

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1.1 Τα μέταλλα

Τα μέταλλα είναι μία από τις τρεις βασικές κατηγορίες στις οποίες μπορούν να χωριστούν τα στοιχεία (*elements*), δηλαδή τα 92 απλά υλικά που μαζί με τους συνδυασμούς τους σχηματίζουν ό,τι βλέπουμε γύρω μας. Οι άλλες δύο κατηγορίες είναι τα αμέταλλα και οι ημιαγωγοί και ο χωρισμός γίνεται κυρίως ανάλογα με τις καλές, κακές ή ενδιάμεσες ηλεκτρικές τους ιδιότητες.

Ο καθένας μπορεί συνήθως να ξεχωρίσει ένα μέταλλο μόλις το δει, αλλά αν δούμε ποιο είναι το σύνολο των ιδιοτήτων που ξεχωρίζουν το χάλυβα ή το χαλκό από το γυαλί, το ξύλο ή το πλαστικό, δεδομένου ότι μία και μόνο ιδιότητα δεν είναι αρκετή για να καθορίσει αν το υλικό είναι μέταλλο ή όχι. Το σύνολο αυτό είναι γνωστό ως **μεταλλικές ιδιότητες**.

Εμφάνιση και φυσικές ιδιότητες

Η εμφάνιση είναι το πιο φανερό χαρακτηριστικό των μετάλλων, επειδή τα μέταλλα είναι στερεά, αδιαφανή, βαριά και έχουν τη χαρακτηριστική μεταλλική λάμψη. Η λάμψη μόνη της δεν είναι αρκετή, επειδή και μη μέταλλα όπως το ιώδιο, οι πολύτιμοι λίθοι, ακόμα και το μετάξι, έχουν παρόμοια λάμψη. Ούτε η μεγάλη πυκνότητα φτάνει, επειδή το μέταλλο λίθιο π.χ. έχει τη μισή πυκνότητα του νερού. Το βαρύτερο γνωστό μέταλλο είναι το Os, ~22.6 φορές βαρύτερο από το νερό. Επίσης όλα τα μέταλλα είναι στερεά στη θερμοκρασία δωματίου, υπάρχει όμως και η εξαίρεση του Hg, που στερεοποιείται στους -39 °C. Όλα τα καθαρά μέταλλα λιώνουν όταν αυξηθεί η θερμοκρασία τους στην κατάλληλη τιμή που είναι χαρακτηριστική του μετάλλου. Αν όμως υπάρχουν ξένες προσμίξεις, έστω και σε μικρό ποσοστό, η τιμή αυτή μεταβάλλεται. Η πλειοψηφία των μετάλλων έχει καλή θερμική και

ηλεκτρική αγωγιμότητα, με πρώτο τον άργυρο και στη συνέχεια το χρυσό, το χαλκό και το αλουμίνιο. Παρ' όλα αυτά μικρές ποσότητες ξένων προσμίξεων μπορούν να αλλάξουν σημαντικά τις τιμές. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χαλκού π.χ. μειώνεται κατά 50% με 0.1% πρόσμιξη φωσφόρου. Επίσης τα μέταλλα εκπέμπουν ηλεκτρόνια είτε με θέρμανση είτε με την επίδραση εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου. Τέλος, η μαγνητική διαπερατότητα συμπεριφέρεται παράξενα μόνο στα μέταλλα, αλλά και από αυτά μόνο στο σίδηρο, το κοβάλτιο και το νικέλιο σε σημαντικό βαθμό.

Μηχανικές ιδιότητες

Με τον όρο αυτόν εννοούμε τη συμπεριφορά κάτω από την επίδραση μηχανικών τάσεων, όπως π.χ. την ικανότητα να υπομένουν ένα βάρος ή να μπορούν να σφυρηλατηθούν ή να μορφοποιηθούν χωρίς να σπάσουν. Όλα αυτά αποτελούν αυτό που λέμε "αντοχή", ιδιότητα που έχουν τα μέταλλα, σε διαφορετικό όμως βαθμό το καθένα. Ο χάλυβας είναι από τα ισχυρότερα μέταλλα, ενώ ο ψευδάργυρος, ο κασίτερος και ο μόλυβδος από τα ασθενέστερα. Ο χαλκός και ο άργυρος μπορούν να σφυρηλατηθούν σε πολύ λεπτά φύλλα, ενώ μπορούμε να κατασκευάσουμε από τα υλικά αυτά σύρματα πιο λεπτά από μια τρίχα. Αντίθετα το αντιμόνιο, το αρσενικό και το βισμούθιο είναι ψαθυρά, εύθρυπτα κατά κάποιο τρόπο, μέταλλα και δεν αντέχουν σε παραμόρφωση.

Χημικές ιδιότητες

Η βασική χημική ιδιότητα που έχουν ιδιαίτερα τα μέταλλα είναι ότι μπορούν να αντικαταστήσουν το υδρογόνο των οξέων, σε διαφορετικό όμως βαθμό το καθένα. Έτσι ο χρυσός, ο άργυρος και ο λευκόχρυσος έχουν αυτή την ικανότητα σε ελάχιστο βαθμό (γι' αυτό και πολλές φορές ονομάζονται ευγενή μέταλλα, επειδή εξαιτίας της δεν προσβάλλονται από τα οξέα), ενώ το αλουμίνιο και το μαγνήσιο σε πολύ μεγάλο.

Τα μέταλλα ονομάζονται και **αγωγοί**, εξαιτίας της καλής τους θερμικής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ενώ τα αμέταλλα ονομάζονται και **μονωτές**.

Στην κατηγορία των ημιαγωγών βάζουμε τα στοιχεία που δεν είναι ως προς τις ιδιότητες μέταλλα, δεν είναι όμως και αμέταλλα. Οι βασικοί αντιπρόσωποι είναι το πυρίτιο (Si) και το γερμάνιο (Ge), περιλαμβάνει όμως ακόμη το σελήνιο (Se), το τελλούριο (Te), τον γκρίζο κασίτερο, το βόριο

(B) και το ίνδιο (In) καθώς και αλλοτροπικές μορφές του θείου (S) και του φωσφόρου (P).

1.2 Ατομικό πρότυπο - Κβαντικοί αριθμοί

Στην κλασική εικόνα του ατόμου του *Bohr* και του *Sommerfeld*, τα πλανητικά ή τροχιακά ηλεκτρόνια του *Rutherford* περιστρέφονται γύρω από τους θετικούς πυρήνες. Η εισαγωγή της αρχής της αβεβαιότητας από τον *Heisenberg*

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq h$$

"θόλωσε" αυτή την εικόνα, μετατρέποντας το ηλεκτρόνιο σε κάτι σαν σύννεφο που περιβάλλει τον πυρήνα. Η ενέργεια του ηλεκτρονίου δίνεται από τη σχέση $E = h\nu$, όπου ν η συχνότητα του υλοκύματος με το οποίο συνδέεται κάθε κινούμενο σωματίδιο, σύμφωνα με τη θεωρία του *de Broglie*. Το υλόκυμα αυτό περιγράφεται από την εξίσωση του *Schrödinger*

$$\nabla^2 \psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0 \quad (1.1)$$

η οποία δίνει την ανεξάρτητη από το χρόνο κυματική συμπεριφορά ενός ηλεκτρονίου μάζας m και ενέργειας E μέσα σε έναν τρισδιάστατο χώρο που έχει δυναμική ενέργεια V .

Η σημασία της ψ είναι ότι η παράσταση $\psi^2 dV$ μας δίνει την πιθανότητα να βρούμε το ηλεκτρόνιο μέσα στο χώρο όγκου dV , ή καλύτερα ότι η παράσταση $4\pi^2 \psi^2 dr$ δίνει την πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο στο χώρο μεταξύ των σφαιρών με ακτίνες r και $r + dr$. Η συνάρτηση ψ , που ονομάζεται *ιδιοσυνάρτηση*, εξαρτάται από τρεις ακέραιους αριθμούς, τους n, l και m , που λέγονται *κβαντικοί αριθμοί* και παίρνουν τις τιμές

κύριος κβαντικός αριθμός : $n = 1, 2, 3, \dots$

αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός : $l = 0, 1, 2, \dots (n-1)$

μαγνητικός κβαντικός αριθμός : $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm l$

Υπάρχει και τέταρτος κβαντικός αριθμός m_s , ο *κβαντικός αριθμός του spin*, που παίρνει μόνο δύο τιμές, τις $\pm 1/2$.

Κάθε τροχιά έχει μια ορισμένη τιμή ενέργειας E που παριστάνει μια *ενεργειακή στάθμη* στα ονομαζόμενα *διαγράμματα ενεργειακών σταθμών*. Στο σχήμα 1.1 δίνονται οι στάθμες K, L, M για τις τρεις πρώτες

