

I

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

Εισαγωγή





Εισαγωγή

I.I Υλικά - μια ιστορική αναδρομή

Ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του χρησιμοποίησε τα υλικά που βρέθηκαν γύρω του, προκειμένου να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του (σχήμα 1.1). Στην αρχή χρησιμοποίησε τις πέτρες και τα ξύλα για να χτίσει τα πρώτα σπίτια και να κατασκευάσει τα πρώτα εργαλεία. Με το πέρασμα του χρόνου, πέτυχε να επεξεργασθεί τις πρώτες ύλες που υπήρχαν γύρω του και να παρασκευάσει υλικά με πολύ καλύτερες ιδιότητες. Σήμερα, οι περισσότερες δραστηριότητες της καθημερινής μας ζωής – μετακίνηση, στέγαση, επικοινωνία, κ.ά. – εξαρτώνται άμεσα από τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

Ιστορικά, η ανάπτυξη και η πρόοδος της ανθρώπινης κοινωνίας συνδέθηκε με την δυνατότητα επεξεργασίας των πρώτων υλών και την παρασκευή υλικών υψηλών



Σχήμα 1.1:

Οι meγάλιθοι του Στόουνχεντζ στην Αγγλία χρονολογούνται γύρω στα 1.900 - 1.600 π.Χ.

προδιαγραφών, με στόχο τη **βελτίωση της ποιότητας της ζωής**. Οι ιστορικές περίοδοι χαρακτηρίστηκαν από τα νέα υλικά που παρήχθησαν και χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο. Έτσι ονομάστηκαν αντίστοιχα λίθινη εποχή, εποχή του χαλκού και του ορείχαλκου, εποχή του σιδήρου. Η σημερινή **εποχή, της υψηλής τεχνολογίας**, χαρακτηρίζεται από πλήθος νέων εξειδικευμένων υλικών όπως: ειδικά μέταλλα και κράματα, πλαστικά, κεραμικά, γυαλιά, κ.ά.

Με την ανάπτυξη της επιστήμης των υλικών τα τελευταία χρόνια, αποκτήθηκαν πολύτιμες γνώσεις για τον τρόπο με τον οποίο συνδέεται η **δομή** με τις **ιδιότητες** των υλικών. Αυτό επέτρεψε την παραγωγή πολλών νέων υλικών, με ειδικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες, τέτοια που να ικανοποιούν τις ανάγκες της σύγχρονης τεχνολογίας. Για παράδειγμα, η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας των ημιαγωγών επέτρεψε την ευρεία χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Όμως τα «νέα» υλικά, που σχεδιάζονται και παράγονται, πρέπει να είναι και **οικονομικά** προσιτά και **φιλικά** προς το **περιβάλλον** (δηλαδή ανακυκλώσιμα και βιοαποικοδομήσιμα υλικά), έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ευρύτερες κοινωνικές ομάδες και παράλληλα να μην προκαλούν προβλήματα ρύπανσης στο περιβάλλον (σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.2:
Ανακύκλωση δοχείων αλουμινίου.

I.2 Επιστήμη και τεχνολογία των υλικών

Η **επιστήμη των υλικών**, χρησιμοποιώντας τις θεμελιώδεις επιστήμες (φυσική, χημεία, βιολογία και μαθηματικά), ασχολεί-

ται με τη μελέτη της δομής, των ιδιοτήτων και της κατεργασίας των υλικών.

Η **τεχνολογία των υλικών** σχετίζεται πιο στενά με τις εφαρμοσμένες επιστήμες (μεταλλουργία, κεραμική, ηλεκτρονική, κ.ά.) και ασχολείται με την *εφαρμογή* των *θεμελιωδών* γνώσεων της επιστήμης στην πράξη, με σκοπό την παραγωγή υλικών με προκαθορισμένες ιδιότητες.

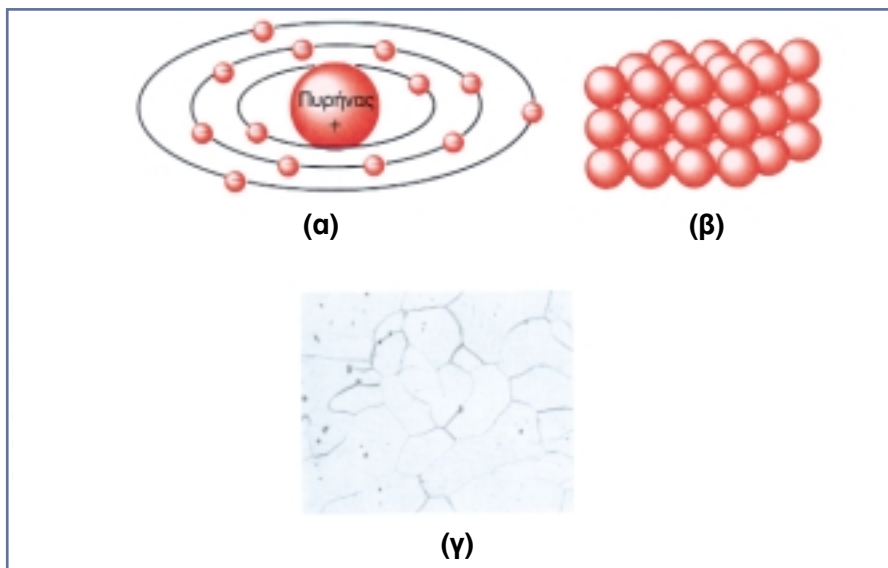
Ο τεχνικός είναι δύσκολο να γνωρίζει λεπτομερώς τις ιδιότητες όλων των νέων υλικών, ώστε να είναι σε θέση να επιλέξει το κατάλληλο υλικό για τις διάφορες εφαρμογές. Από τη μια, η επιστήμη των υλικών μπορεί να προβλέψει τις ιδιότητες των υλικών, και από την άλλη η τεχνολογία μπορεί να προτείνει την κατάλληλη μέθοδο παραγωγής και κατεργασίας του προϊόντος για την βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων του.

Τι είναι όμως αυτό που καθορίζει τις ιδιότητες, άρα και τις δυνατότητες χρήσης ενός υλικού; **Οι ιδιότητες των υλικών εξαρτώνται από τη δομή τους και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούν.**

I.3 Δομή της ύλης και ιδιότητες

Ως **δομή** της ύλης ορίζεται ο τρόπος διάταξης των επιμέρους στοιχειωδών συστατικών της.

Η δομή, σε **ατομικό** επίπεδο (σχήμα 1.3 (α)), αφορά τη διάταξη των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα των ατόμων. Η διάταξη αυτή καθορίζει την ηλεκτρική, τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά του υλικού. Η διάταξη των ηλεκτρονίων καθορίζει επίσης και το είδος των δεσμών που δημιουργούνται μεταξύ των ατόμων.



Σχήμα 1.3:

Δομή των υλικών σε τρία επίπεδα: (α) ατομικό, (β) κρυσταλλικό, (γ) μικροσκοπικό (κόκκοι σιδήρου, μεγέθυνση X100).

Η **κρυσταλλική δομή** αφορά τη διάταξη των δομικών σωματιδίων της ύλης στο χώρο (σχήμα 1.3 (β)). Τα δομικά σωματίδια μπορεί να είναι άτομα, ιόντα ή μόρια.

Πολλά στερεά αποτελούνται από κρυστάλλους και ονομάζονται **κρυσταλλικά στερεά**. Με γυμνό μάτι μπορούμε να παρατηρήσουμε μόνο τη **μακροσκοπική** δομή των υλικών. Με τη βοήθεια μικροσκοπίου μπορούμε όμως να παρατηρήσουμε τη **μικροδομή** των υλικών, δηλαδή τον τρόπο συσσωμάτωσης (σχήμα 1.3 (γ)). Για παράδειγμα, μακροσκοπικά, σε μια οριζόντια τομή του μπετόν διακρίνουμε ένα μίγμα άμμου, τσιμέντου και χαλίκιων. Τα χαλίκια αποτελούνται από κρυστάλλους ανθρακικού ασβεστίου (μικροδομή), όπου κάθε κρύσταλλος αποτελείται από κατιόντα ασβεστί-

ου (Ca^{+2}) και ανθρακικά ανιόντα (CO_3^{-2}), τοποθετημένα σε καθορισμένες θέσεις στο χώρο (κρυσταλλική δομή). Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τόσο των ιόντων, όσο και μεταξύ των κρυστάλλων καθορίζουν τις ιδιότητες που έχουν τα χαλίκια.

Οι **ιδιότητες** ενός υλικού είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που το περιγράφουν και το διακρίνουν από τα άλλα υλικά. Ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων ενός υλικού είναι απαραίτητος για τον καθορισμό των τομέων όπου μπορεί να βρει εφαρμογές.

Οι **φυσικές** ιδιότητες των υλικών είναι αυτές που μπορούν να προσδιοριστούν ή να μετρηθούν χωρίς να μεταβληθεί η χημική τους σύσταση. Μερικές από τις ιδιότητες αυτές περιγράφουν πώς ένα υλικό συμπεριφέρεται υπό την επίδραση διαφόρων μορφών ενέργειας, όπως μηχανικής, ηλεκτρικής, θερμικής, κ.ά. Στις φυσικές ιδιότητες συμπεριλαμβάνονται οι **μηχανικές**, οι **θερμικές**, οι **ηλεκτρικές**, οι **μαγνητικές** και οι **οπτικές** ιδιότητες του υλικού.

Τέτοιες ιδιότητες είναι το χρώμα των υλικών, η τραχύτητα, η ευκαμψία, η θερμοχωρητικότητα, τα σημεία βρασμού και τήξης, κ.ά.

Οι **χημικές** ιδιότητες συνδέονται με την δυνατότητα ενός υλικού να μετατρέπεται σε άλλα κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος, με διαφορετική χημική σύσταση, δηλαδή να σχηματίζει νέες χημικές ουσίες.

Τέτοιες ιδιότητες είναι η αντοχή σε οξειδωτικές συνθήκες, η αντοχή στη διάβρωση, κ.ά.

Πολλά υλικά υφίστανται κατάλληλες **κατεργασίες** πριν χρησιμοποιηθούν. Για παράδειγμα, τα μεταλλικά υλικά μορφοποιούνται: με χύτευση σε καλούπια, με σφυρηλάτηση, με συγκόλληση, με έλαση και με άλ-

***Μηχανικές** ιδιότητες είναι αυτές που δείχνουν πόσο εύκολα ένα υλικό μπορεί να παραμορφωθεί υπό την επίδραση δυνάμεων. Αυτές καθορίζουν την καταλληλότητα των υλικών για μηχανικές εφαρμογές. Τέτοιες ιδιότητες είναι η σκληρότητα, η αντοχή στον εφελκυσμό και στη θλίψη, η ελατότητα, η ολκιμότητα, κ.ά.*

Με την σφυρηλάτηση των μετάλλων επιτυγχάνεται συνήθως αύξηση της σκληρότητας του υλικού.

λες μηχανικές διεργασίες. Η επιλογή της κατάλληλης κατεργασίας του υλικού εξαρτάται από τις επιθυμητές ιδιότητες του τελικού προϊόντος.

Πολλές φορές οι κατεργασίες αυτές είναι δυνατόν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του υλικού. Για παράδειγμα, η συγκόλληση τιτανίου, σε υψηλές θερμοκρασίες, προκαλεί μεταβολή της δομής του με αποτέλεσμα τη μείωση της μηχανικής αντοχής του μετάλλου. Επίσης στις υψηλές θερμοκρασίες συγκόλλησης, το μέταλλο αντιδρά με το οξυγόνο, το υδρογόνο και άλλα αέρια, οπότε η διεργασία συγκόλλησης θα πρέπει να πραγματοποιείται με την ελάχιστη απαιτούμενη θερμότητα και με προστασία του μετάλλου από τον ατμοσφαιρικό αέρα (σχήμα 1.4). Γι' αυτό και γίνεται σε περιβάλλον αδρανών αερίων ή ακόμα και σε κενό.

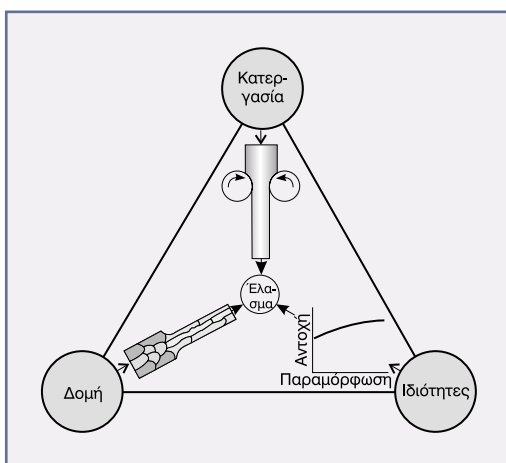
Ο τεχνικός, κατά την επιλογή ενός υλικού για συγκεκριμένη χρήση θα πρέπει να έχει πάντα υπόψη του την **αλληλεξάρτηση** των ιδιοτήτων, της δομής και της κατεργασίας που έχει υποστεί το υλικό (σχήμα 1.5):



Σχήμα 1.4:

Διεργασία συγκόλλησης μετάλλων.

ΔΟΜΗ ↔ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ↔ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ



Σχήμα 1.5:

Το τρίγωνο της αλληλεξάρτησης μεταξύ της δομής, των ιδιοτήτων και της κατεργασίας του υλικού. Όταν το μέταλλο αλουμινίου μορφοποιείται σε έλασμα, η κατεργασία αυτή αλλάζει τη δομή του μετάλλου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αντοχή του.

Αν σε ένα υλικό μεταβληθεί μια από τις παραπάνω παραμέτρους, τότε μια από τις άλλες δύο ή και οι δύο μεταβάλλονται. Αν κατά την κατεργασία ενός υλικού μεταβληθούν οι ιδιότητές του, αυτό σημαίνει ότι έχει αλλάξει και η δομή του.

I.4 Κατηγορίες υλικών

Τα υλικά μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: **μεταλλικά**, **πολυμερή** και **κεραμικά**. Ο διαχωρισμός αυτός βασίζεται στις διαφορές της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών.

Τα **σύνθετα** υλικά και οι **ημιαγωγοί** εξετάζονται ως ιδιαίτερες κατηγορίες υλικών, εξαιτίας των πολλαπλών εφαρμογών τους στη σύγχρονη εποχή.

Μεταλλικά υλικά

Τα μέταλλα και τα κράματα των μετάλλων παρουσιάζουν μεγάλη ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, είναι σκληρά, είναι ελατά και όλκιμα. Τέτοια υλικά είναι ο σίδηρος, ο χαλκός, το τιτάνιο, ο χάλυβας, κ.ά.

Πολυμερή υλικά

Τα πολυμερή είναι κυρίως μακρομοριακές οργανικές ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και άλλα αμέταλλα στοιχεία. Τα πολυμερή περιλαμβάνουν τα πλαστικά και τα ελαστικά. Παρουσιάζουν χαμηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα και μεγάλη ελαστικότητα (σχήμα 1.6).

Κεραμικά υλικά

Τα υλικά αυτά είναι κυρίως ενώσεις των στοιχείων με οξυγόνο, άζωτο και άνθρακα.



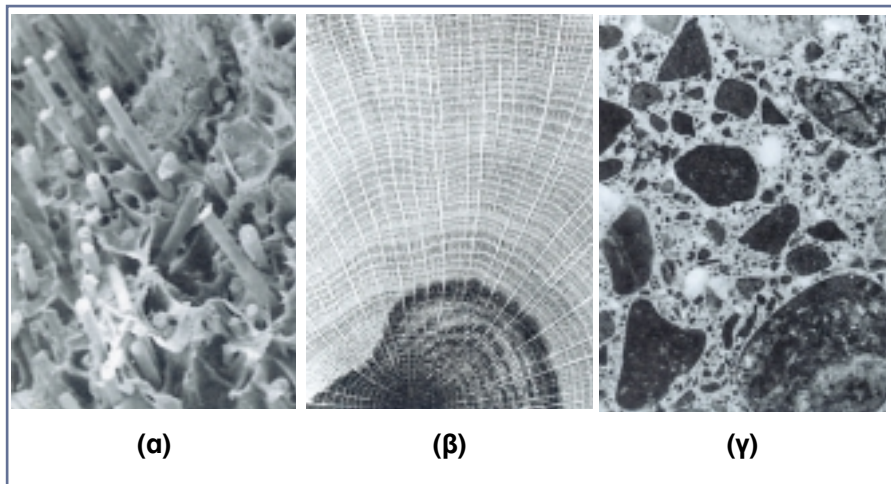
Σχήμα 1.6:

Τεχνητό γόνατο κατασκευασμένο από κράμα μετάλλων και πολυμερές πολυαιθυλενίου.

Σε αυτή την κατηγορία υλικών ανήκουν οι πηλοί, τα γυαλιά, τα πυρίμαχα και το τσιμέντο. Τα κεραμικά είναι σκληρά αλλά εύθραυστα υλικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικά υλικά εξαιτίας της χαμηλής θερμικής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας που παρουσιάζουν.

Σύνθετα υλικά

Τα υλικά που σχηματίζονται με ανάμειξη διαφορετικών ειδών υλικών, ονομάζονται **σύνθετα**. Το μπετόν, πολυμερή ενισχυμένα με υαλόνημα (fiberglass), κ.ά. είναι παραδείγματα τέτοιων υλικών (σχήμα 1.7). Τα σύνθετα υλικά παρουσιάζουν ιδιότητες οι οποίες αποτελούν συνδυασμό των επιμέρους ιδιοτήτων των συστατικών τους. Για παράδειγμα, το πολυμερές ενισχυμένο με υαλόνημα παρουσιάζει την αντοχή του γυαλιού και την ελαστικότητα του πολυμερούς.



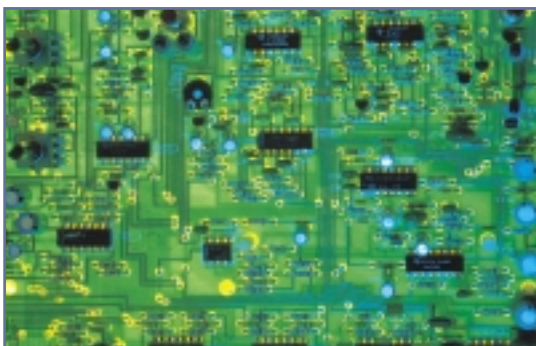
Σχήμα 1.7:

Παραδείγματα σύνθετων υλικών:

- (α) Πολυμερές ενισχυμένο με υαλόνημα,
- (β) ξύλο (φυσικό σύνθετο υλικό) και
- (γ) μπετόν.

Ημιαγωγοί

Είναι υλικά που παρουσιάζουν ηλεκτρικές ιδιότητες με τιμές μεταξύ των ηλεκτρικών αγωγών (π.χ. μέταλλα) και των μονωτών (π.χ. κεραμικά και πολυμερή). Χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρονικών υπολογιστών (τρανζίστορες, δίοδοι, ολοκληρωμένα κυκλώματα) και θεωρούνται τα υλικά που επέτρεψαν την ανάπτυξη της **σύγχρονης εποχής της πληροφορικής** (σχήμα 1.8).



Σχήμα 1.8:

Ηλεκτρονικό εξάρτημα Η/Υ.

Στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται παραδείγματα υλικών και από τις πέντε κατηγορίες. Για τα υλικά αυτά δίνονται μερικές αντιπροσωπευτικές ιδιότητές τους, τις οποίες εκμεταλλευόμαστε στις διάφορες εφαρμογές τους.

Πίνακας 1.1: Αντιπροσωπευτικές ιδιότητες και εφαρμογές των διαφόρων κατηγοριών των υλικών.

ΥΛΙΚΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
<u>Μεταλλικά</u> Χαλκός Χυτοσίδηροι και χάλυβες	Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα Εύκολη μορφοποίηση, υψηλή μηχανική αντοχή	Ηλεκτρικά σύρματα Εξαρτήματα μηχανών
<u>Κεραμικά</u> SiO ₂ -Na ₂ O-CaO Οξειδία βαρίου και τιτανίου	Διαφάνεια και θερμική μόνωση Δυνατότητα μετατροπής ηχητικού σήματος σε ηλεκτρικό	Κοινά τζάμια Ηχητικά συστήματα
<u>Πολυμερή</u> Πολυαιθυλένιο Εποξειδικές ρητίνες	Εύκολη μορφοποίηση σε λεπτά φιλμ και εύκαμπτο υλικό Ηλεκτρική μόνωση, αντοχή σε υγρασία	Συσκευασίες τροφίμων Μόνωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων
<u>Σύνθετα</u> Γραφίτης-εποξειδικές ρητίνες Καρβίδιο βολφραμίου-μεταλλικό κοβάλτιο	Υψηλή αντοχή σε σχέση με το βάρος Μεγάλη σκληρότητα	Εξαρτήματα αεροπλάνων Κοπτικά εργαλεία
<u>Ημιαγωγοί</u> Πυρίτιο GaAs	Μοναδικές ηλεκτρικές ιδιότητες Δυνατότητα μετατροπής ηλεκτρικού σήματος σε φωτεινό	Τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κυκλώματα Οπτικές ίνες

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η επιστήμη των υλικών, χρησιμοποιώντας τις θεμελιώδεις επιστήμες (φυσική, χημεία, βιολογία και μαθηματικά), ασχολείται με τη μελέτη της δομής, των ιδιοτήτων και της κατεργασίας των υλικών. Η τεχνολογία των υλικών, σχετίζεται πιο στενά με τις εφαρμοσμένες επιστήμες (μεταλλουργία, κεραμική, ηλεκτρονική, κ.ά.) και ασχολείται με την εφαρμογή των θεμελιωδών γνώσεων της επιστήμης στην πράξη, με σκοπό την παραγωγή υλικών με προκαθορισμένες ιδιότητες.

Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας των υλικών, αποκτήθηκαν πολύτιμες γνώσεις για την αλληλεξάρτηση των ιδιοτήτων, της δομής και της κατεργασίας των υλικών. Οι γνώσεις αυτές βοηθούν τον τεχνικό στην επιλογή του κατάλληλου υλικού για κάθε συγκεκριμένη χρήση, καθώς και στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου κατεργασίας για την παραγωγή ενός τελικού προϊόντος με συγκεκριμένες ιδιότητες.

Τα υλικά μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: τα μεταλλικά, τα πολυμερή και τα κεραμικά. Τα σύνθετα υλικά και οι ημιαγωγοί εξετάζονται ως ιδιαίτερες κατηγορίες υλικών, εξαιτίας των πολλαπλών εφαρμογών τους στη σύγχρονη εποχή.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Δώστε τους ορισμούς της επιστήμης των υλικών και της τεχνολογίας των υλικών.
2. Τι ονομάζεται δομή της ύλης; Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ατομικής και κρυσταλλικής δομής;
3. Τι ονομάζονται φυσικές και χημικές ιδιότητες ενός υλικού; Αναφέρατε μερικές από αυτές.
4. Πώς ταξινομούνται τα υλικά; Ποιες είναι οι σπουδαιότερες ιδιότητές τους; Δώστε μερικά τυπικά παραδείγματα υλικών σε κάθε κατηγορία.
5. Επιλέξτε το υλικό από το οποίο θα κατασκευάζατε ένα φλιτζάνι καφέ. Ποιες ιδιότητες θα πρέπει να έχει το υλικό αυτό;
6. Ποιες ιδιότητες θα πρέπει να έχει η κεφαλή ενός τρυπανιού; Ποια υλικά είναι κατάλληλα για την κατασκευή αυτή;