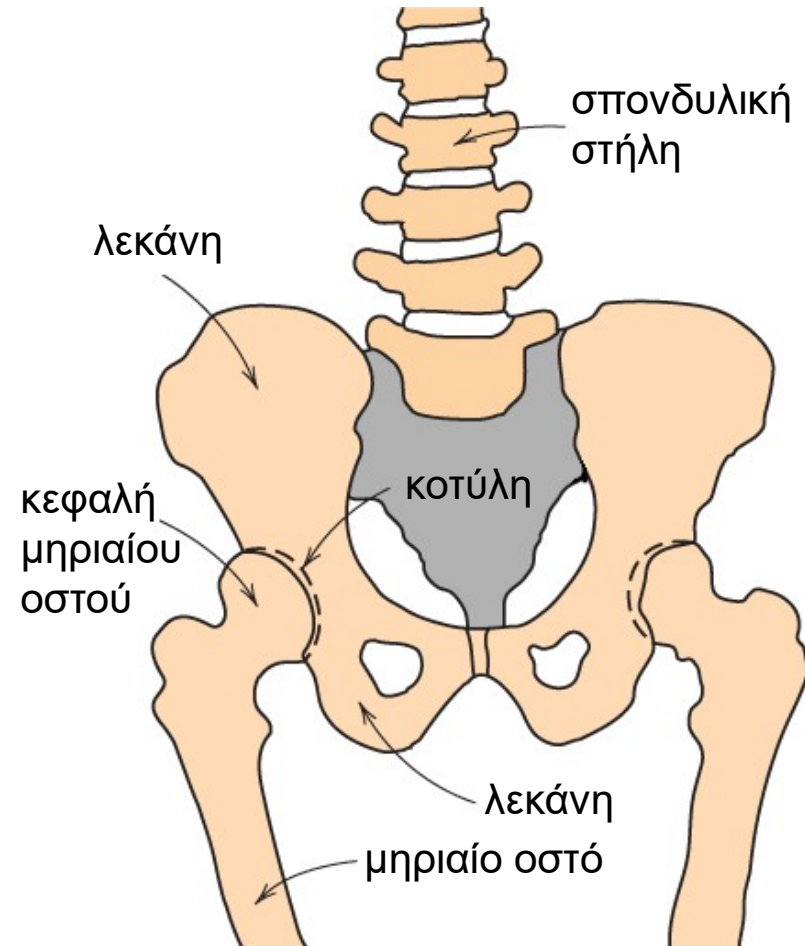


Διασκευή από Σχ. 22.25, Callister 7e.



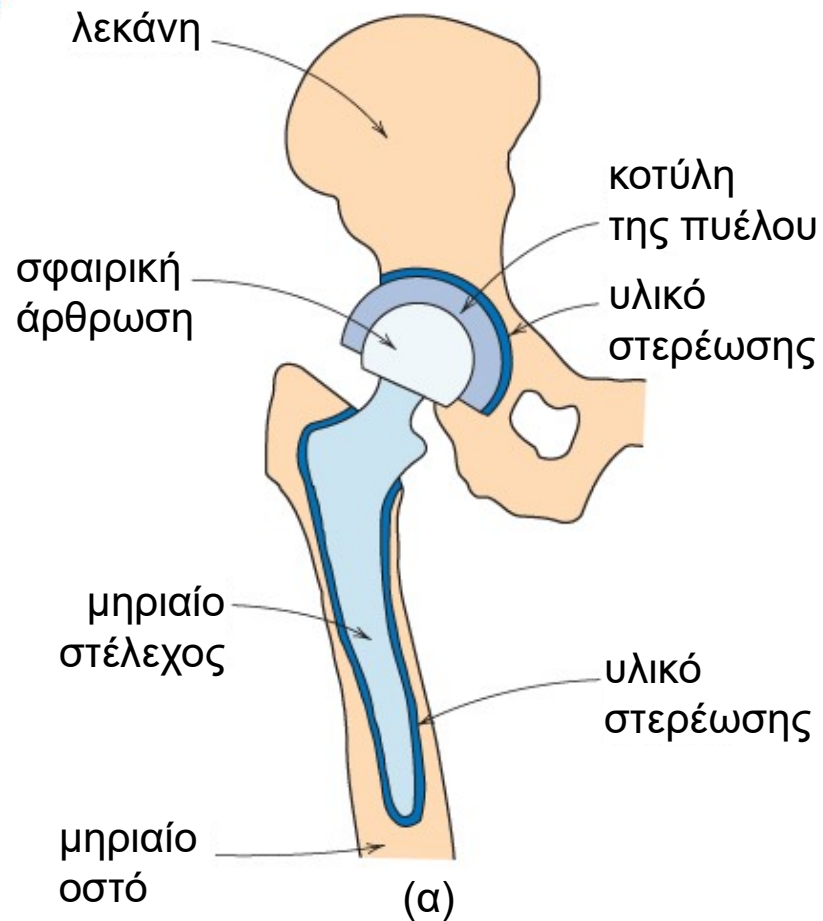
Εμφύτευμα ισχίου

- Απαιτήσεις
 - Μηχανική αντοχή (πολλοί κύκλοι φόρτισης)
 - Καλή τριβολογική συμπεριφορά (λιπαντικότητα)
 - Βιοσυμβατότητα



Διασκευή από Σχ. 22.24, Callister 7ε.

Εμφύτευμα ισχίου



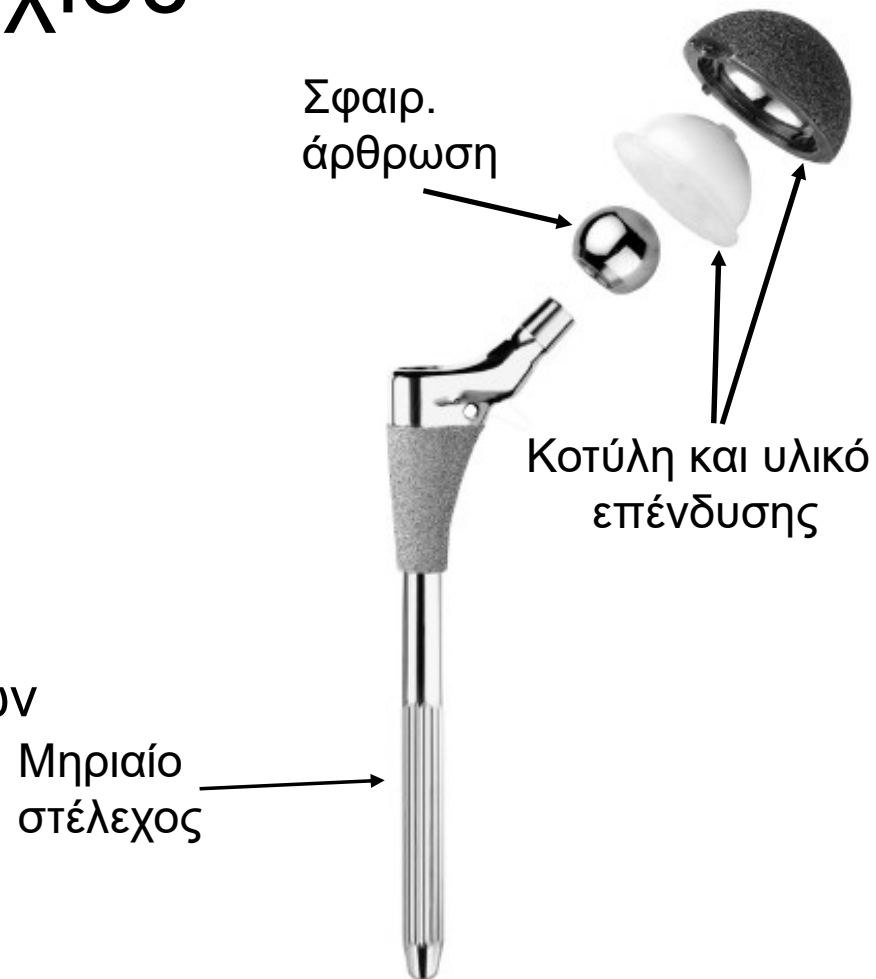
(β)

Διασκευή από Σχ. 22.26, Callister 7e.



Εμφύτευμα ισχίου

- Βασικά προβλήματα που πρέπει να λυθούν
 - υλικό στερέωσης της κοτύλης
 - υλικό λίπανσης για την κοτύλη
 - υλικό στερέωσης για το μηριαίο στέλεχος
 - επιτακτική η αποφυγή θραυσμάτων ή ξένων σωμάτων στην κοτύλη της πυέλου



Διασκευή από αρχική φωτογραφία Κεφαλαίου 22, *Callister 7e*. (Πηγή: Zimmer, Inc., Warsaw, IN, USA.)



Ανάπτυξη νέων τύπων πολυμερών

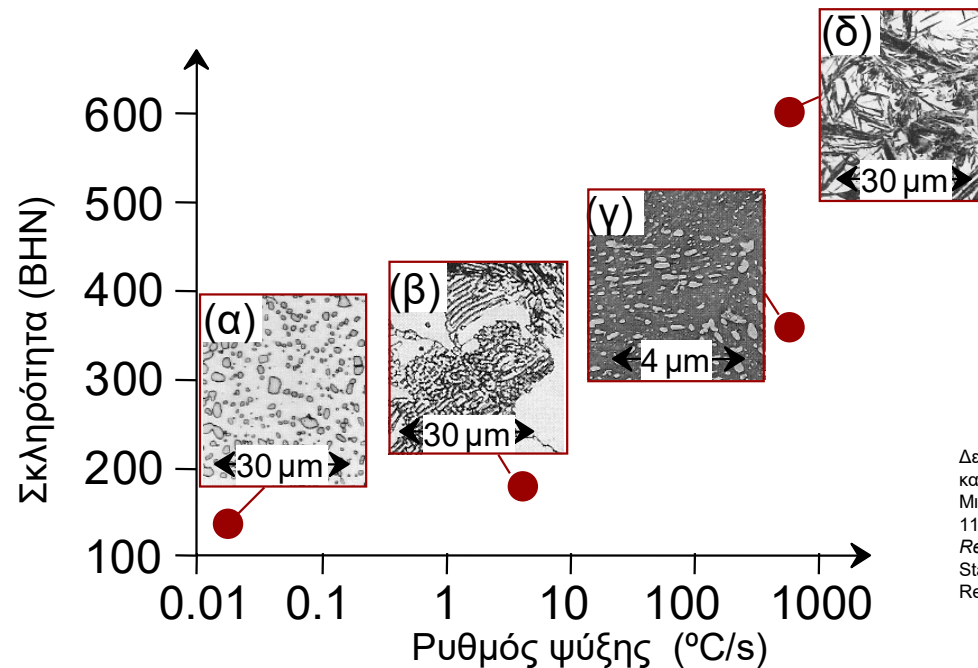
- **Πλαστικά ευρείας χρήσης** – μεγάλος όγκος, μικρό κόστος
Π.χ. Πολυαιθυλένιο
Πολυπροπυλένιο
Πολυστυρένιο
κ.λπ.
- **Ρητίνες κατασκευών & τεχνικών χρήσεων** – μικρός όγκος, σχετικά μεγαλύτερο κόστος
Π.χ. Πολυκαρβονικά υλικά
Νάιλον
Πολυσουλφόνες
κ.λπ.

Μπορεί το πολυπροπυλένιο να “αναβαθμιστεί” σε ιδιότητες (και κόστος) που να προσεγγίζουν αυτές των ρητινών τεχνικών χρήσεων;

ΔΟΜΗ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΤΥΠΟΙ ΥΛΙΚΩΝ

Δομή, επεξεργασία και ιδιότητες υλικών

- Οι **ιδιότητες** εξαρτώνται από τη **δομή**
π.χ.: σχέση σκληρότητας-δομής του χάλυβα



Δεδομένα από: Σχ. 12.31(α) και 12.32 με περιεκτ. C 4 wt% και από Σχ. 17.8, *Callister & Rethwisch 9η έκδ.*
Μικροφωτογραφίες: Διασκευή από (α) Σχ. 12.19, (β) Σχ. 11.29, (γ) Σχ. 12.33 και (δ) Σχ. 12.21, *Callister & Rethwisch 9η έκδ.* (Σχ. 12.19, 12.21, & 12.33 © United States Steel Corporation, 1971. Σχ. 9.30: Χορηγία της Republic Steel Corporation.)

- Η **επεξεργασία** μπορεί να μεταβάλλει τη **δομή**
π.χ: σχέση της δομής με τον ρυθμό ψύξης του χάλυβα

Τύποι υλικών



- **Μέταλλα:**
 - Υψηλή αντοχή & ολκιμότητα
 - Υψηλή θερμική & ηλεκτρική αγωγιμότητα
 - Αδιαφανή, ανακλαστικά.



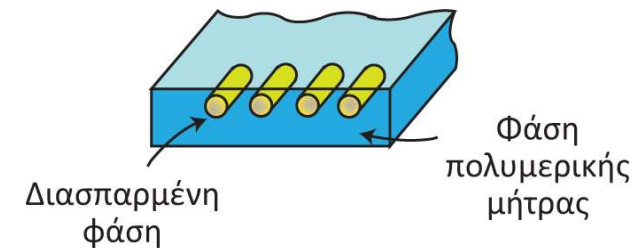
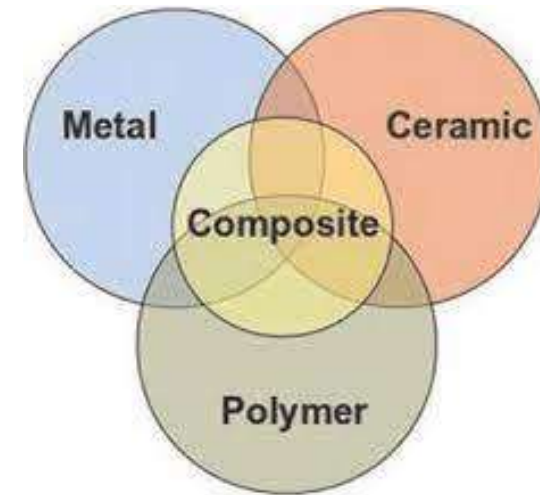
- **Πολυμερή/πλαστικά:** ομοιοπολικοί δεσμοί → διαμοιρασμος ηλεκτρονίων
 - Μαλακά, όλκιμα, χαμηλή αντοχή, χαμηλή πυκνότητα
 - Θερμικοί & ηλεκτρικοί μονωτές
 - Ημιδιαφανή ή διαφανή.



- **Κεραμικά:** ιοντικοί δεσμοί (πυρίμαχα) – ενώσεις μεταλλικών & μη-μεταλλικών στοιχείων (οξειδία, καρβίδια, νιτρίδια, σουλφίδια)
 - Ψαθυρά, υαλώδη, ελαστικά
 - Μη-αγώγιμα (μονωτές)

Β. Ζασπάλης, 2η Έκδ

- **Σύνθετα:** μεταλλικής, πολυμερικής ή κεραμικής μήτρας



Πλεονεκτήματα κεραμικών σε σχέση με τα μέταλλα

- Σχετικά χαμηλή πυκνότητα
- Υψηλό σημείο τήξης
- Υψηλό μέτρο ελαστικότητας
- Χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Καλή αντίσταση σε θλίψη
- Πολύ υψηλή σκληρότητα
- Πυρίμαχη, αντιδιαβρωτική και αντιτριβική συμπεριφορά



Μειονεκτήματα σε κεραμικών σε σχέση με τα μέταλλα

- Μικρή αντίσταση σε εφελκυσμό
- Ευθραυστότητα
- Υψηλό κόστος παραγωγής (σε ορισμένα από αυτά)
- Εύκολη διάδοση ρωγμών
- Μεγάλη επίδραση μικροδομής, δευτερευουσών φάσεων και πορώδους στην αντοχή σε θραύση και στις φυσικές ιδιότητες
- Μικρή αντοχή σε κόπωση, λυγισμό και κρούση
- Έλλειψη ειδικών μεθόδων μη καταστροφικών δοκιμών για τον έλεγχό τους

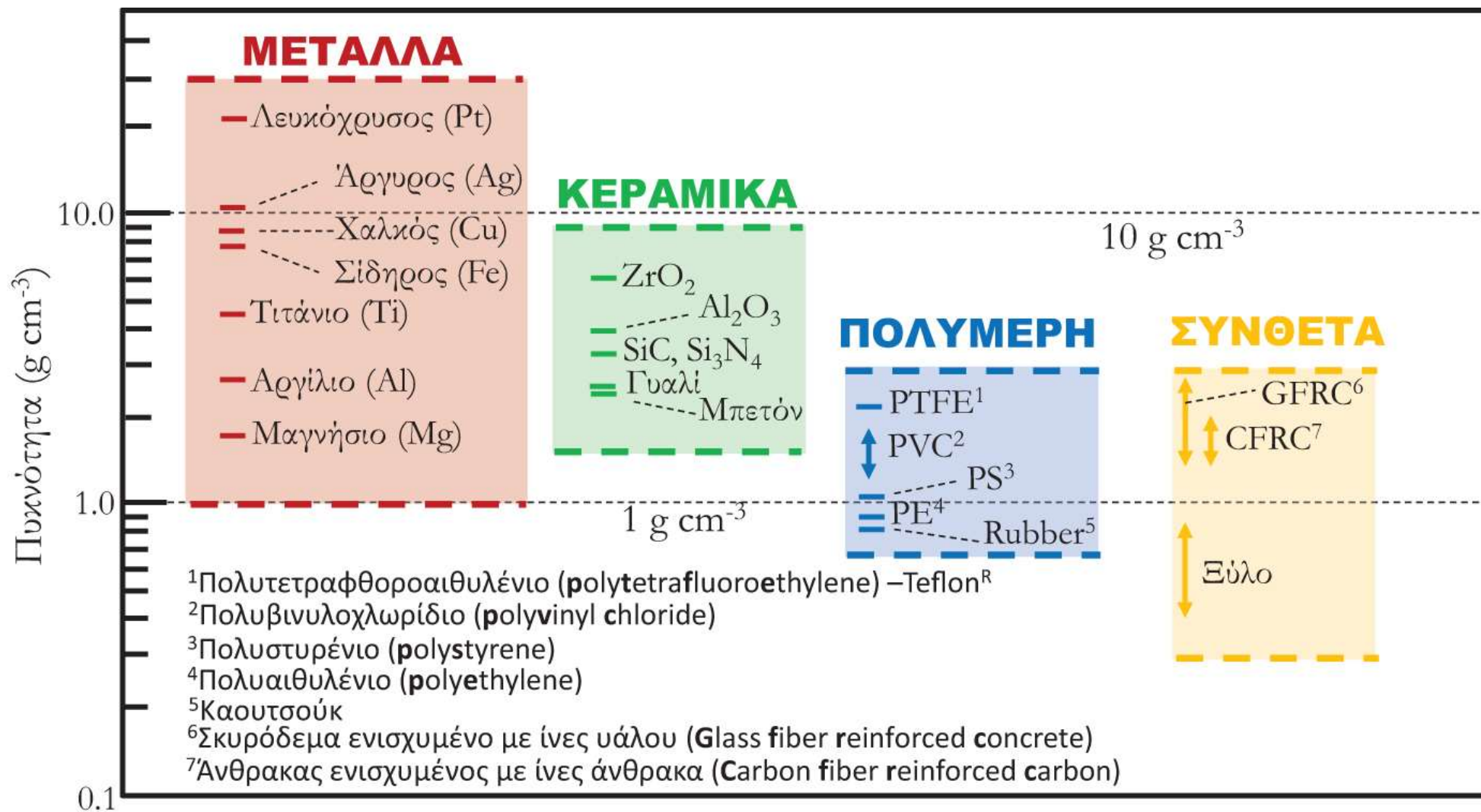
Η διαδικασία επιλογής υλικών

1. **Εφαρμογή:** → καθορίζει τις απαιτούμενες **Ιδιότητες**
Ιδιότητες: μηχανικές, ηλεκτρικές, θερμικές, μαγνητικές, οπτικές, παράγοντες υποβάθμισης.
2. **Ιδιότητες:** → υποδεικνύουν υποψήφιο(α) **Υλικό(α)**
Υλικό: δομή, σύσταση.
3. **Υλικό:** → υπαγορεύει την απαιτούμενη **Επεξεργασία**

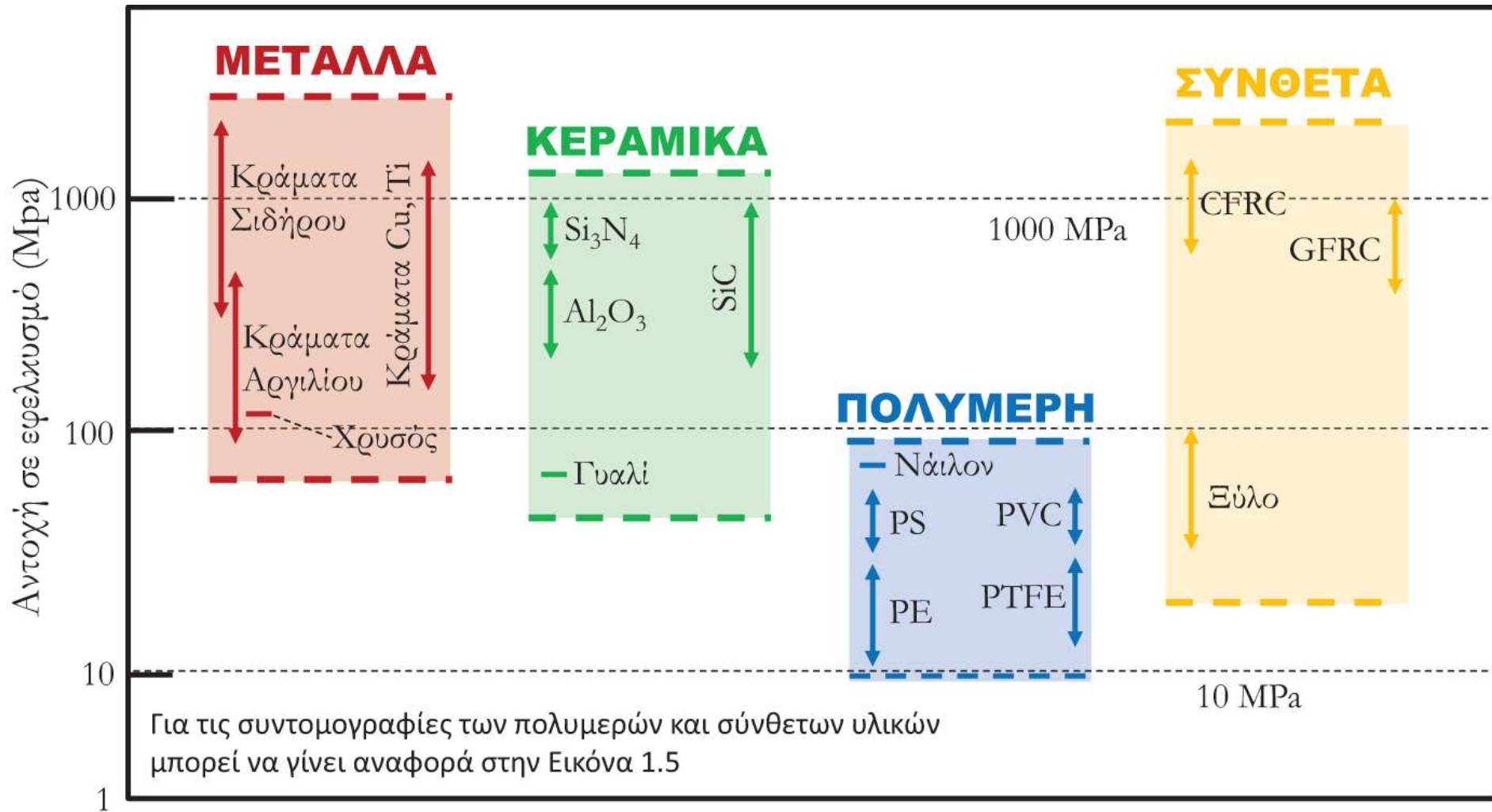
Επεξεργασία: μεταβάλλει τη δομή και το συνολικό σχήμα
Π.χ: χύτευση, πυροσυσσωμάτωση, εναπόθεση από ατμό, νόθευση, διαμόρφωση, συγκόλληση, ανόπτηση.

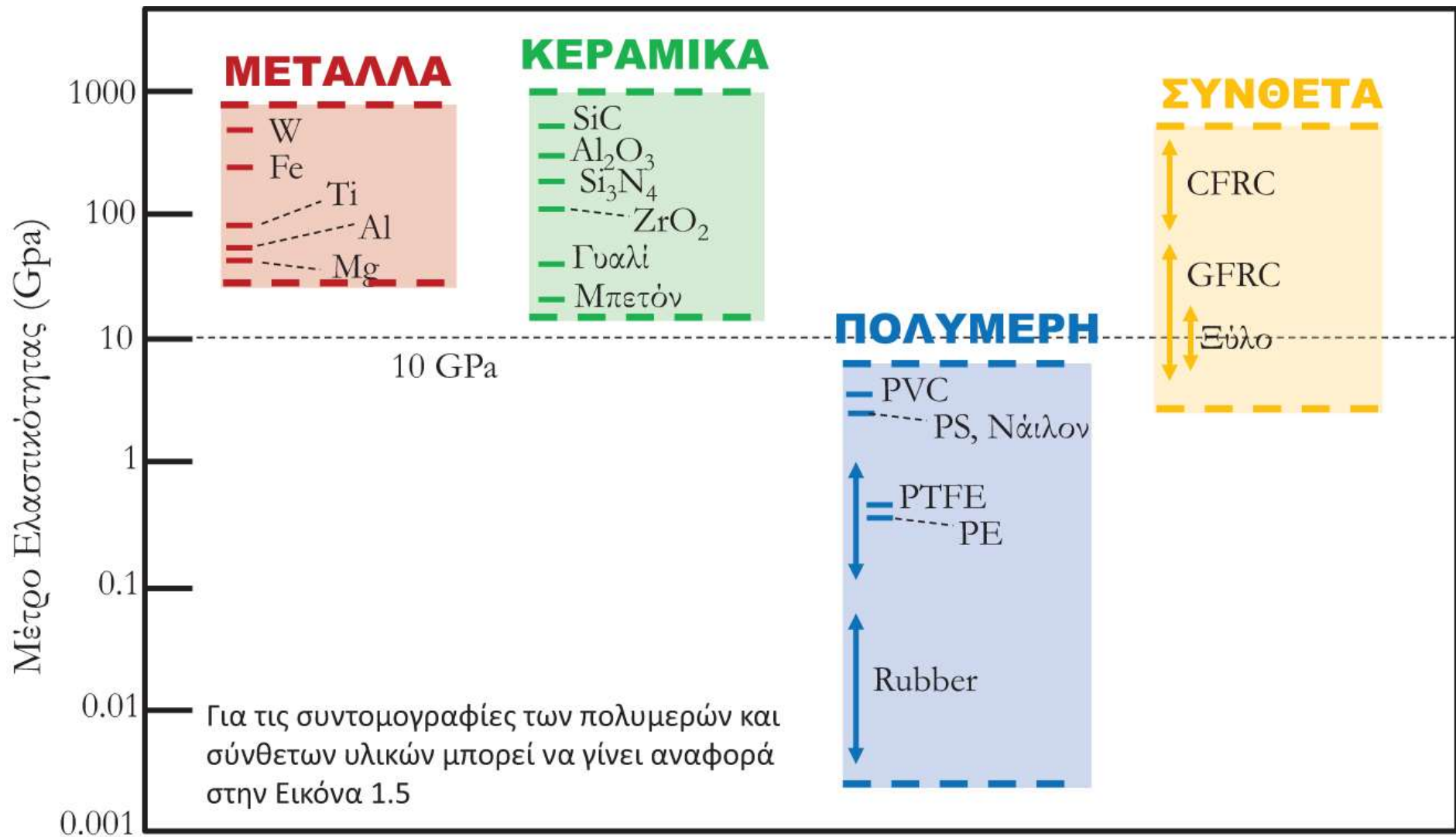
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ



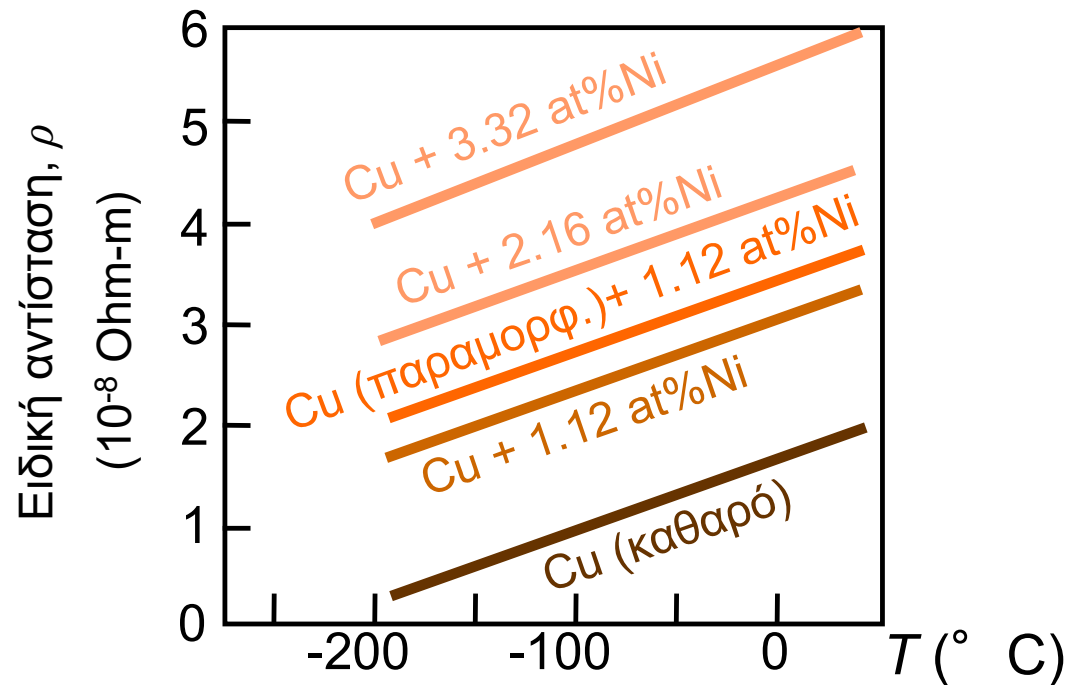
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ





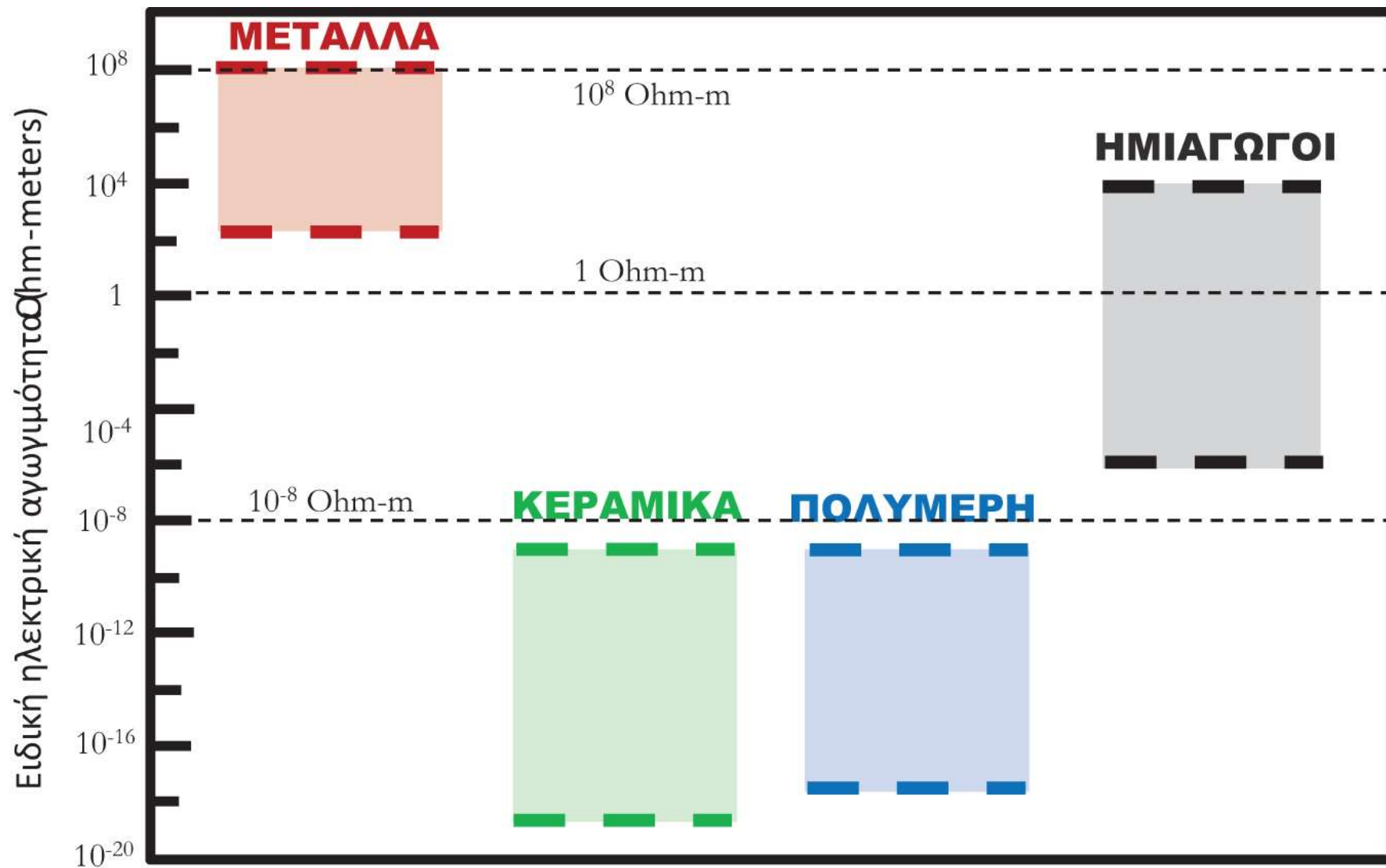
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Ηλεκτρική ειδική αντίσταση του χαλκού:



Σχ. 19.8, Callister & Rethwisch 9η έκδ.
[Διασκευή από: J.O. Linde, *Ann Physik* **5**, 219 (1932); and
C.A. Wert and R.M. Thomson, *Physics of Solids*, 2nd
edition, McGraw-Hill Company, New York, 1970.]

- Η προσθήκη ατόμων “**πρόσμειξης**” στον χαλκό αυξάνει την **ειδική αντίστασή** του.
- Η μηχανική **παραμόρφωση** του χαλκού αυξάνει την **ειδική αντίστασή** του.

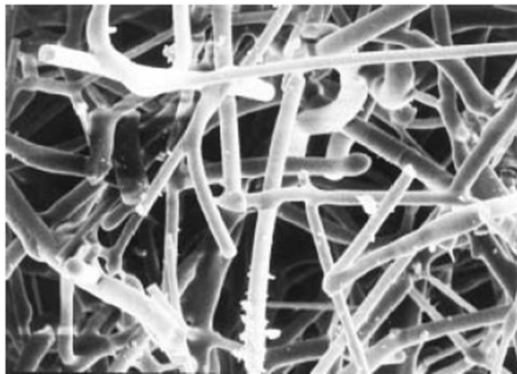


ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Πλακίδια επίστρωσης του διαστημικού λεωφορείου:
 - Η μόνωση από ίνες πυριτίας παρέχει χαμηλή **αγωγή θερμότητας**.



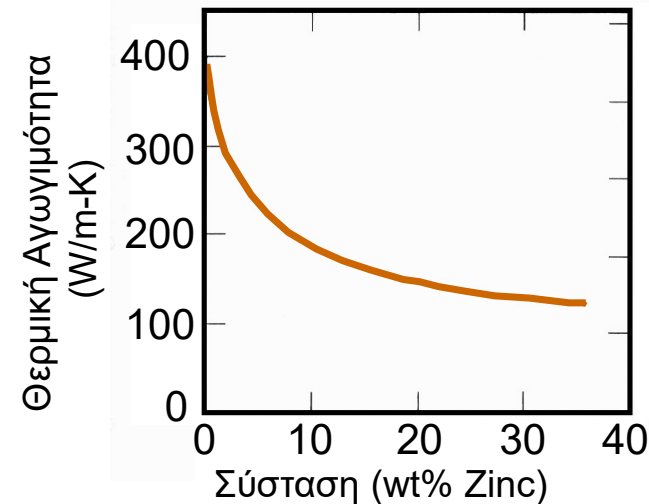
Αρχική φωτογραφία Κεφαλαίου 17,
Callister & Rethwisch 3e.
(Πηγή: Lockheed
Missiles and Space
Company, Inc.)



← 100 μm →

Σχ. 19.4W, *Callister 6e*. (Πηγή:
Lockheed Aerospace Ceramics
Systems, Sunnyvale, CA)
(Σημείωση: το "W" υποδεικνύει
σχήματα στο συνοδευτικό CD-
ROM.)

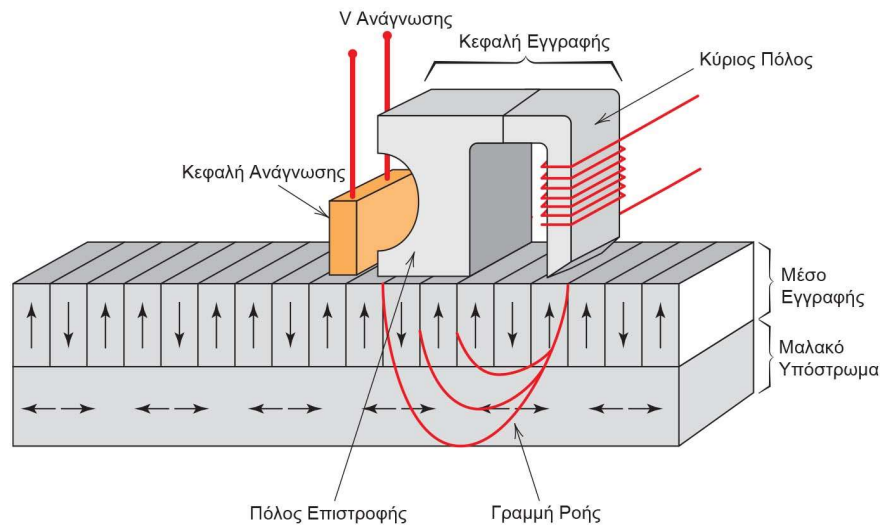
- **Θερμική αγωγιμότητα**
του χαλκού:
 - Μειώνεται με την προσθήκη
ψευδαργύρου!



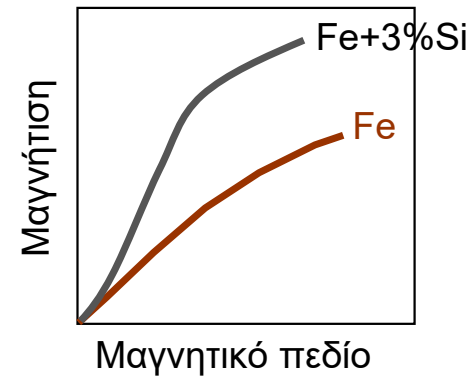
Σχ. 20.4, *Callister & Rethwisch 9η έκδ.*
[Διασκευή από *Metals Handbook: Properties and
Selection: Nonferrous alloys and Pure Metals*, Vol. 2, 9th
ed., H. Baker, (Managing Editor), ASM International, 1979,
p. 315.]

ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- **Μαγνητική αποθήκευση:**
 - Το μέσο εγγραφής μαγνητίζεται από την "κεφαλή εγγραφής".
- **Μαγνητική διαπερατότητα**
 - *Η προσθήκη 3 ατ.% Si κάνει τον Fe καλύτερο μέσο μαγν. εγγραφής!*



Σχ. 21.23, Callister & Rethwisch 9η έκδ.
(Πηγή: HGST, a Western Digital Company.)



Διασκευή από C.R. Barrett, W.D. Nix, and A.S. Tetelman, *The Principles of Engineering Materials*, Σχ. 1-7(a), p. 9, 1973.
Electronically reproduced by permission of Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

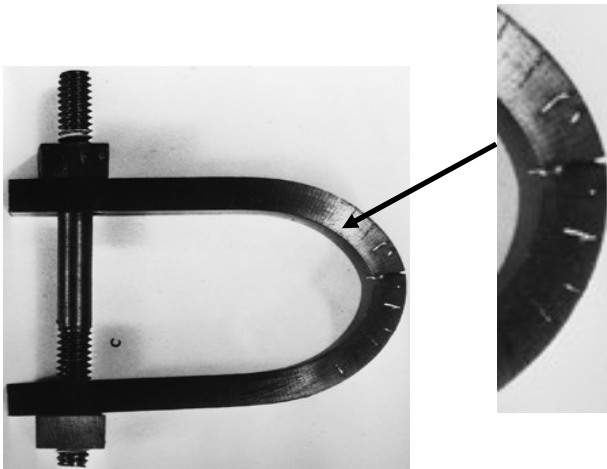
- (Φωτο)Διαπερατότητα:
 - Το οξείδιο του αλουμινίου μπορεί να είναι διαφανές, ημιδιαφανές, ή αδιαφανές, ανάλογα με τη δομή του υλικού (δηλ. μονοκρυσταλλικό έναντι πολυκρυσταλλικού, και βαθμός πορώδους).



Σχ. 1.2, Callister & Rethwisch 9η έκδ.
(Προετοιμασία δοκιμίου:
P.A. Lessing)

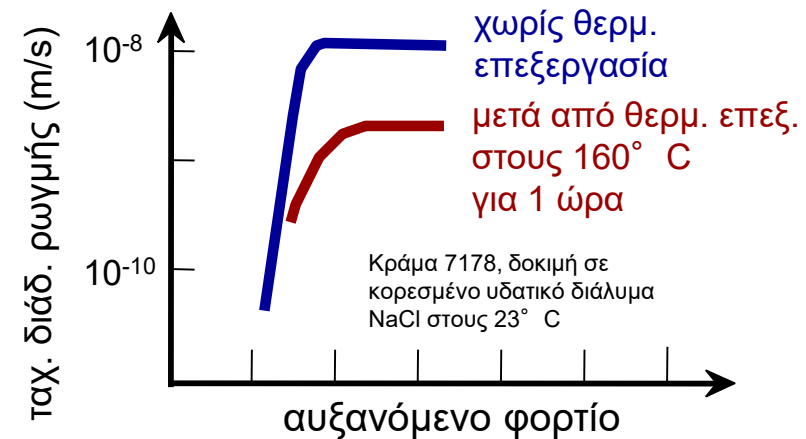
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ

- Μηχανική τάση & θαλάσσιο νερό...
-- προκαλούν ρωγμές!



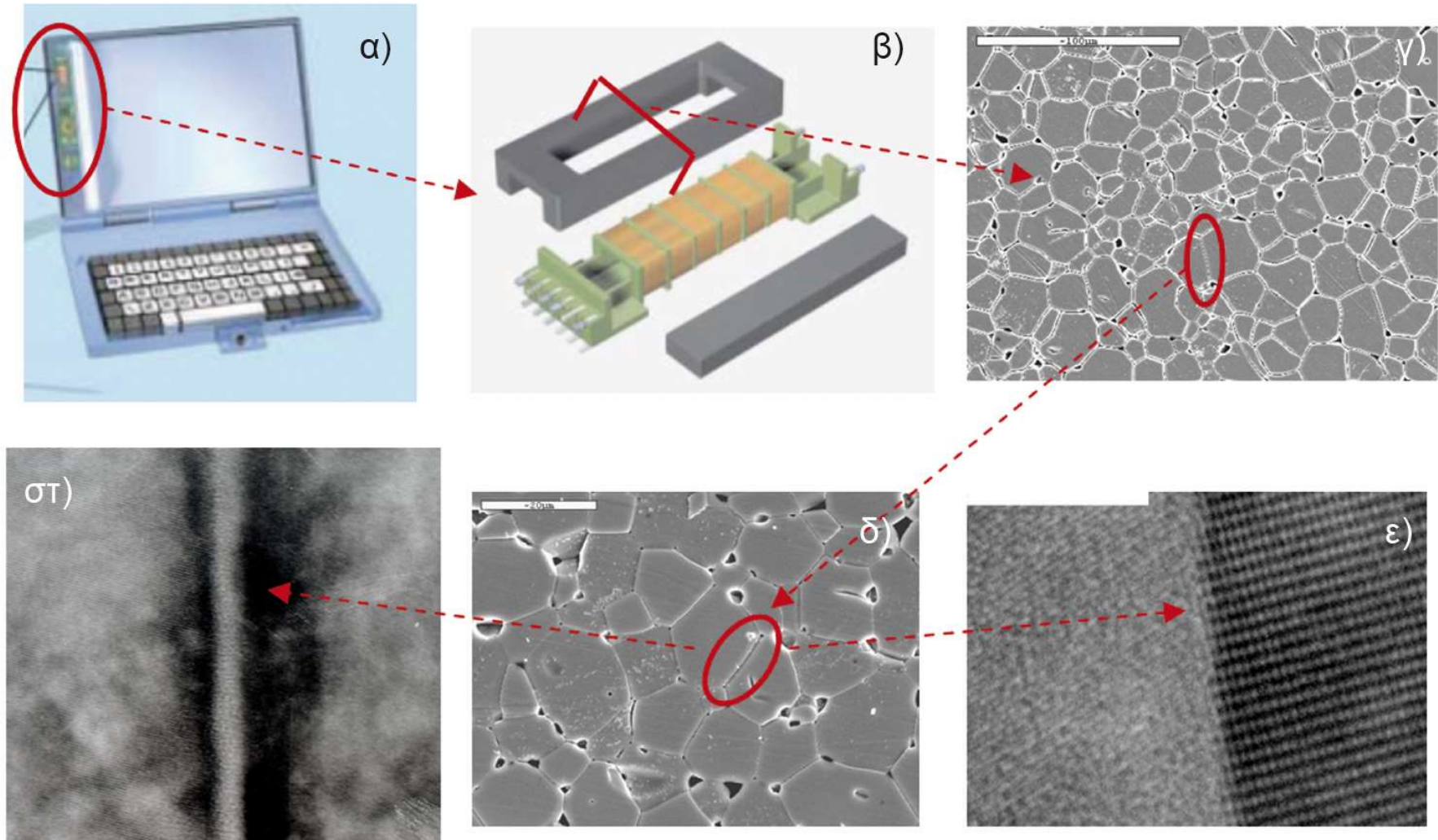
Σχ. 18.21, Callister & Rethwisch 9η έκδ.
(Από *Marine Corrosion, Causes, and Prevention*, John Wiley and Sons, Inc., 1975.)

- Θερμική κατεργασία: επιβραδύνει την ταχύτητα διάδοσης ρωγμών στο θαλάσσιο νερό!



Διασκευή από Σχ. 11.20(β), R.W. Hertzberg, "Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials" (4th ed.), p. 505, John Wiley and Sons, 1996. (Αρχ. Πηγή: Markus O. Speidel, Brown Boveri Co.)

Ρόλος μικροδομής





ΣΥΝΟΨΗ

Στόχοι μαθήματος:

- Χρήση του σωστού υλικού για την εκάστοτε εφαρμογή.
- Κατανόηση της σχέσης μεταξύ των **ιδιοτήτων**, **δομής**, και της **επεξεργασίας**.
- Αναγνώριση νέων σχεδιαστικών δυνατοτήτων και ευκαιριών που καθίστανται διαθέσιμες μέσω της επιλογής υλικών.



