

Μέταλλα


11

Γενικές κατηγορίες Τύποι Βιοϋλικών



- Πολυμερή, συνθετικά και φυσικά,
- Μέταλλα,
- Κεραμικά,
- Σύνθετα.

9000 - 3500 B.C.
Use of native (pure) copper leads to copper **smelting** and the Copper Age.



3500 - 1500 B.C.
Tin added to copper forms **bronze**, a stronger **alloy**, leading to the Bronze Age.



METALS HISTORICAL TIMELINE

1500 BC - 100 A.D.
Iron **smelting** in Egypt begins the Iron Age, making metals more available.



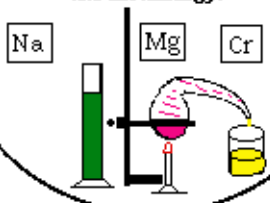
500 - 1600 A.D.
High quality **iron and steel** processing developed during the Feudal era.



1400 - 1600 A.D.
Mechanical smithing provides more and stronger tools to fuel man's progress.



1600 - 1750 A.D.
Alchemist's unsuccessful efforts to convert metals to Gold lead to an increased understanding of metals and **metallurgy**.



9,000 B.C.-
PRESENT

1750 - 1850
Commercial production of high quality **steel** makes it abundant and inexpensive.



1850 - 1900
Hall's ore reducing process produces cheap aluminum in large quantities.



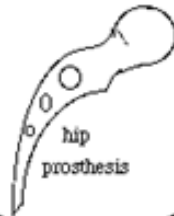
1900 - 1935
Aircraft moves from fabric to high strength aluminum **alloys**.



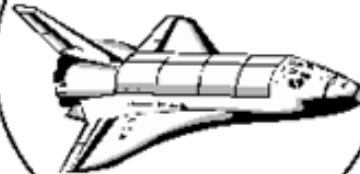
1935 - 1955
Specialty **alloys** produce turbines for more efficient power production. Internal combustion engine makes many improvements.



1955 - 1970
Human body parts can be replaced with high quality **alloys** of iron, cobalt, and titanium.



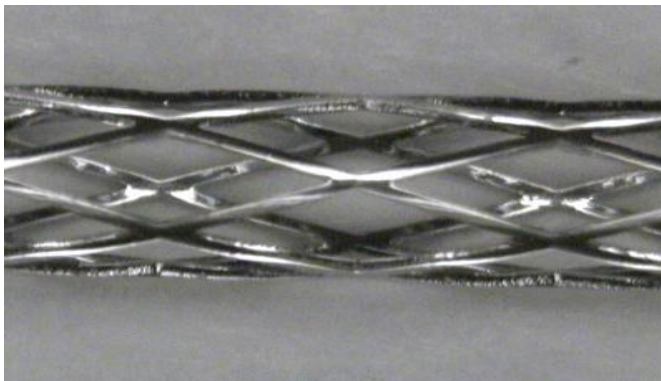
1970 - 1995
Superalloys developed for jet engines make space travel possible.





Μέταλλα

- Κατάλληλα για εμφυτεύματα που υπόκεινται καταπόνηση (εσωτερικές συσκευές στήριξης).
- Όταν επεξεργάζονται κατάλληλα, συνεισφέρουν σε ενίσχυση της δύναμης στήριξης.
- Χαμηλή αντιδραστικότητα.
- Οι ιδιότητες εξαρτώνται από τη μέθοδο επεξεργασίας και την καθαρότητα του μετάλλου.





Εφαρμογές

- Αντικατάσταση οστών και αρθρώσεων.
- Οδοντικά εμφυτεύματα.
- Ανακατασκευή προσώπου/κρανίου.
- Καρδιοαγγειακές συσκευές: το τιτάνιο χρησιμοποιείται συχνά για περιπτώσεις βηματοδότη και απινιδωτών, καθώς και τεχνητές βαλβίδες.
- Εξωτερικά προσθετικά.
- Χειρουργικά όργανα.

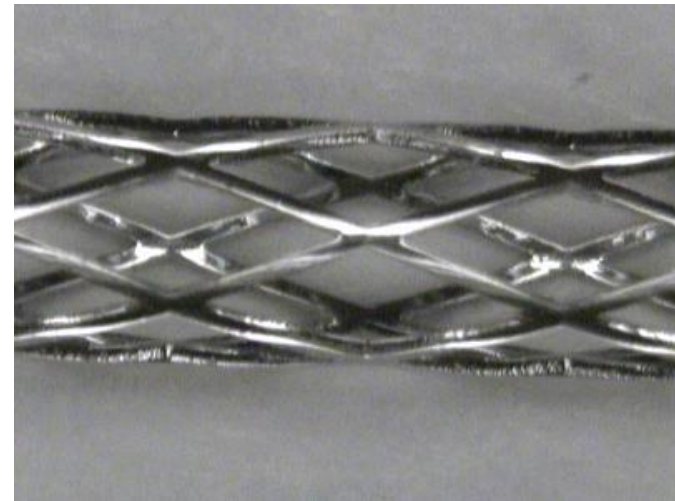


Άλλες χρήσεις

Ιατρικές Σωληνώσεις



Καθετήρες



Stents



Φυσικές ιδιότητες μετάλλων

- Λάμψη,
- καλοί αγωγοί θερμότητας και ηλεκτρισμού,
- υψηλή πυκνότητα,
- υψηλό σημείο τήξης,
- ελατά (τα περισσότερα μέταλλα μπορεί να μετατραπούν σε λεπτά φύλλα),
- όλκιμα (τα περισσότερα μέταλλα μπορούν να γίνουν λεπτά σύρματα).



Χημικές ιδιότητες μετάλλων

- Χάνουν εύκολα ηλεκτρόνια,
- αντίδραση επιφανειών,
- απώλεια μάζας (εύκολα διαβρώνονται): η διάβρωση οδηγεί σε απώλεια υλικού,
- αλλαγή στις μηχανικές ιδιότητες.



Περιοδικός Πίνακας

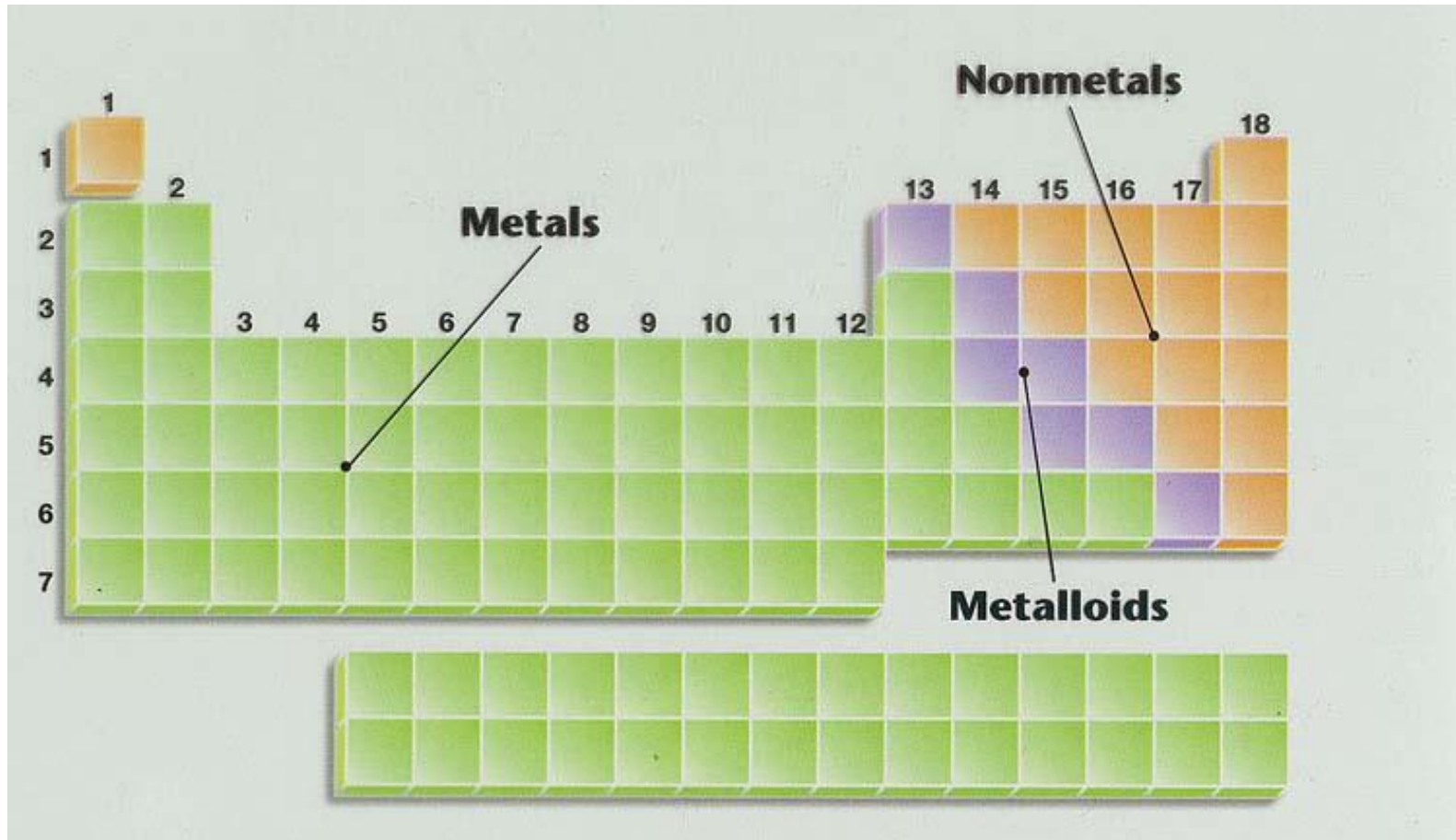
Πολυμερή βιοϋλικά

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun								

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



Μέταλλα

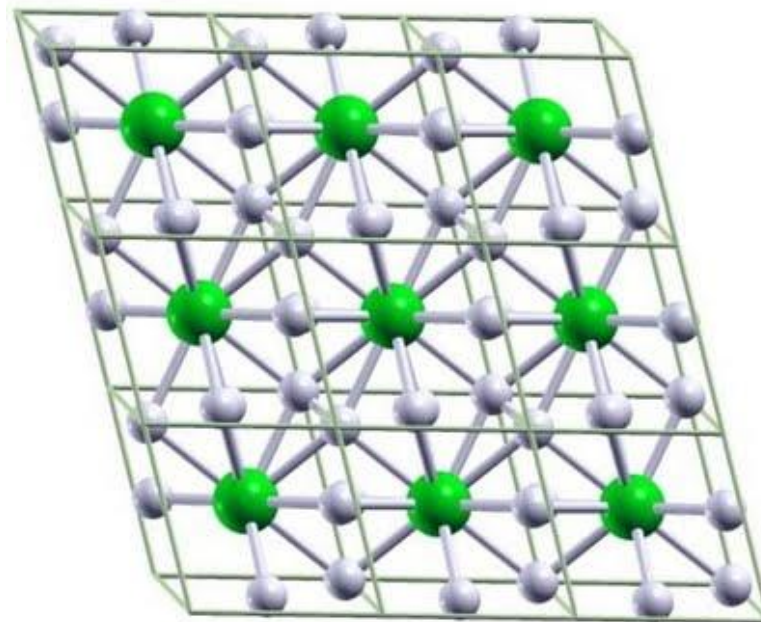


Τα περισσότερα στοιχεία είναι μέταλλα (88 στοιχεία αριστερά της σκάλας είναι μέταλλα ή μεταλλοειδή στοιχεία).



Φύση των μετάλλων

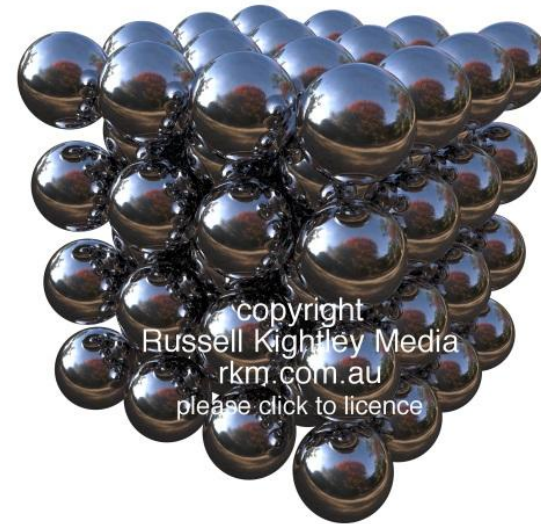
- Κρυσταλλικά στερεά που αποτελούνται από στοιχειώδη, θετικά φορτισμένα ιόντα που βρίσκονται σε νέφος ηλεκτρονίων.





Μικροδομή μετάλλων

- Βασική ατομική αρχιτεκτονική.
- Διαφορετικά στοιχεία έχουν διαφορετικές κρυσταλλικές αρχιτεκτονικές και μπορούν να συνδυαστούν με διαφορετικούς γείτονες.

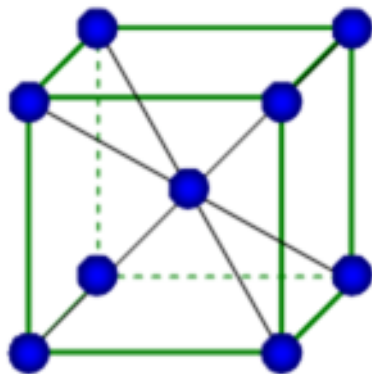


Σίδηρο



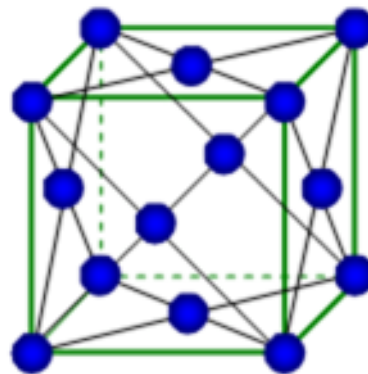
Χρυσό

Crystal lattice examples



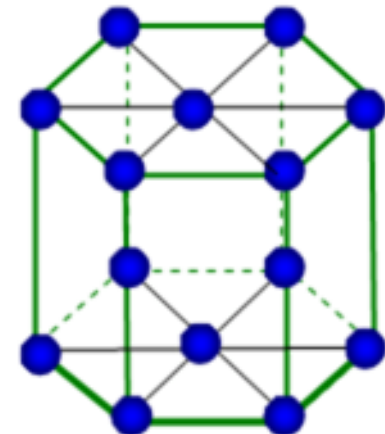
Cubic body centered (bcc)

Fe, V, Nb, Cr



Cubic face centered (fcc)

Al, Ni, Ag, Cu, Au



Hexagonal

Ti, Zn, Mg, Cd

Συνηθισμένοι τύποι πλέγματος



Κατασκευή μετάλλων



- «Μηχανουργία» και «υλοποίηση μετάλλων» είναι όροι συνώνυμοι και αναφέρονται στις δραστηριότητες και στις διαδικασίες οι οποίες αλλάζουν το σχήμα ενός μετάλλου παραμορφώνοντας το ή αφαιρώντας κομμάτια μετάλλου από αυτό.

Κατασκευή μετάλλων



Υψικάμινος

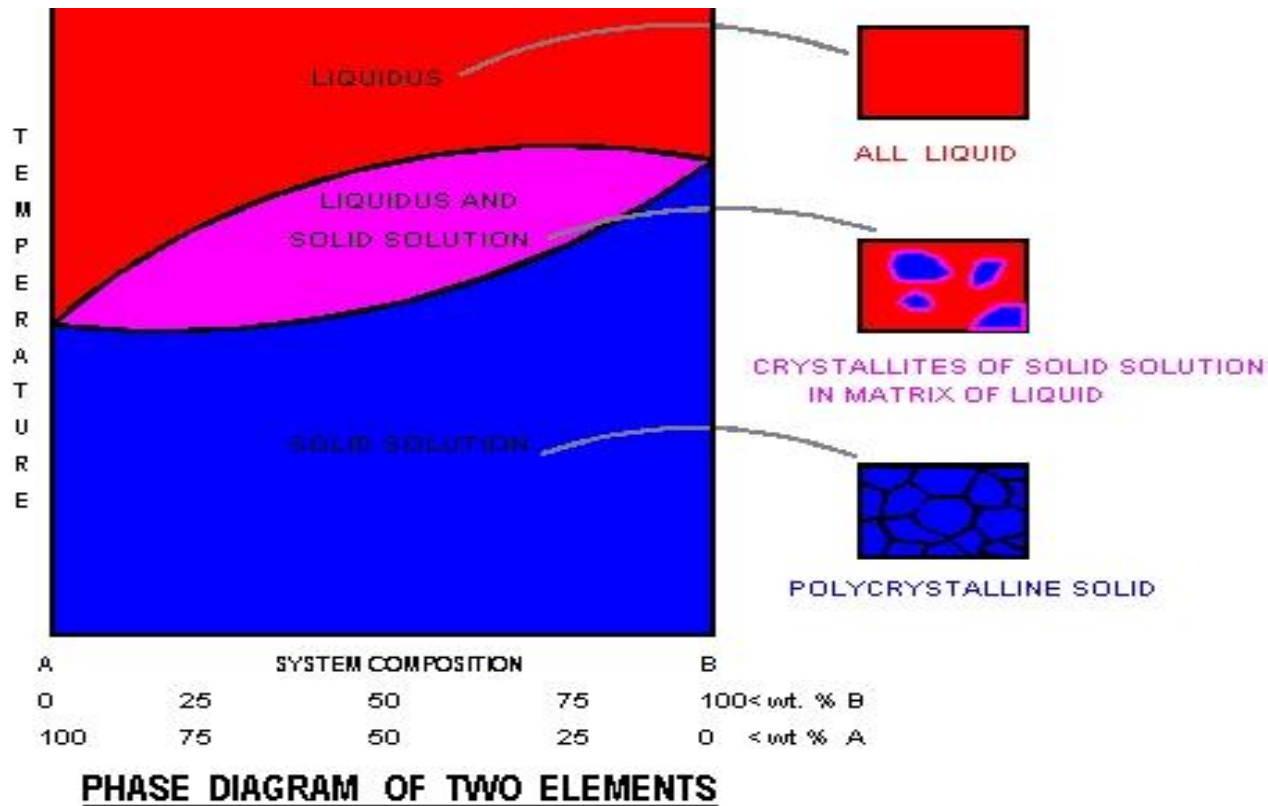


Επεξεργασία

- Το λιωμένο μέταλλο ψύχεται και στερεοποιείται.
- Το στερεό μέταλλο με μηχανικό τρόπο αλλάζει σχήμα ώστε να ανταποκρίνεται σε ένα συγκεκριμένο προϊόν.
- Ο τρόπος που διεκπεραιώνονται αυτά τα βήματα είναι σημαντικός επειδή η παραμόρφωση λόγω θερμοκρασίας και πλαστικότητας επηρεάζει ισχυρά τις μηχανικές ιδιότητες του μετάλλου.



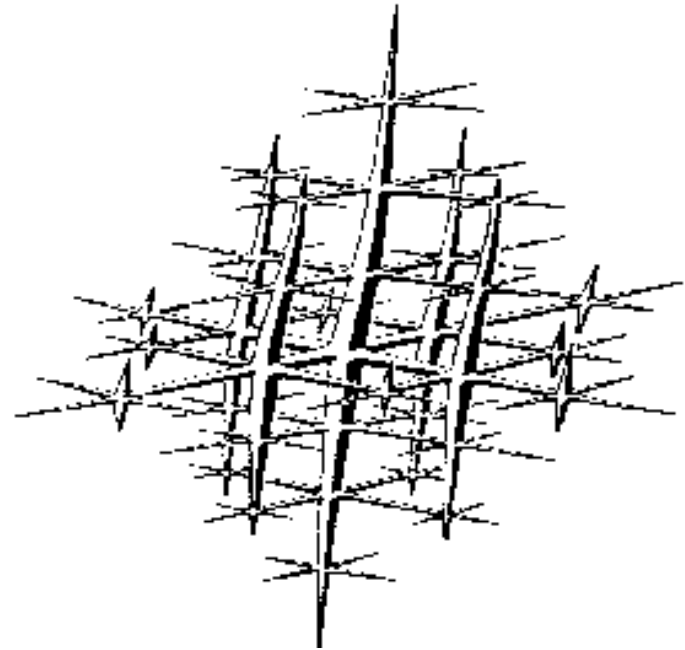
Τι συμβαίνει όταν ψύχεται ένα λιωμένο μέταλλο;





Σχηματισμός κρυστάλλων

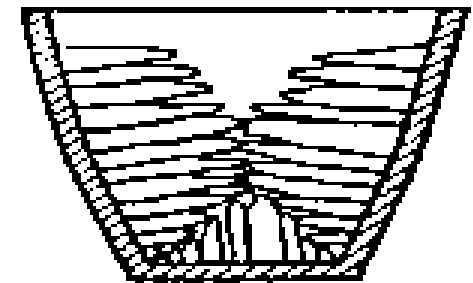
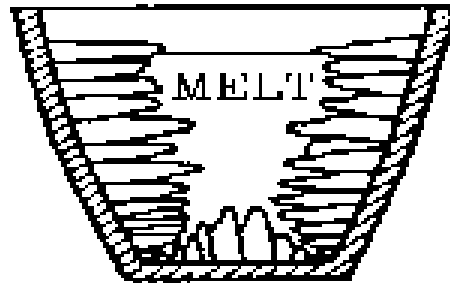
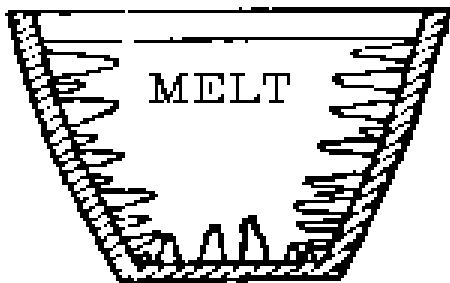
- Στην ελεύθερη κατάσταση η αύξηση συνεχίζεται ταυτόχρονα και στους τρεις άξονες.



Στερεοποίηση στη διαδικασία χυσίματος στο καλούπι: σχηματισμός κρυστάλλων



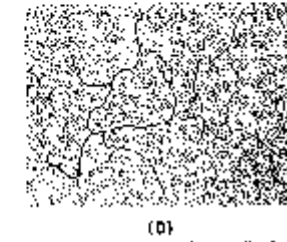
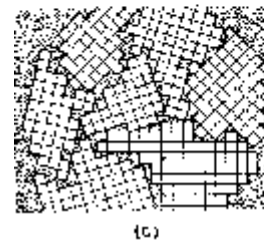
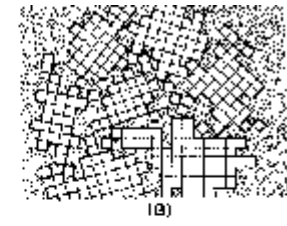
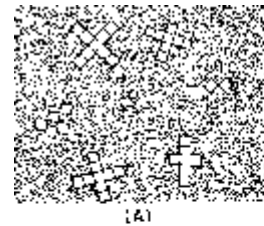
- Ο συγκρατημένος σχηματισμός πυρήνα ξεκινά από τις άκρες (όπου είναι χαμηλότερη η θερμοκρασία) και προχωρεί προς τα εμπρός.





Σχηματισμός Κρυστάλλων

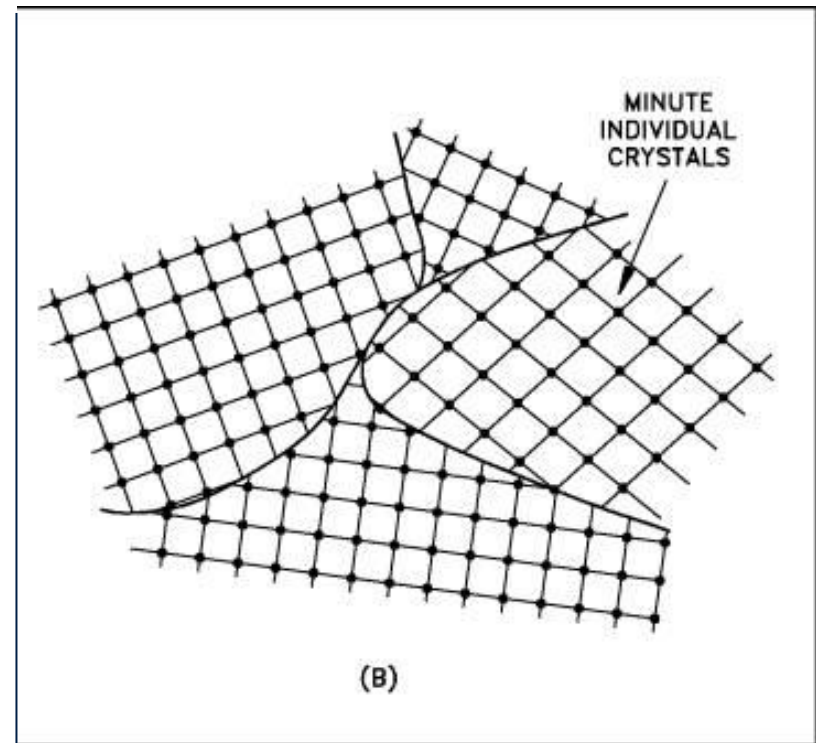
- Πυρηνοποίηση – στερεοποιείται η πρώτη κυτταρική μονάδα.
- Ανάπτυξη – νέες κυτταρικές μονάδες που προσκολλώνται στις υπάρχουσες κυτταρικές μονάδες.
- Εκεί που συναντούνται οι κρύσταλλοι, δημιουργούνται όρια.



Στερεοποίηση μετάλλων (δημιουργία κόκκων)



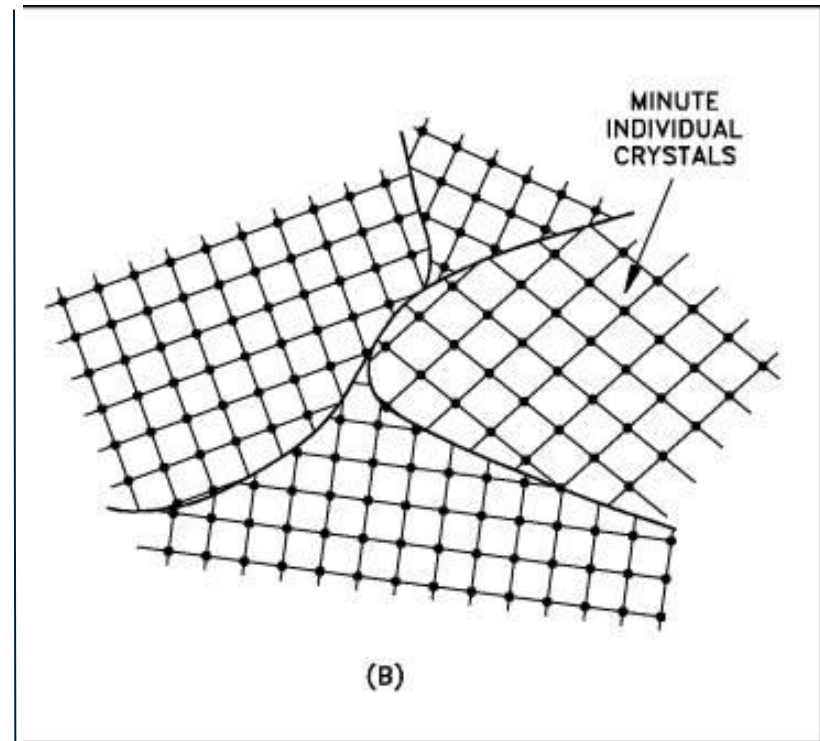
- Οι κρύσταλλοι αναπτύσσονται κατά μήκος των αξόνων μέχρι να αρχίσουν να αλληλεπικαλύπτονται.
- Τα σημεία αλληλοεπικάλυψης όπου συναντούνται οι κρυσταλλικές κατασκευές ονομάζονται *όρια κόκκων*.





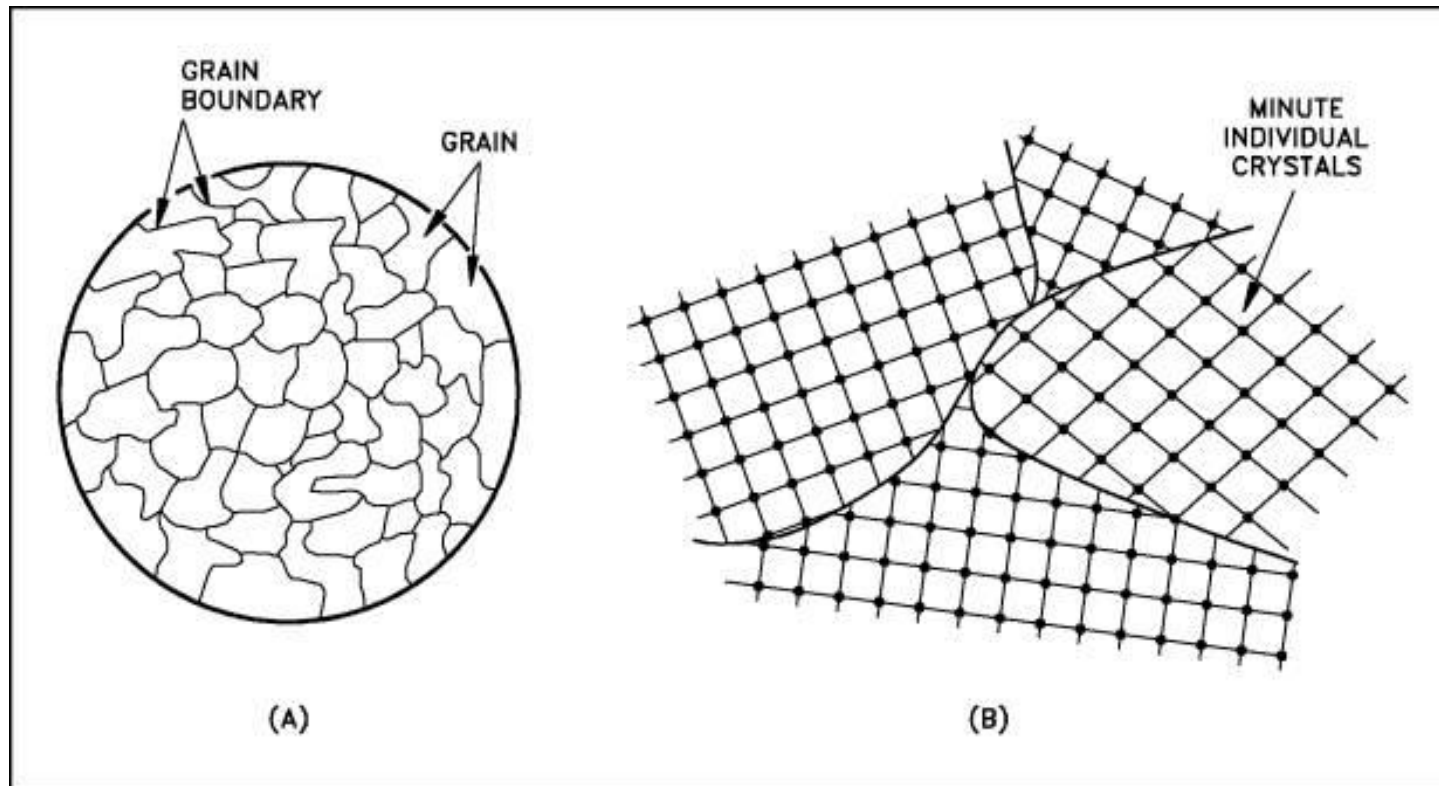
Φάσεις

- Μια φάση είναι ένα ομογενές τμήμα ή μια συσσώρευση του υλικού που διαφέρει από κάποιο άλλο τμήμα λόγω διαφοράς στη δομή ή/και στη σύσταση.
- Η διαφορά μεταξύ των δομών δημιουργεί μια επιφάνεια αλληλεπίδρασης μεταξύ διπλανών φάσεων ή περιβαλλόντων φάσεων.
- Αυτές οι κατασκευαστικές ιδιομορφίες επηρεάζουν τις μηχανικές επιδόσεις.





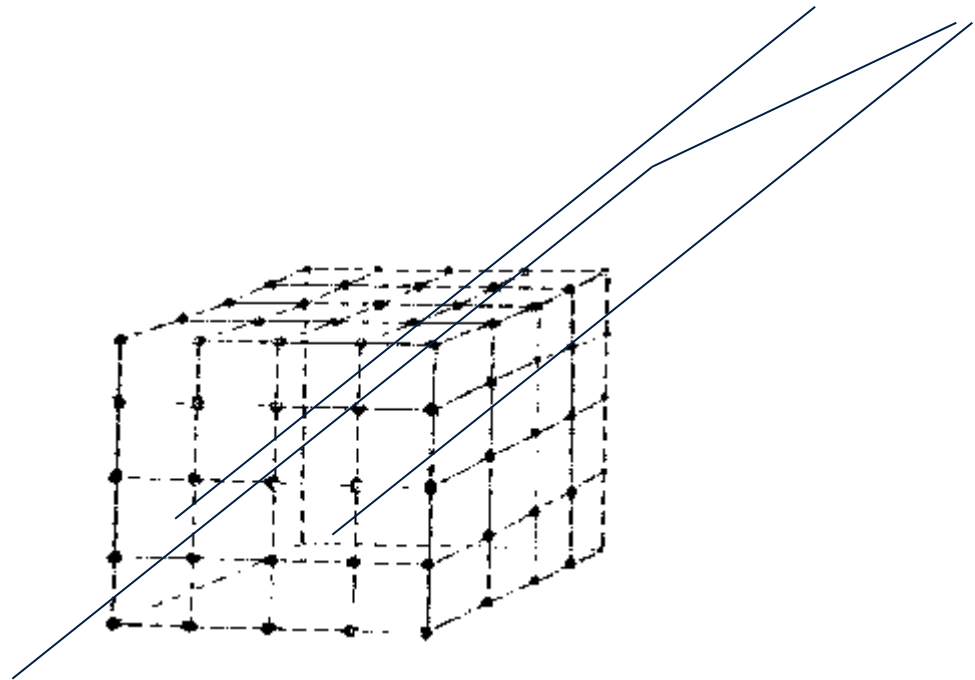
Κόκκοι και σύνορα κόκκων





Δημιουργία επιπέδου απόκλισης

- Καθώς δημιουργούνται κρύσταλλα οι κυτταρικές μονάδες τείνουν να αναδιαμορφωθούν σε μοτίβα.
- Η αναδιαμόρφωση αυτών των εσωτερικών επιπέδων μεταξύ των κυτταρικών μονάδων δημιουργεί τα επίπεδα απόκλισης.





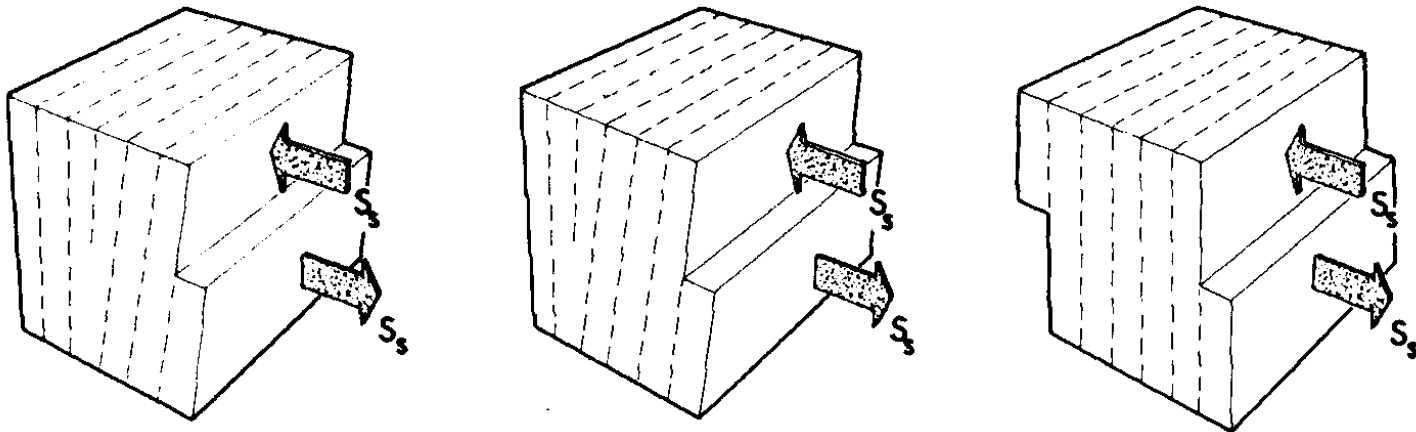
Κρυσταλλικές ατέλειες

- Οι μεταλλικοί κρύσταλλοι δεν είναι τέλειοι.
- Ορισμένες φορές υπάρχουν κενά διαστήματα από τα οποία λείπει κάποιο άτομο που καλούνται κενότητες.
- Αυτές αλλά και άλλες ατέλειες, καθώς και η ύπαρξη κόκκων διαμορφώνουν πολλές από τις μηχανικές ιδιότητες των μετάλλων.
- Όταν **δύναμη** εφαρμόζεται σε κάποιο μέταλλο, δημιουργούνται μετατοπίσεις και κίνηση, επιτρέποντας έτσι την παραμόρφωση του μετάλλου.



Αποκλίσεις στην κρυσταλλική δομή

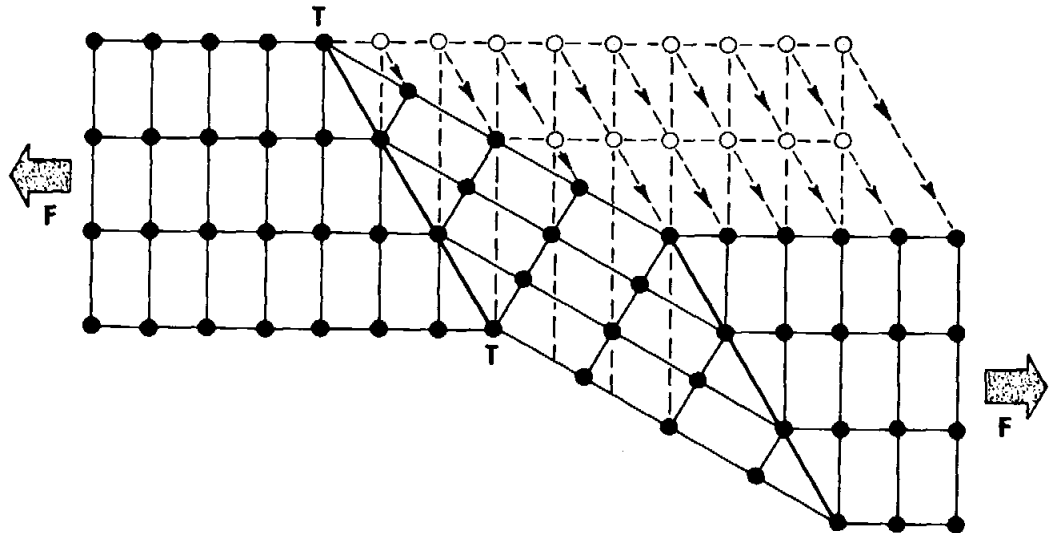
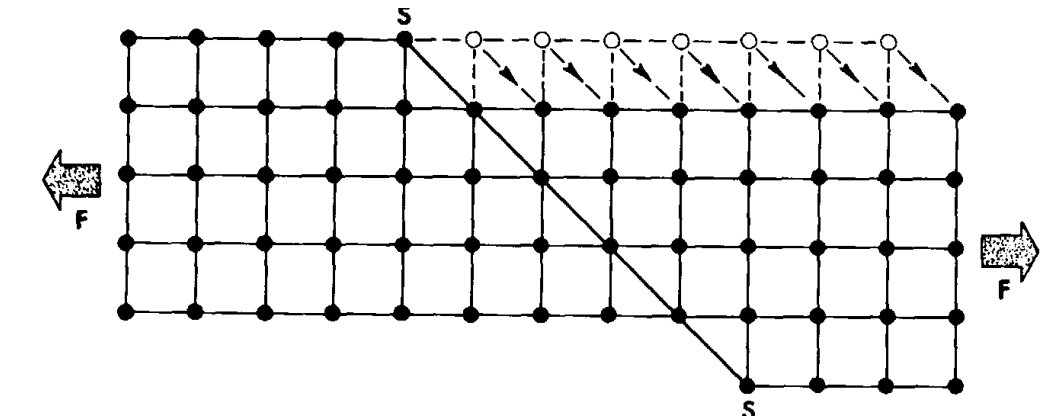
- Μετατοπίσεις:
 - ✓ μετατόπιση άκρων.





Πλαστικές παραμορφώσεις

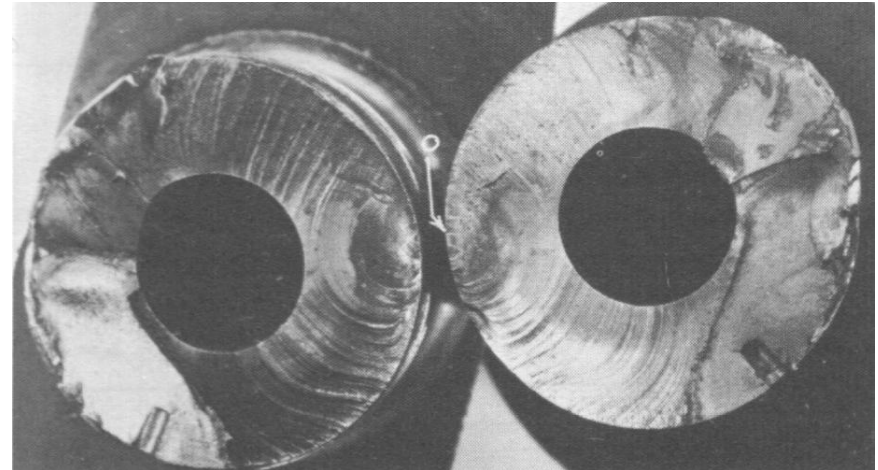
- Απόκλιση
- Διδυμοποίηση





Φθορά

- Στάδια αστοχίας λόγω κόπωσης:
 - ✓ κανένα πρόβλημα,
 - ✓ μικρές ρωγμές,
 - ✓ "clam shell" φαινόμενο(παρατηρήστε την γυαλιστερή περιοχή),
 - ✓ ρωγμή.



Συνδυασμός γραμμών απόκλισης και περιοχών διδυμοποίησης



Patric Tresco, Biomaterials course, University of Utah



Φθορά

- Όριο φθοράς «Η μέγιστη δύναμη που μπορεί να αντέξει ένα μέταλλο χωρίς να φθαρεί για έναν συγκεκριμένο μεγάλο αριθμό επαναλήψεων» .
- Συχνά πιο σημαντικό από την ελαστικότητα ή τη δύναμη που χρειάζεται το μέταλλο για να λυγίσει.

Ισχυροποίηση με μείωση του μεγέθους των κόκκων



- Μείωση στο μέγεθος και περισσότερη ομοιογένεια στη δομή του κρυστάλλου καθώς και αποφυγή κίνησης (αποτρέπει τις αποκλίσεις).
- Η μείωση του μεγέθους των κόκκων συνήθως ευνοεί τη σκληρότητα.
- Το μέγεθος των κόκκων ελέγχεται με την επιβράδυνση του ρυθμού στερεοποίησης και με την πλαστική παραμόρφωση μετά από την στερεοποίηση.



Κράματα

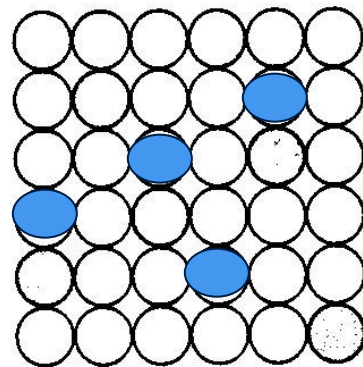
- Ένα μέταλλο το οποίο αποτελείται από δύο ή περισσότερα στοιχεία, εκ των οποίων ένα ή και περισσότερα είναι μεταλλικά.
- Γενικότερα, τα μέταλλα δεν έχουν την τάση να αναμειγνύονται. Όταν συμβαίνει αυτό, διαμορφώνονται με δύο τρόπους:
 - ✓ αντικατάσταση,
 - ✓ σε διάκενο.



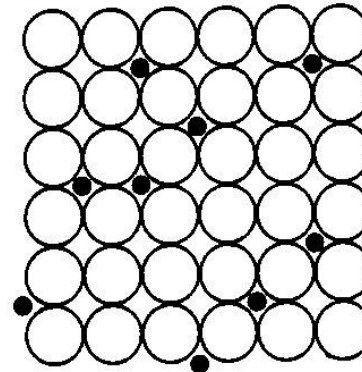
Τα κράματα είναι στερεά διαλύματα

(α) αντικατάσταση

(β) με διάκενα



(a)



(b)

Το κυρίαρχο στοιχείο αναφέρεται ως **διαλύτης** και το λιγότερο επικρατές ως **διαλυμένη ύλη**.

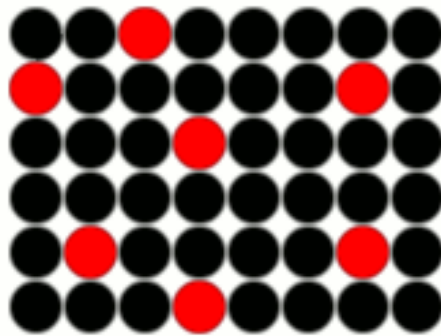
Στοιχεία γέμισης: τα κράματα ασημιού αποτελούνται από Ag-Sn-Cu, σε ανάμειξη με υδράργυρο.



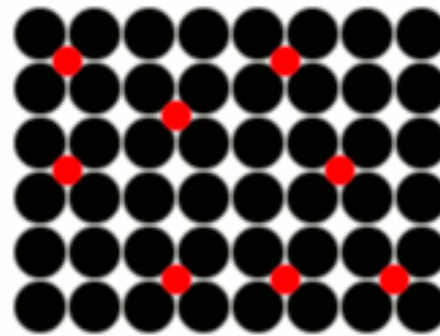
Κράματα αντικατάστασης

- Κράματα που δημιουργούνται μέσω αντικατάστασης πρέπει να έχουν όμοιες κρυσταλλικές δομές και ατομικό μέγεθος.

© explainthatstuff.com 2008
Some rights reserved.
CC BY-NC-ND



Substitution Alloy



Interstitial Alloy

Συνθήκες για στερεά διαλύματα αντικατάστασης

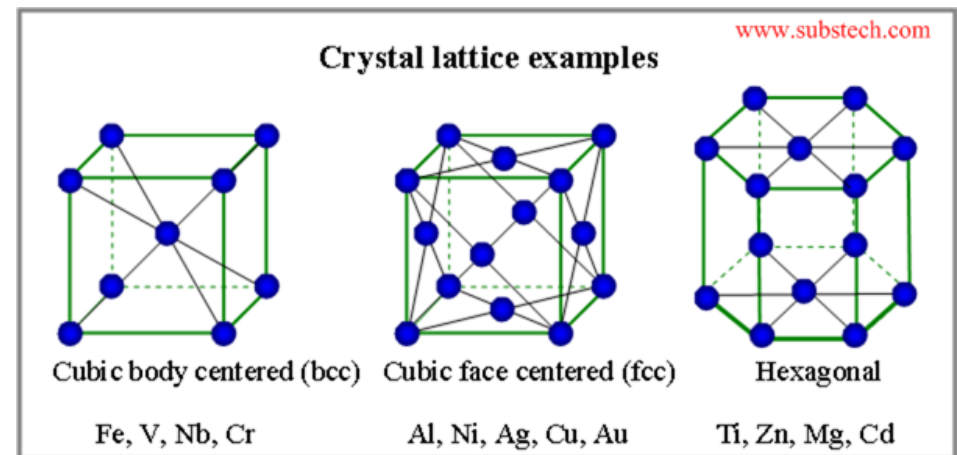


- Οι ατομικές ακτίνες των δύο στοιχείων είναι παρόμοιες.
- Ο τύπος των δικτύων πρέπει να είναι όμοιος.
- Το μέταλλο χαμηλού σθένους γίνεται η διαλυτή ουσία.



Η κρυσταλλική αρχιτεκτονική προσδιορίζει τις μηχανικές ιδιότητες

- Body Cubic Centered, λιγότερο εύπλαστα (ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες).
- Face Cubic Centered, εύπλαστα και όλκιμα, δηλ. δουλεύονται πιο εύκολα.
- Hexagonal, έχουν περιορισμένη πλαστικότητα.





Οδοντικά κράματα

Κράμα χρυσού – ασημιού (Τύπου III για στεφάνες, γέφυρες: δηλ. 75%Au-11%Ag-9%Cu3.5%Pd):

- 2.882 Å - Χρυσός (Au) FCC : FCC (Ag) Ασήμι - 2.888 Å.

Κράμα ασημιού - χαλκού (Ένας από τους δύο τύπους σωματιδίων σε κράματα οδοντικού αμαλγάματος):

- 2.888 Å - Ασήμι (Ag) FCC : FCC (Cu) Χαλκός - 2.556 Å.

Κράμα ασημιού – κασσίτερου (σωματίδια σε «χαμηλού χαλκού» κράματα οδοντικού αμαλγάματος):

- 2.888 Å - Ασήμι (Ag) FCC : FCC (Sn) Κασσίτερος - 3.016 Å.



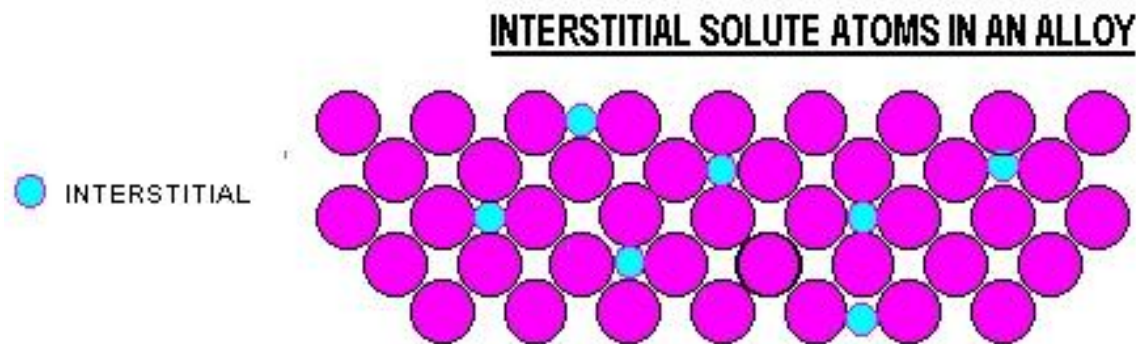
Άλλα κράματα

- *Co-Cr* κράματα.
- *Co-Cr-Ni* κράματα.
- *Ni-Ti* κράματα όπως το κράμα Nitinol $Ti-48Ni-2Co$ είναι υπερ-ελαστικά σύρματα.



Μέσα σε διάκενο

- Το μέγεθος του ατόμου είναι ο κυριότερος παράγοντας.
- Τα άτομα της διαλυμένης ουσίας πρέπει να είναι μικρού μεγέθους για να χωρέσουν στο χώρο μεταξύ των μεγαλύτερων ατόμων του διαλύτη.
- Οι κυριότερες διαλυμένες ουσίες σε διάκενο είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο, το βόριο, το άζωτο και το οξυγόνο.



SOLUTE ATOMS MUST BE SMALL IN SIZE $< .59$ DIAMETER OF SOLVENT ATOMS

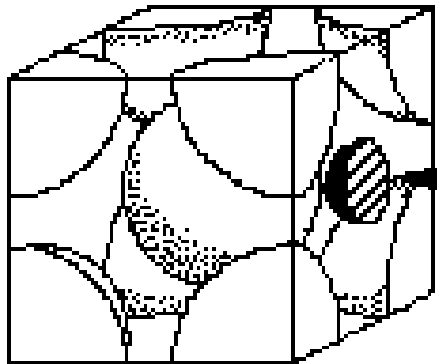
Ισχυροποίηση των στερεών διαλυμάτων



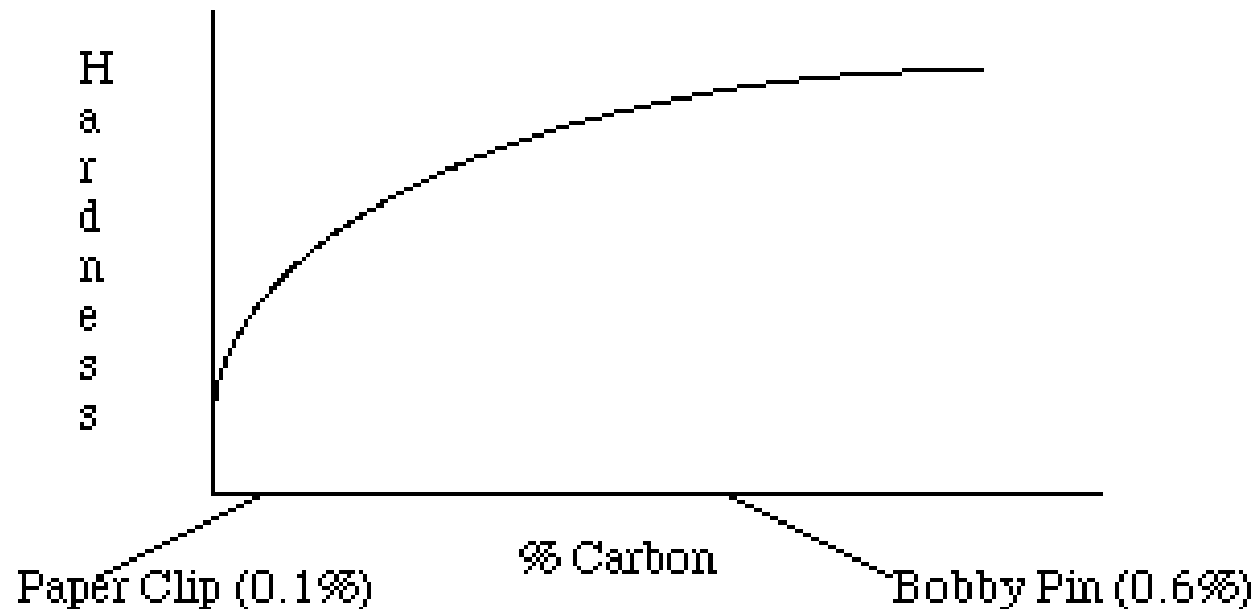
- Προσθέτοντας ακόμη ένα στοιχείο μπορούμε να αυξήσουμε τη δύναμη.
- Τα ακάθαρτα άτομα ανακατανέμουν τη δύναμη που ασκείται στο δίκτυο και αποφεύγονται οι μετατοπίσεις.
- Αυτό συμβαίνει όταν η δύναμη που προκαλείται από τα στοιχεία του κράματος εξουδετερώνει αυτή της μετατόπισης, επιτυγχάνοντας έτσι μια χαμηλή κατάσταση ενέργειας. Χρειάζεται επιπλέον δύναμη για να γίνει μετατόπιση. Η απώλεια αυτής της δύναμης σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι η αιτία που εμποδίζεται η μετατόπιση.
- Τα καθαρά μέταλλα είναι σχεδόν πάντα μαλακότερα από τα κράματα.



Παράδειγμα στερεού διαλύματος σε διάκενο είναι το ατσάλι ή ο άνθρακας που διαλύεται στο σίδηρο



Interstitial Carbon in Iron
Since the interstitial sites are so small, the maximum solubility in BCC iron is only one carbon atom for 5000 iron atoms.





Ισχυροποίηση της τάσης

- Τα ελατά μέταλλα γίνονται δυνατότερα όταν παραμορφώνονται πλαστικά σε θερμοκρασίες αρκετά χαμηλότερες από το σημείο τήξης (**cold working**).
- Η αιτία της ισχυροποίησης της τάσης είναι ότι η πυκνότητα της μετατόπισης αυξάνεται με την πλαστική παραμόρφωση (cold work).



Ανάκτηση - ισχυροποίηση

- Θέρμανση → αυξημένη διήθηση → αύξηση κίνησης μετατόπισης → μειώνει την εσωτερική δύναμη τάσης και μειώνει τον αριθμό των μετατοπίσεων.

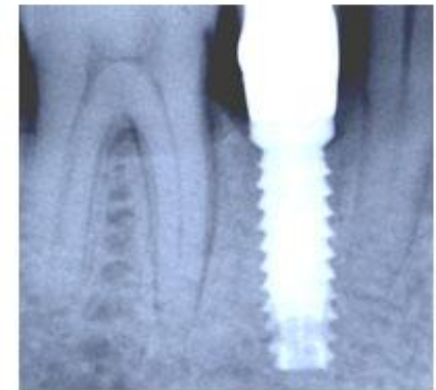
Τιτάνιο



- 2.2 εκατομμύρια κιλά Ti εμφυτεύονται κάθε χρόνο.
- Αρθρώσεις ισχίου, βίδες οστών, οδοντικά εμφυτεύματα, χειρουργικές συσκευές και θήκες για βηματοδότες.
- Υψηλή δύναμη και χαμηλή τριβή.



Dental Implants



Οδοντικό εμφύτευμα



Κράματα τιτανίου

- [F67-00](#) Τιτάνιο χωρίς κράμα.
- [F136-98e1](#) Επεξεργασμένο κράμα Τιτάνιο 6-Αλουμίνιο 4-Βανάδιο.
- [F620-00](#) Άλφα συν Βήτα σφυρηλατημένο κράμα Τιτανίου.
- [F1108-97a](#) Ti6Al4V κράμα.
- [F1295-97a](#) Επεξεργασμένο κράμα Τιτάνιο 6-Αλουμίνιο 7-Νιόβιο.
- [F1341-99](#) Σύρμα Τιτανίου χωρίς κράμα.
- [F1472-99](#) Επεξεργασμένο κράμα Τιτάνιο 6-Αλουμίνιο 4-Βανάδιο.
- [F1580-95](#) Σκόρες από κράμα Τιτάνιο 6-Αλουμίνιο 4-Βανάδιο.
- [F1713-96](#) Επεξεργασμένο κράμα Τιτάνιο 13-Νιόβιο 13-Ζιρκόνιο.
- [F1813-97e1](#) Επεξεργασμένο κράμα Τιτάνιο 12- Μολυβδένιο 6- Ζιρκόνιο 2-Σίδηρο.



Κράματα κοβαλτίου

- [F75-98](#) Cobalt-28 Chromium-6 Molybdenum Casting Alloy.
- [F90-97](#) Wrought Cobalt-Chromium-15T Tungsten-10 Nickel Alloy.
- [F562-00](#) Wrought Cobalt-35 Nickel-20 Chromium-10 Molybdenum Alloy.
- [F563-95](#) Wrought Cobalt-Nickel-Chromium-Molybdenum-Tungsten-Iron Alloy.
- [F688-95](#) Wrought Cobalt-35 Nickel-20 Chromium-10 Molybdenum Alloy.
- [F799-99](#) Cobalt-28 Chromium-6 Molybdenum Alloy.
- [F961-96](#) Cobalt-35 Nickel-20 Chromium-10 Molybdenum Alloy.
- [F1058-97](#) Wrought Cobalt-Chromium-Nickel-Molybdenum-Iron Alloy.
- [F1091-91\(1996\)](#) Wrought Cobalt-20 Chromium-15 Tungsten-10 Nickel Alloy.
- [F1377-98a](#) Cobalt-28 Chromium-6 Molybdenum Powder.
- [F1466-99](#) Iron-Nickel-Cobalt Alloys.
- [F1537-00](#) Wrought Cobalt-28-Chromium-6-Molybdenum Alloy.



Ανοξειδωτο ατσάλι

- Οι τύποι 316 και 316L είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται περισσότερο για την κατασκευή εμφυτευμάτων.
- Η μόνη διαφορά στη σύνθεση μεταξύ 316 και 316L είναι η περιεκτικότητα σε άνθρακα.
- Μεγάλο σύνολο ιδιοτήτων εξαρτάται από την επεξεργασία (heat or cold working) για μεγαλύτερη σκληρότητα και δύναμη.
- Ακόμα και το ανοξειδωτο ατσάλι μπορεί να οξειδωθεί μέσα στο σώμα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες σε μια περιοχή υψηλής έντασης και χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο, όπως σε επαφές κάτω από βίδες ή από σπασμένες πλάκες.
- Επομένως το ανοξειδωτο ατσάλι είναι κατάλληλο για χρήση μόνο σε προσωρινές συσκευές εμφύτευσης όπως πλάκες, βίδες και καρφιά.



Κράματα ανοξειδωτου ατσαλιού

- [F138-97](#) (316LVM) Wrought 18 Chromium-14 Nickel-2.5 Molybdenum Stainless Steel.
- [F139-96](#) Wrought 18 Chromium-14 Nickel-2.5 Molybdenum Stainless [F621-97](#) Stainless Steel.
- [F745-95](#) 18 Chromium-12.5 Nickel-2.5 Molybdenum Stainless Steel [F899-95](#) Stainless Steel.
- [F1314-95](#) Wrought Nitrogen Strengthened-22 Chromium-12.5 Nickel-5 Manganese-2.5 Molybdenum Stainless Steel.
- [F1350-91\(1996\)](#) Wrought 18 Chromium-14 Nickel-2.5 Molybdenum Stainless Steel.
- [F1586-95](#) Wrought Nitrogen Strengthened-21 Chromium-10 Nickel-3 Manganese-2.5 Molybdenum Stainless Steel.

Αξιοπιστία μεταλλικών εμφυτευμάτων



Εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από:

- διάβρωση,
- φθορά,
- αντοχή των υλικών.



Θεραπεία αντικατάστασης γονάτου

Κυρίαρχο πρόβλημα:

- βλάβη στο χόνδρο οδηγεί σε διάφορες μορφές αρθρίτιδας.

Συμπτώματα:

- σκλήρυνση, πρήξιμο των οστών στις αρθρώσεις,
- ακινησία.





Εισαγωγή - υπόβαθρο

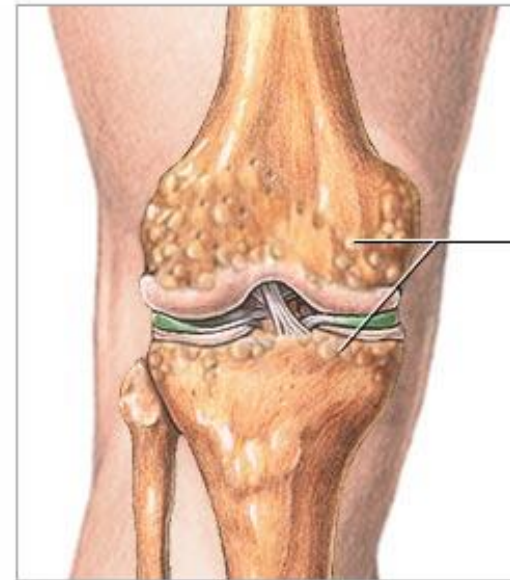
Λύση:

Ολική αντικατάσταση γόνατου (TKR)

- περίπου 790.000 αμερικάνοι δέχονται εμφυτεύματα στο γόνατο κάθε χρόνο.

Αποτελέσματα:

- σταματάει ή μειώνει αποτελεσματικά τον πόνο στις αρθρώσεις,
- βελτιώνει τη δύναμη του ποδιού,
- αυξάνει την ποιότητα της ζωής και την άνεση.

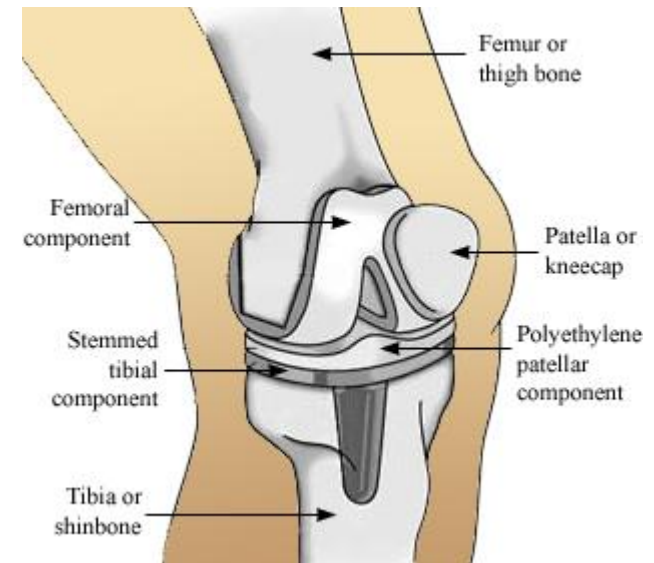
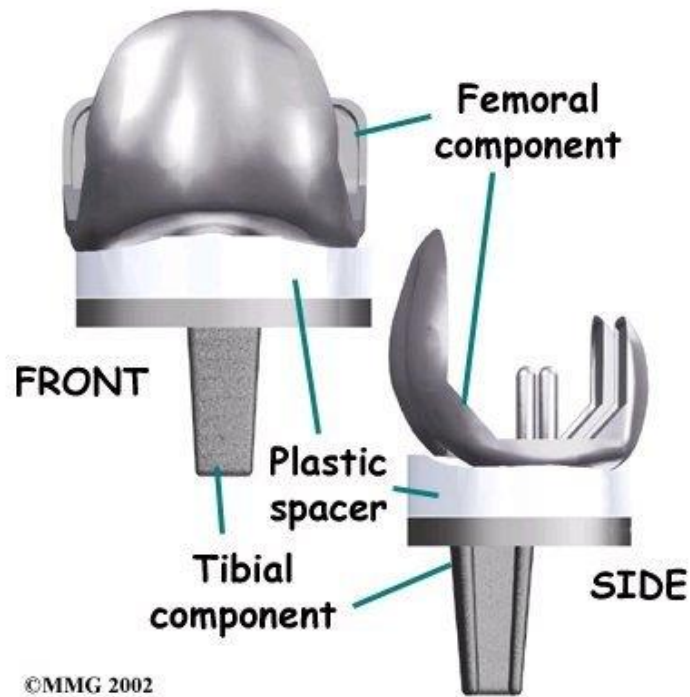


Osteoarthritis of the knee

ADAM.



Πρόσφατη TKR - Συναρμολόγηση



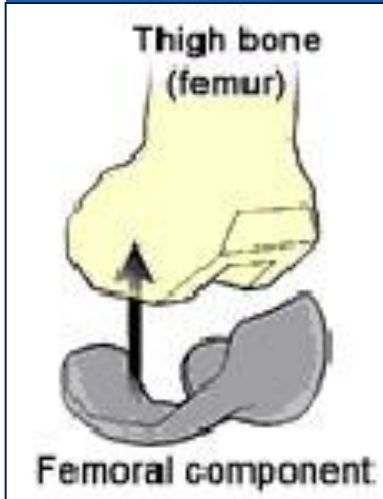
Βασικά στοιχεία:

1. Μηριαίο τμήμα
3. Πλαστικό προσθετικό

2. Τμήμα κνήμης
4. Τμήμα επιγονατίδας



Πρόσφατη TKR - Συναρμολόγηση



Μηριαίο τμήμα

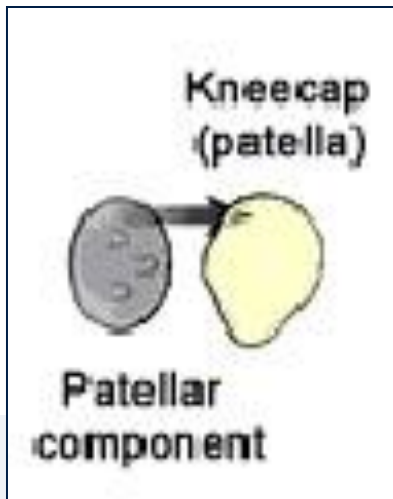
Υλικά:

Cobalt-chromium-molybdenum
Ti-6Al-4V ELI Titanium Alloy

Επιφάνεια αλληλεπίδρασης:

βιολογική

προσάρτηση,
PMMA



Τμήμα επιγονατίδας

Υλικά:

Polyethylene
Cobalt-chromium-molybdenum (Ti

Alloy)

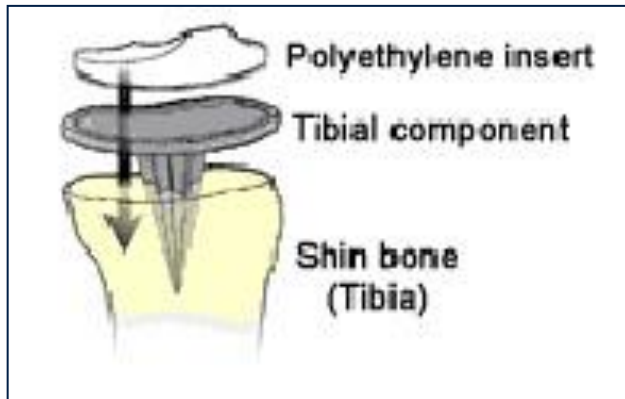
Αλληλεπίδραση: βιολογική προσάρτηση
PMMA



*αρθρωτός ή ενιαίος σχεδιασμός



Πρόσφατη TKR - Συναρμολόγηση



Τμήματα κνήμης

Υλικά:

Cobalt-chromium-molybdenum (cast)
Ti-6Al-4V ELI Titanium Alloy

Επιφάνεια αλληλεπίδρασης:

Βιολογική

προσάρτηση,
PMMA

Πλαστικό προσθετικό

Υλικά:

Polyethylene

Επιφάνεια αλληλεπίδρασης:

Press Fit



Πρόσφατη TKR - Συναρμολόγηση

#1 Πολυαιθυλένιο “Αδύναμος κρίκος”:

- Η καταπόνηση της άρθρωσης παράγει ξεχωριστά σωματίδια.
- Οδηγεί σε οστεόλυση και οστική αναρρόφηση στην επιφάνεια αλληλεπίδρασης με το εμφύτευμα.
- Χαλάρωση και ενδεχόμενη δυσλειτουργία εμφυτεύματος.

#2 Επιφάνεια αλληλεπίδρασης μετάλλου – οστού:

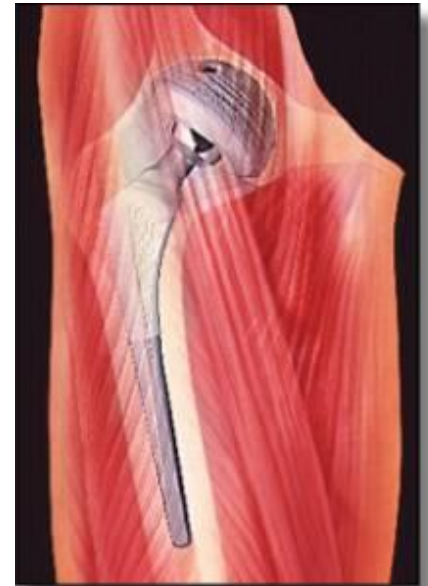
- Η μη φόρτιση του οστού οδηγεί σε εκφυλισμό του.

Μέσος όρος ζωής 10 -20 χρόνια.



Μέταλλα

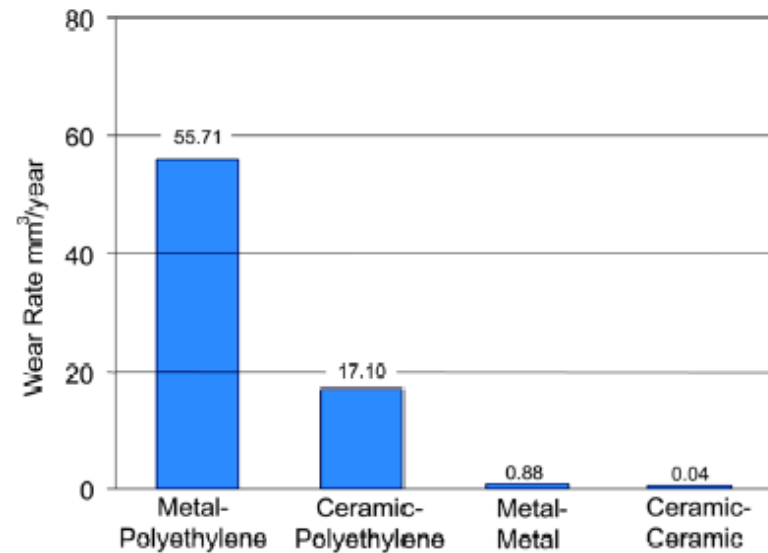
- Μία επιπλοκή που μπορεί να συμβεί από τη χρήση μετάλλων σε ορθοπαιδικές εφαρμογές είναι η μη φόρτιση του οστού.
- Σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στην TKR ή στην αντικατάσταση ισχίου η δύναμη του μετάλλου στο εμφύτευμα το κάνει να καταπονείται περισσότερο από ότι θα καταπονούνταν κανονικά.
- Αυτό μειώνει το φορτίο των παρακείμενων ιστών και επομένως δεν το φορτίζει.
- Η έλλειψη φορτίου προκαλεί τη μείωση της οστικής πυκνότητας και καθώς το οστό αναρροφάται προκαλεί επιπλοκές στην επιφάνεια αλληλεπίδρασης ιστού/εμφυτεύματος.





Εναλλακτικός σχεδιασμός TKR – Η ιδέα

#1 Μείωση αντοχής



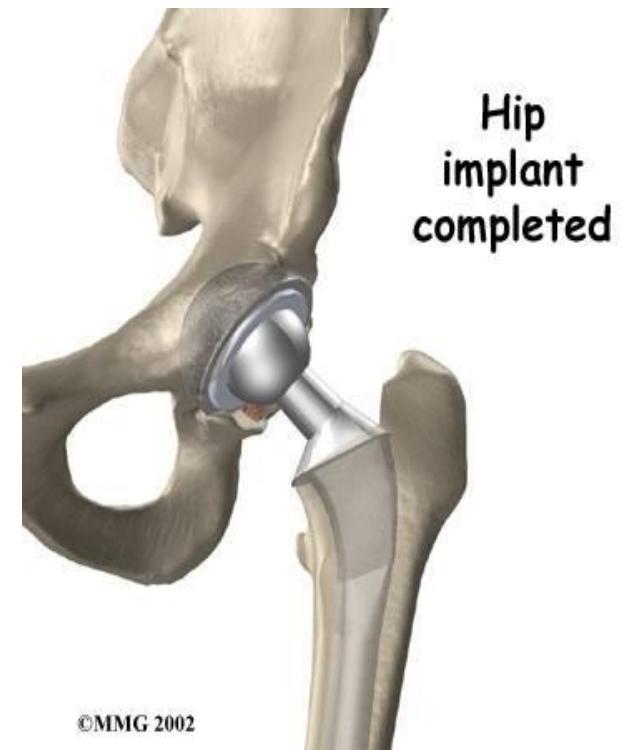
#2 Μη φόρτιση οστού

Υλικό	Young's Modulus (GPa)	Tensile Strength (GPa)
Bone (wet at low strain rate)	15.2	.090
Co-Cr	210	.48
Ti-6Al-4V (40% porosity)	27	.14



Εναλλακτικός σχεδιασμός TKR – Η ιδέα

- Η επέμβαση αντικατάστασης ισχίου είναι «κοντινός συγγενής» της ολικής αντικατάστασης γονάτου.
- Ο τύπος Metasul είχε επιτυχία λόγω του συστήματος αλληλεπίδρασης μετάλλου σε μέταλλο: 100.000 έχουν εμφυτευτεί παγκοσμίως.

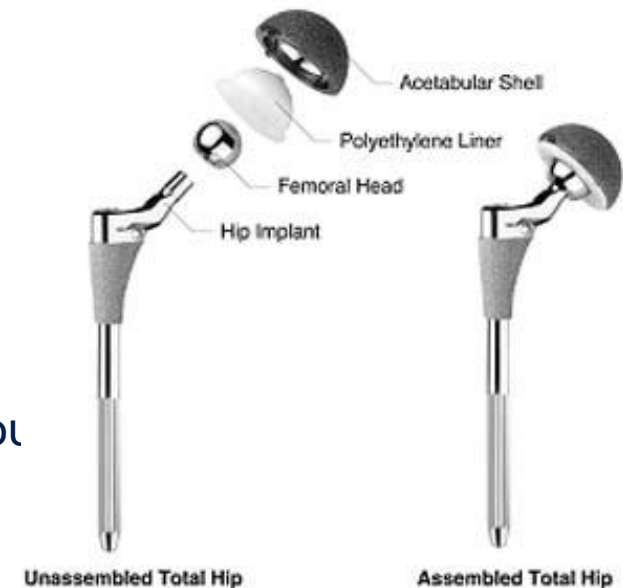


Εναλλακτικός σχεδιασμός TKR – Η ιδέα



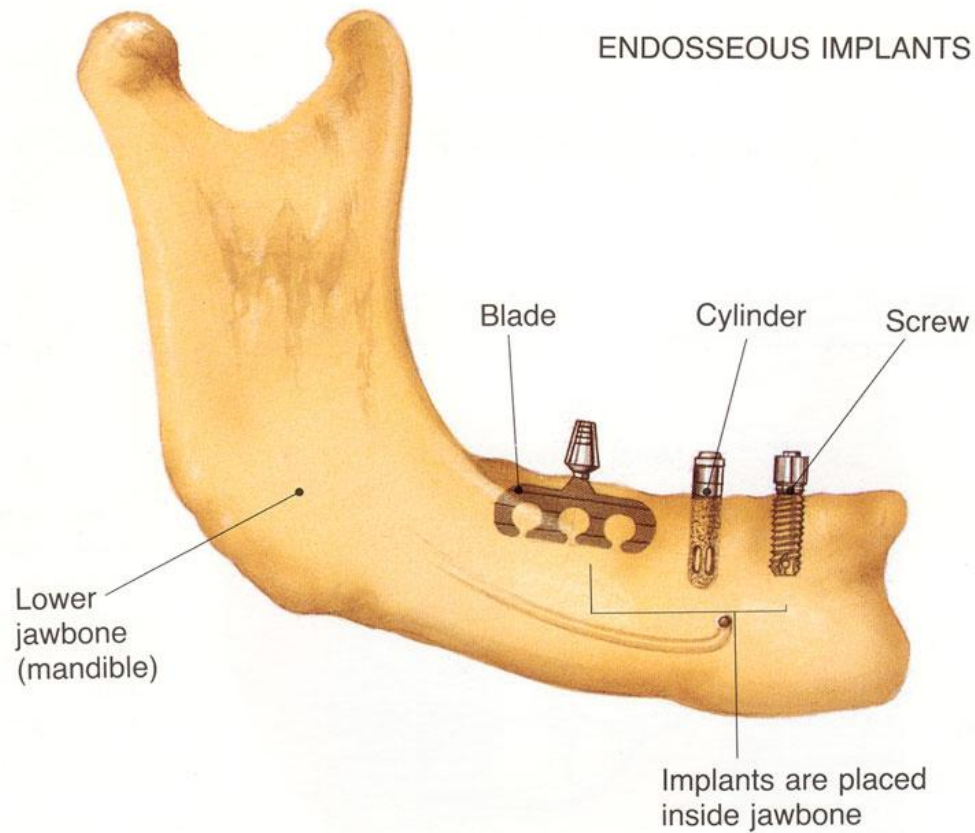
Εναλλακτικός σχεδιασμός: αλληλεπίδραση μετάλλου - μετάλλου
χρησιμοποιώντας ένα σύστημα
τριών υλικών

Υλικά: σφυρηλατημένο κράμα
κοβαλτίου – χρωμίου - μολυβδαινίου
προσθετικό πολυαιθυλενίου
σύνδεσμος οστού από κράμα πορώδους τιτανίου





Ενδοστικά εμφυτεύματα



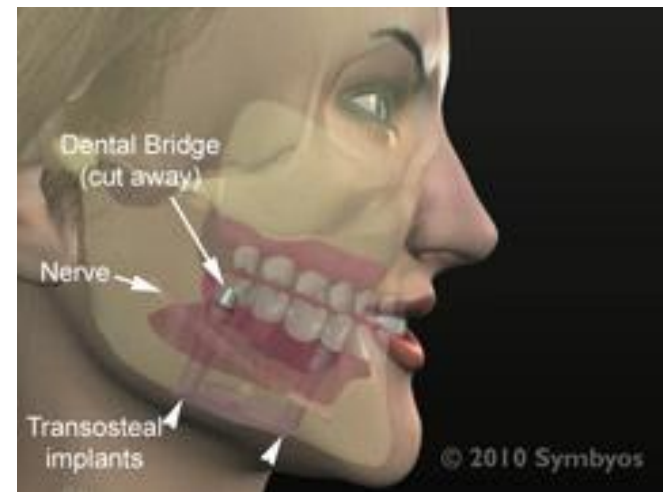
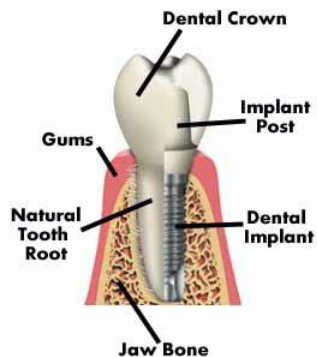


Κατηγοριοποίηση εμφυτευμάτων



ΥΠΟΠΕΡΙΟΣΤΙΚΟ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑ

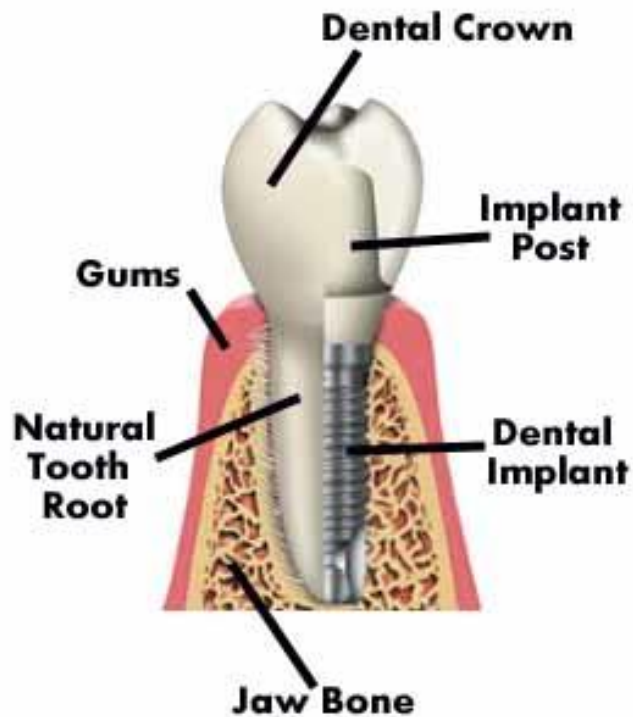
ΠΕΡΙΟΣΤΙΚΟ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑ



ΕΝΔΟΣΤΙΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ



Το σύστημα εμφυτευμάτων

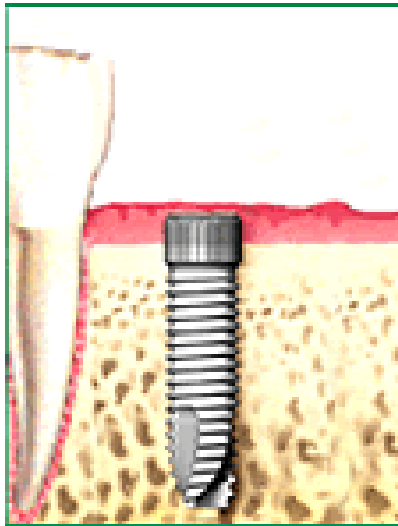


- Βιδώνεται στο σαγόني.
- Το στήριγμα βιδώνεται συνήθως στην κορυφή του οδοντικού εμφυτεύματος.
- Μία τεχνητή οδοντική γέφυρα μπορεί να κατασκευαστεί ώστε να ταιριάζει απόλυτα στο οδοντικό στήριγμα.

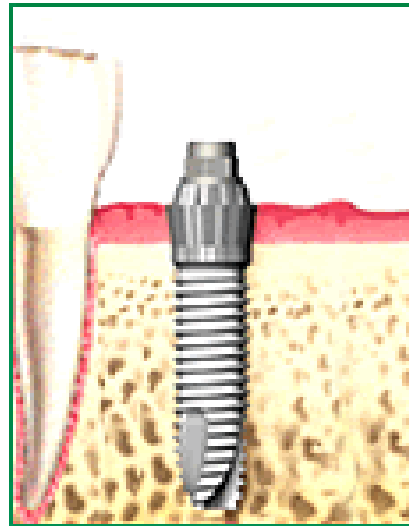


Η διαδικασία της εμφύτευσης

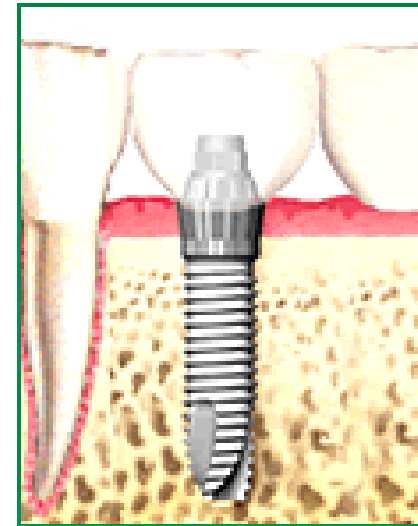
the implant process



step 1
during first surgery
implants are placed



step 2
during second surgery
the abutment is attached



step 3
during the last step,
the new prosthesis is
attached.



Το άλμα

- 1952 - Per Ingvar Branemark.
- Ανακάλυψε την βίδα τιτανίου.
- Εισηγήγαγε τη έννοια της οστεοενσωμάτωσης.

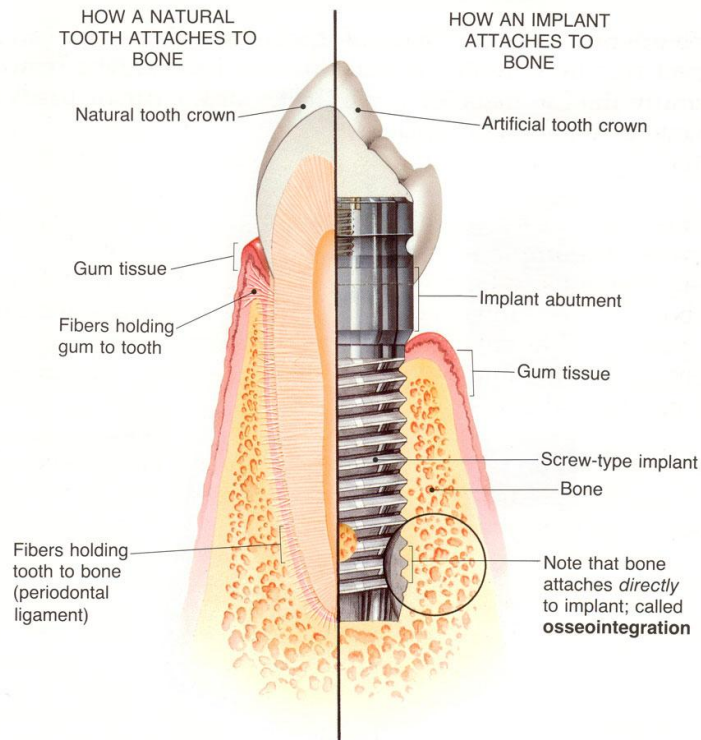


Όλες οι υπάρχουσες μελέτες βασίζονται στο Branemark Titanium Screw.





Οστεοενσωμάτωση



Ένας «προσαρμογέας» εισέρχεται στο οστό και παρέχει μια σταθερή και ακίνητη στήριξη για την επέμβαση χωρίς πόνο, φλεγμονή ή χαλάρωση.



Τιτάνιο

- Εύκολα διαθέσιμο.
- Ελαφρύ, ανθεκτικό στην οξείδωση, εύκολα πλάθεται σε διαφορετικά σχήματα ενώ διατηρεί τα πλεονεκτήματά του.
- Διαμορφώνει ένα στρώμα οξειδίου του τιτανίου, το οποίο είναι μια σταθερή επιφάνεια αλληλεπίδρασης που επικαλύπτεται με πρωτεΐνες πλάσματος.
- Δημιουργήθηκε το κράμα Ti-6Al-4V ως ένα βιοσυμβατό υλικό με πρόσθετη δύναμη.



ΗΑ επικάλυψη – βελτίωση επιφάνειας

- Γρήγορη οστεοενσωμάτωση.
- Βιοενσωμάτωση σε 4 εβδομάδες – 90% του εμφυτεύματος σε 10 μήνες.
- Σε αντίθεση: Τιτάνιο – 10 εβδομάδες στο σώμα για οστεοενσωμάτωση – 50% επαφή εμφυτεύματος – οστού για 10 μήνες.

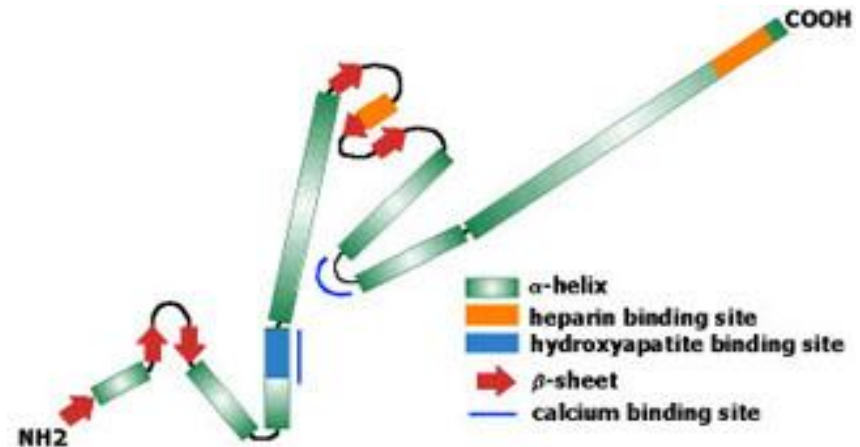
Ελαττώματα:

- Ασταθής, επιρρεπής στη βακτηριακή μόλυνση.



Οστεοποντίνη – μια πρωτοποριακή επιφάνεια

- Η οστεοποντίνη (OPN) είναι μια εξωκυτταρική γλυκοσυλιωμένη οστική φωσφοπρωτεΐνη με μια πολυπεπτιδική ραχοκοκαλιά με 32.000 πολυπεπτίδια.
- Δεσμεύει ασβέστιο και αλληλεπιδρά με τον υποδοχέα βιτρονεκτίνης.
- Δεσμεύεται ομοιοπολικά με τη φιμπρονεκτίνη. Στο οστό παράγεται από οστεοβλάστες στην επιφάνεια οστεοποίησης και από οστεοκλάστες αναρρόφησης.





Πως ενισχύει την οστεοενσωμάτωση

- Κάνει το νεκρό μέταλλο να «ζωντανεύει». Τα περιβάλλοντα κύτταρα «δεν βλέπουν ένα νεκρό κομμάτι μετάλλου, βλέπουν μια πρωτεΐνη που γνωρίζουν».
- Η OPN εκφράζεται πριν από την οστεοποίηση και ρυθμίζεται από οστεοτροπικές ορμόνες, συνδέεται με τον υδροξυαπατίτη και προάγει τη συγκόλληση οστεοκλαστών και οστεοβλαστών.
- Προστασία κατά της βακτηριακής μόλυνσης.
- Διατηρεί τη συνολική ακεραιότητα των ιστών και τη δύναμη του σκελετού κατά τη διάρκεια της ανακατασκευής του οστού.



Το μέλλον των εμφυτευμάτων

- Υλοποίηση «πειραματικών εμφυτευμάτων», τα οποία θα μπορούσαν να φέρουν στην επιφάνειά τους ένα σύνολο που θα προάγει τη θεραπεία του μαλακού ιστού και ένα διαφορετικό σύνολο που προάγει την αύξηση του σκληρού ιστού.
- Αν θεωρήσουμε δεδομένο ότι τα οδοντικά εμφυτεύματα είναι ακινητοποιημένα στο σαγόκι και εισάγονται μέσω του ιστού του ούλου, η παραπάνω διπλή προσέγγιση θα ήταν ιδανική.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- J. Park and R.S. Lakes, Biomaterials an Introduction, 3rd Edition, Springer, New York, 2007.
- B.D. Ratner, A.S. Hoffman, Biomaterials Science, 2nd Edition: An Introduction to Materials in Medicine, Elsevier Academic Press, San Diego, 2004.
- Biomaterials, Edited by J.Y. Wang and J.D. Bronzino, CRC Press, Boca Raton, 2007.
- Patric Tresco, Biomaterials course, University of Utah
- Materials Science and Engineering - An Introduction, 4th Ed, WD Callister, Jr.
- www.biomaterials.org
- www.nextbigfuture.com
- www.rkm.com.
- princeton.edu
- www.health.allrefer.com
- www.hipreplacement.com
- dentalimplants.uchc.edu
- atlantadentist.com
- ebestdentists.com