

# Ηλεκτρονική δομή των ατόμων

## Υποατομικά σωματίδια – Ιόντα

**Τα πρωτόνια (p).** Κάθε πρωτόνιο είναι ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο με μία μονάδα θετικού ηλεκτρικού φορτίου (στοιχειώδες θετικό φορτίο).

**Τα νετρόνια (n).** Κάθε νετρόνιο είναι ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο. Η μάζα του είναι σχεδόν όση και η μάζα του πρωτονίου.

**Τα ηλεκτρόνια (e).** Κάθε ηλεκτρόνιο είναι ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο με φορτίο αντίθετο του πρωτονίου (μία μονάδα αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου: στοιχειώδες αρνητικό φορτίο). Το ηλεκτρόνιο έχει 1.836 φορές μικρότερη μάζα από το πρωτόνιο ή το νετρόνιο.

Πώς όμως αυτά τα σωματίδια δομούν το άτομο;

Όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στο κέντρο του, που ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας καταλαμβάνει ένα ελάχιστο τμήμα του ατόμου. Αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Λόγω των πρωτονίων που περιέχει, ο πυρήνας είναι θετικά φορτισμένος.

Αναρωτιέσαι τι υπάρχει έξω από τον πυρήνα; Κενό και περιφερόμενα ηλεκτρόνια! Για να πάρεις μια ιδέα σχετικά με το πόσο μικρός είναι ο πυρήνας σε σύγκριση με το (επίσης μικρό) άτομο, σκέψου ότι αν το άτομο είχε το μέγεθος ενός μεγάλου σταδίου, ο πυρήνας θα ήταν όπως ένα μπαλάκι του πινγκ-πονγκ.

Τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου είναι όσα και τα πρωτόνια του. Συνεπώς κάθε άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, δηλαδή έχει φορτίο μηδέν. Για παράδειγμα, το άτομο του λιθίου που περιέχει 3 πρωτόνια και 3 ηλεκτρόνια έχει συνολικό φορτίο

$$3(+) + 3(-) = 0$$

Ο πυρήνας και τα ηλεκτρόνια που περιφέρονται γύρω του συγκροτούν ένα σύστημα, που λέγεται άτομο.

## Ατομικός και μαζικός αριθμός

Όλα τα άτομα του οξυγόνου έχουν 8 πρωτόνια στον πυρήνα τους. Έτσι, λέμε ότι ο ατομικός αριθμός του οξυγόνου είναι 8. Ένα άτομο με 7 πρωτόνια στον πυρήνα του είναι άτομο αζώτου. Έτσι, λέμε ότι το άζωτο έχει ατομικό αριθμό 7.

Ο αριθμός των πρωτονίων που περιέχουν τα άτομα ενός στοιχείου στον πυρήνα τους ονομάζεται ατομικός αριθμός. Ο ατομικός αριθμός συμβολίζεται με Z και αποτελεί την ταυτότητα κάθε στοιχείου.

Επειδή τα πρωτόνια ενός ατόμου είναι όσα και τα ηλεκτρόνια του, ο ατομικός αριθμός δείχνει και πόσα ηλεκτρόνια υπάρχουν στο άτομο.

Ο συνολικός αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα δείχνει τη μάζα του ατόμου, γι' αυτό λέγεται μαζικός αριθμός. Ο μαζικός αριθμός συμβολίζεται με A.

Παράδειγμα: Το άτομο του νατρίου έχει 11 πρωτόνια και 12 νετρόνια στον πυρήνα του. Ο μαζικός αριθμός του είναι:  $A = 11 + 12 = 23$ .

Γενικά: Για κάθε άτομο ισχύει  $A = Z + N$ , όπου N = ο αριθμός νετρονίων του πυρήνα.

Εφαρμογή: Θα βρούμε τη δομή ενός ατόμου που έχει  $Z = 17$  και  $A = 37$ . Ο ατομικός αριθμός Z δείχνει τόσο τον αριθμό των πρωτονίων όσο και τον αριθμό των ηλεκτρονίων. Επομένως το στοιχείο έχει 17 πρωτόνια και 17 ηλεκτρόνια.

Για τα νετρόνια ισχύει:

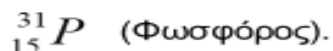
$$A = Z + N \rightarrow N = A - Z \rightarrow N = 37 - 17 = 20$$

Άρα στον πυρήνα του ατόμου περιέχονται 17 πρωτόνια και 20 νετρόνια, ενώ γύρω από τον πυρήνα περιφέρονται 17 ηλεκτρόνια.

8. (α) Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα:

	Ατομικός αριθμός (Z)	Μαζικός αριθμός (A)	Αριθμός πρωτονίων p	Αριθμός νετρονίων n	Αριθμός ηλεκτρονίων e
${}_{26}^{56}\text{Fe}$ (σίδηρος)	26	56	26	30	26

7. (α) Δίπλα από το σύμβολο κάθε χημικού στοιχείου υπάρχουν δύο αριθμοί π.χ.:



Το άτομο του φωσφόρου έχει 15p, 16n, 15e,

Ποιος από τους δύο αριθμούς αντιπροσωπεύει:

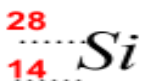
- τον ατομικό αριθμό (Z) του φωσφόρου;..... **15**
- τον μαζικό αριθμό (A) του φωσφόρου;..... **31**

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**Ο ατομικός αριθμός είναι ο αριθμός των πρωτονίων (15)**

**Ο μαζικός αριθμός είναι το άθροισμα των πρωτονίων (15) και νετρονίων (16)**

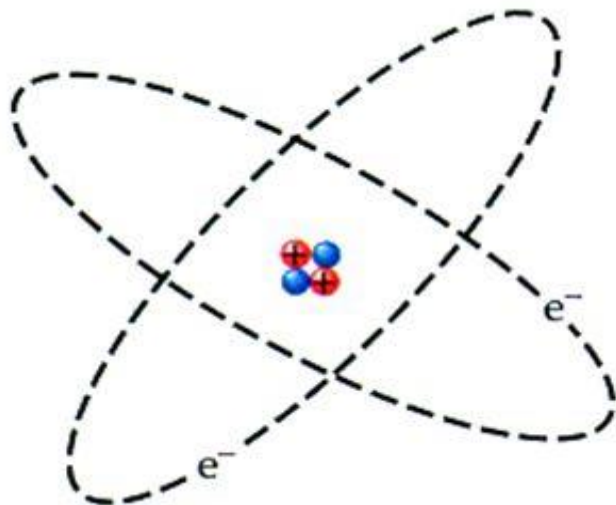
(β) Να συμπληρώσετε τα κενά δίπλα από το σύμβολο του πυριτίου, γνωρίζοντας ότι έχει ατομικό αριθμό 14 και μαζικό αριθμό 28.



Ο πυρήνας, αν και έχει μάζα όση σχεδόν το άτομο, καταλαμβάνει ένα πολύ μικρό μέρος του. Αν το άτομο είχε το μέγεθος του Ολυμπιακού Σταδίου, ο πυρήνας του θα ήταν όπως ένα μπαλάκι του πινγκ – πονγκ στο κέντρο του

### Ένα απλό μοντέλο για το άτομο

Μία πολύ απλή εικόνα σχετικά με το άτομο, ξεπερασμένη βέβαια σήμερα, μας έχει δώσει ο Bohr, εμπνευσμένος από τη βαρύτητα και αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα του Rutherford για την ανακάλυψη του πυρήνα. Το ατομικό πρότυπο του Bohr αποτελεί μία μινιατούρα πλανητικού συστήματος. Το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, που περιέχει τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα ουδέτερα νετρόνια. Στον πυρήνα είναι πρακτικά συγκεντρωμένη η μάζα του ατόμου. Γύρω από τον πυρήνα και σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις κινούνται σε καθορισμένες (επιτρεπτές) τροχιές τα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια που κινούνται στην ίδια περίπου απόσταση από τον πυρήνα λέμε ότι βρίσκονται στην ίδια στιβάδα ή φλοιό ή



ενεργειακή στάθμη.

**Όταν τα άτομα δεν είναι σε διέγερση, τα ηλεκτρόνιά τους κατανέμονται σε επτά το πολύ στιβάδες, τις K, L, M, N, O, P, και Q.**

Κάθε στιβάδα χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό που συμβολίζεται με n και ονομάζεται κύριος κβαντικός αριθμός.

Για  $n = 1$  έχουμε την πλησιέστερη προς τον πυρήνα στιβάδα, την K, για  $n = 2$  έχουμε τη στιβάδα L, κλπ. Όσο απομακρυνόμαστε από τον πυρήνα, τόσο αυξάνεται η ενεργειακή στάθμη της στιβάδας. Δηλαδή, Το ερώτημα που πολλές φορές τίθεται είναι ποιό ατομικό πρότυπο θα πρέπει να ακολουθήσουμε; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι ότι εξαρτάται... Εξαρτάται από τη χρήση που κάνουμε. Για παράδειγμα, στα πλαίσια της ύλης της Α' Λυκείου το μοντέλο του Bohr φτάνει. Εξάλλου η ατομική θεωρία του Dalton, παρά την απλότητά της, κατέχει κυρίαρχη θέση, καθώς αποτελεί τη βάση των διαφόρων χημικών υπολογισμών (προσδιορισμοί σχετικών ατομικών, μοριακών μαζών, στοιχειομετρικοί υπολογισμοί, κλπ.) που θίγονται στο κεφάλαιο 4. Στη θεωρία αυτή (ατομική θεωρία του Dalton) εστιάστηκαν οι χημικοί του 19ου αιώνα για να οικοδομήσουν τη χημική επιστήμη.

## Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

**Για τη διάταξη των ηλεκτρονίων σε στιβάδες (ηλεκτρονιακή δομή) ακολουθούμε τους εξής κανόνες:**

1. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει κάθε μία από τις τέσσερις πρώτες στιβάδες δίνεται από τον τύπο  $2n^2$ , όπου  $n$  ο κύριος κβαντικός αριθμός, δηλαδή ο αριθμός της στιβάδας. Έτσι η K μπορεί να πάρει έως 2 ηλεκτρόνια, η L έως 8 ηλεκτρόνια, η M έως 18 ηλεκτρόνια και η N έως 32 ηλεκτρόνια.
2. Η τελευταία στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια. Εκτός αν είναι η K που συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.
3. Η προτελευταία στιβάδα δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια, αλλά ούτε και λιγότερα από 8. Εκτός αν είναι η K που έχει το πολύ 2.

Με βάση τους παραπάνω κανόνες, μπορούμε να βρούμε την κατανομή των ηλεκτρονίων στα 20 πρώτα στοιχεία, (ατομικός αριθμός 1-20), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1. Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

Παράδειγμα 2.1

Να κατανεμηθούν τα 19 ηλεκτρόνια του ατόμου του καλίου (K) σε στιβάδες.

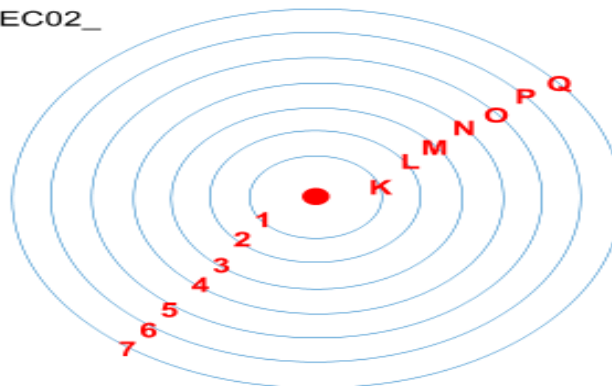
ΛΥΣΗ

Πρώτα συμπληρώνεται η στιβάδα K με 2 ηλεκτρόνια και στη συνέχεια η στιβάδα L με 8 ηλεκτρόνια. Απομένουν 9 ηλεκτρόνια. Η κατανομή όμως 2,8,9 δεν υπακούει στον κανόνα «η εξωτερική στιβάδα δε μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια». Έτσι, η ηλεκτρονιακή δομή του καλίου γίνεται (2,8,8,1).

7. (α) Οι ηλεκτρονικές στιβάδες συμβολίζονται διεθνώς με τα λατινικά γράμματα K, L, M, N, O, P, Q.

Να παρακολουθήσετε στο λογισμικό ΨΕΠ τη σχετική πολυμεσική παρουσίαση,

Chemistry\_Year\_A/ P06\_A\_DEC02/S02-01/Resources/Animation/CHEM\_P06\_A\_DEC02\_S02-01\_02



i. Να γράψετε το σύμβολο κάθε στιβάδας στο διπλανό σχήμα (ξεκινώντας από την πιο κοντινή στον πυρήνα).

ii. Να αριθμήσετε τις ηλεκτρονικές στιβάδες στο διπλανό σχήμα (ξεκινώντας από την πιο κοντινή στον πυρήνα).

(β) Ποιος είναι ο μεγαλύτερος αριθμός στιβάδων που μπορεί να έχει ένα άτομο; **7**.....

11. (α) Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα:

Χημικό στοιχείο	Ηλεκτρονική δομή	Σύμβολο εξωτερικής στιβάδας	Αριθμός ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας
${}^4_2\text{He}$	2	K	2
${}^{20}_{10}\text{Ne}$	2.8	L	8
${}^{40}_{18}\text{Ar}$	2.8.8	M	8

(β) Τα άτομα των πιο πάνω χημικών στοιχείων έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική τους στιβάδα.

Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Οι εξωτερικές στιβάδες θεωρούνται συμπληρωμένες αν έχουν .....**8**..... ηλεκτρόνια, εκτός από την K που θεωρείται συμπληρωμένη με ..**2**... ηλεκτρόνια.

(γ) Τα πιο πάνω χημικά στοιχεία ονομάζονται ευγενή αέρια επειδή τα άτομά τους έχουν .....**συμπληρωμένη**..... την εξωτερική τους ηλεκτρονική στιβάδα.

Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες, στα στοιχεία με ατομικό αριθμό Z = 1 - 20

Z	στοιχείο	K	L	M	N	
1	H	υδρογόνο	1			
2	He	ήλιο	2			
3	Li	λίθιο	2	1		
4	Be	βηρύλλιο	2	2		
5	B	βόριο	2	3		
6	C	άνθρακας	2	4		
7	N	άζωτο	2	5		
8	O	οξυγόνο	2	6		
9	F	φθόριο	2	7		
10	Ne	νέο	2	8		
11	Na	νάτριο	2	8	1	
12	Mg	μαγνήσιο	2	8	2	
13	Al	αργίλιο	2	8	3	
14	Si	πυρίτιο	2	8	4	
15	P	φώσφορος	2	8	5	
16	S	θείο	2	8	6	
17	Cl	χλώριο	2	8	7	
18	Ar	αργό	2	8	8	
19	K	κάλιο	2	8	8	1
20	Ca	ασβέστιο	2	8	8	2