**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο**

**ΕΝΟΤΗΤΑ Α’**

**1. Ἀτομικὸ πρότυπο τοῦ Bohr**

Τὸ ἡλεκτρόνιο τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου μπορεῖ νὰ κινείται σὲ κυκλικὲς τροχιὲς καθορισμένης ἀπόστασης ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ καθορισμένης ἐνέργειας. Μοντέλο: Ἀτόμου - Ἡλιακού συστήματος

**E = h·f** καὶ **c = λ·f**

**ΔΕ = Εφωτονίου = h·f = |Efinal – Einitial| = |Ef – Ei| = h·c / λ**

**Ε** : Ποσότητα ἐνέργειας ποὺ μεταφέρει τὸ κάθε κβάντο, σὲ Joule

**h** : Σταθερὰ τοῦ ΡΙank, 6,626-1 0-34 J·s

**f** : Συχνότητα ἀκτινοβολίας σε s-1 ή Hz

**c** : Ταχύτητα τοῦ φωτὸς 3·108 m/s

**λ** : Μῆκος κύματος τῆς ἐκπεμπόμενης ἀκτινοβολίας, σὲ m

**Παρατήρηση**

Κάθε φορὰ ἡ ΔΕ, ὅπου ἐκφράζει τὴν μεταβολὴ τῆς ἐνεργειακῆς κατάστασης, εἶναι ἀκέραιο πολλαπλάσιο τοῦ hf (hf, 2hf, 3hf,...)

**2. Θεμελιώδη καὶ διηγερμένη κατάσταση στὸ ἄτομου τοῦ Ὑδρογόνου**

**En = - 2,18 · 10-18 / n2 Joule, n = 1,2,3,...**

**En** : Ἐνέργεια ἡλεκτρονίου ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου, σὲ Joule

**n** : Kύριος κβαντικὸς ἀριθμός, καθαρὸς καὶ ἀκέραιος

Θεμελιώδη Κατάσταση: Τὸ ἡλεκτρόνιο βρίσκεται στὴν τροχιὰ ποὺ εἶναι πιὸ κοντὰ στὸν πυρήνα (n = 1) καὶ ἔχει ἐλάχιστη ἐνέργεια

Διηγερμένη Κατάσταση: Τὸ ἡλεκτρόνιο βρίσκεται σὲ τροχιὲς πιὸ ἀπομακρυσμένες ἀπὸ τὸν πυρήνα (n = 2,3,...) καὶ δὲν ἔχει τὴν ἐλάχιστη δυνατὴ ἐνέργεια.

**Παρατηρήσεις**

**1.** Ἡ ἐνέργεια τοῦ ἡλεκτρονίου (e) εἶναι ἀρνητικὴ **Εn < 0**, ἀφού τὸ e ἀπαιτεῖ ἐνέργεια γιὰ νὰ ἀποσπαστεῖ ἀπὸ τὴν ἔλξη τοῦ πυρήνα.

**2.** Ὅσο μεγαλώνει ὁ ἀριθμός **n** μικραίνει ἡ ἀπόλυτη τιμὴ τῆς **Εn** καὶ ἄρα μεγαλώνει ἡ ἀλγεβρικὴ τιμή, ἔτσι ὅταν **n2** **→ ἄπειρο →** **Εn → 0.**

**3.** Κατὰ ἀλγεβρικὴ τιμὴ γιὰ τὶς ἐνέργειες ἰσχύει: **Ε1** < **Ε2** < **Ε3** < **Ε4** < ...

Ἐπειδὴ ΔΕ > 0 θὰ ἰσχύει:

α) Μετάπτωση Κ → Μ ἤ Ε1 → Ε3 → ΔΕ1 = Εf-Ei = E3-E1 > 0 **Διέγερση**

β) Μετάπτωση L → K ἤ Ε2 → Ε1 → ΔΕ2 = Εf-Ei = E1-E2 < 0 **Ἀποδιέγερση**

**3. Θεωρίες L.de Broglie, Heisenberg, Schrödinger**

Θεωρία L.de Broglie

Ἕνα κινούμενο σωματίδιο μάζας **m** καὶ ταχύτητας **u** συμπεριφέρεται καὶ ὡς κύμα. Τὸ ἡλεκτρόνιο ἔχει σωματιδιακή καὶ κυματική φύση, σωματιδιακὲς καὶ κυματικές ἰδιότητες, γι᾽ αὐτὸ τὸ μῆκος κύματος ἐξαρτάται ἄμεσα ἀπὸ τὴν ὁρμή του: **λ = h/mu**, (**λ**: μῆκος κύματος, **h**: σταθερά τοῦ ΡΙank, **m**: μάζα ἡλεκτρονίου, **u**: ταχύτητα ἡλεκτρονίου).

Ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητας (ἤ ἀπροσδιοριστίας) τοῦ Heisenberg

Εἶναι ἀδύνατη ἡ ταυτόχρονη μέτρηση τῆς θέσης καὶ τῆς ορμής ἑνός σωματιδίου, π.χ. ἡλεκτρονίου: Δx·Δυ > h/2πm, (Δx: ἀβεβαιότητα στὴ θέση, Δυ: ἀβεβαιότητα στὴν ταχύτητα, h: σταθερά του Ρlank, m: μάζα σωματιδίου, π=3,14). Ἀπὸ τὸν παραπάνω τύπο παρατηροῦμε ὅτι γιὰ μικρὲς μάζες ὅπως τοῦ ἡλεκτρονίου, ἡ ἀβεβαιότητα μεγαλώνει.

Εξίσωση Schrödinger

Ὑπολογίζει τὴν πιθανότητα νὰ βρεθεῖ τὸ ἡλεκτρόνιο τοῦ ἀτόμου (τοῦ ὑδρογόνου) σὲ ὁρισμένη θέση στὸ χῶρο καθῶς καὶ τὴν ἐνέργεια του. Ἡ ἐπίλυσή της εἶναι ἀκριβῆς γιὰ τὸ ἄτομο τοῦ ὑδρογόνου, ἐνῶ προσεγγιστικὰ ἐπιλύεται γιὰ πολυηλεκτρονιακὰ ἄτομα καὶ μοριακὰ συστήματα.

**Παρατήρηση**

Στὴν Ἐνότητα Α’ διακρίνουμε τὶς παρακάτω κατηγορίες ἀσκήσεων:

**Α1 Ἐφαρμογὴ τύπων**

E = h·f καὶ c = λ·f, ΔΕ = Εφωτονίου = h·f = |Efinal – Einitial| = |Ef – Ei| = h·c / λ

En = - 2,18 · 10-18 / n2 Joule, n = 1,2,3,... καὶ λ = h/mu.

**Α2 Μετάπτωση - Ἰοντισμός**

i) Διέγερση - Ἀποδιέγερση ἑνὸς e ἤ 1mole (Ar σὲ g) στοιχείου

ii) Ἰοντισμὸς μὲ Emax e ὅπου Ε1 → Ε∞

**Α3 Φάσματα**

Φάσμα συνεχὲς καὶ γραμμικό, διάκριση τοῦ φάσματος τοῦ ἀτόμου Η

**ΕΝΟΤΗΤΑ Β’**

**4. Τετράδα κβαντικῶν ἀριθμῶν n, l, ml, ms**

***(Ἀσκήσεις Ἐνότητας Β1, Β2 καὶ Β3)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Κβαντικός αριθμός** | **Ενδεικτικός** | **Τιμές** |
| 1. Κύριος κβαντικός ἀριθμός **n** | Tῆς μέσης ἀπόστασης τοῦ ἡλεκτρονίου ἀπὸ τὸν πυρήνα, δηλαδή τοῦ μεγέθους τοῦ τροχιακοῦ καθῶς καὶ τῆς ἐνέργειας του | **n = 1,2,3,...** |
| 2. Δευτερεύον ἤ ἀζι-μουθιακὸς ἀριθμός **l** | Tῆς ἄπωσης μεταξὺ τῶν ἡλεκτρονίων καθορίζει ἀκόμα τὸ σχήμα ποὺ ἔχει τὸ ἀντίστοιχο τροχιακό | **l = 0,1,2,....(n-1)** |
| 3. Μαγνητικὸς κβα­ντικός ἀριθμὸς **ml** | Γιὰ κάθε τροχιακό, ἀφοῦ καθορίζει τον προσα-νατολισμό του στὸ χῶρο | **ml = -l, -1+1,...., 1-1,1** |
| 4. Κβαντικός αριθμός τοῦ spin, **ms** | Τῆς κατεύθυνσης τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ποὺ δημιουργεῖ ἡ αὐτοπεριστροφὴ τοῦ ἡλεκτρονίου | **ms = +1/2, -1/2** |

**Παρατήρηση**

α) Ὅπου **n** Kύριος Kβαντικὸς Ἀριθμὸς καὶ οἱ τιμές του ἐκφράζουν:

**n=1** → Στοιβάδα **Κ** ἤ φλοιός **Κ**

**n=2**  → Στοιβάδα **L** ἤ φλοιός **L**

**n=3** → Στοιβάδα **Μ** ἤ φλοιός **Μ**

.... ἀπὸ **n=7** καὶ πάνω οἱ τιμὲς καὶ οἱ φλοιοὶ ὑπάρχουν δυνητικά

β) Ὅπου **l** Δευτερεύον Κβαντικός Ἀριθμὸς καὶ οἱ τιμές του ἐκφράζουν:

**1=0** → Ὑποστοιβάδα **s** ἤ ὑποφλοιός s

**1=1** → Ὑποστοιβάδα **p** ἤ ὑποφλοιός p

**1=2** → Ὑποστοιβάδα **d** ἤ ὑποφλοιός d

**1=3** → Ὑποστοιβάδα **f** ἤ ὑποφλοιός f

.... ἀπὸ 1=4 (g) καὶ πάνω οἱ τιμὲς καὶ οἱ ὑποφλοιοὶ ὑπάρχουν δυνητικά

γ) Ὅπου **ml** Μαγνητικὸς Κβαντικός Ἀριθμὸς καὶ οἱ τιμές του ἐκφράζουν:

**m1= 0** → 1 τροχιακὸ **s** (1=0)

**m1= -1, 0, +1** → 3 τροχιακὰ **p** (1=1)

**m1= -2, -1, 0, +1, +2** → 5 τροχιακὰ **d** (1=2)

**m1= -3,-2,-1,0,+1,+2,+3** → 7 τροχιακὰ **f** (1=3)

ἀπὸ 1=4 → **m1=9τιμές** καὶ πάνω, οἱ τιμὲς καὶ τὰ τροχιακὰ ὑπάρχουν δυνητικά.

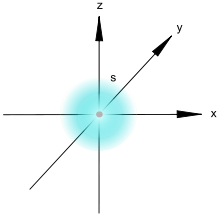
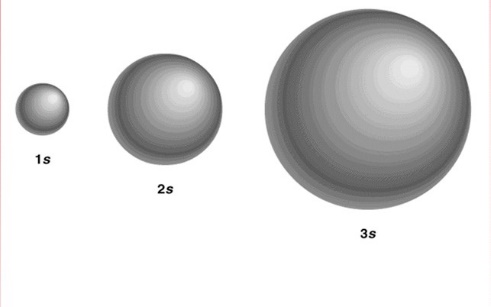
Συμπέρασμα: Τὸ ml παίρνει ml=2l+1 τιμές.

δ) Ὅσον ἀφορᾶ τὸν ἀριθμὸ spin **ms** ἔχουμε:

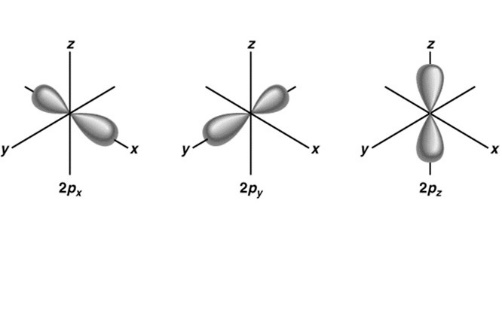
**m1= +1/2 , -1/2**  (μέχρι 2 τιμές) → ἀνεξάρτητα τῶν τιμῶν n, 1, ml.

**5. Περιγραφὴ s, p τροχιακῶν**

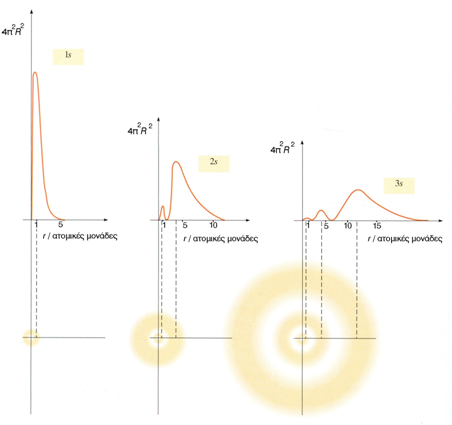
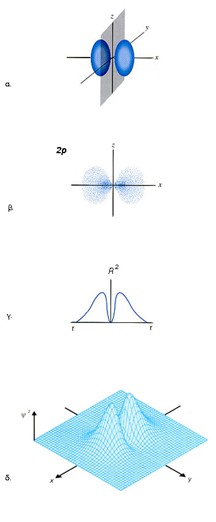
**Τροχιακὸ s:** Ἐμφανίζει σφαιρικὴ συμμετρία, μὲ πιθανότητα εὔρεσης τοῦ ἡλεκτρονίου 95% μέσα στὸ σκιαγραφόμενο χῶρο, ἡ διάμετρός του εἶναι τῆς τάξης τοῦ 10-10m.

 ἤ 

**Τροχιακὰ p:** Δὲν ἐμφανίζουν σφαιρικὴ συμμετρία, ἀποτελοῦνται ἀπό δύο λοβοὺς μὲ συμμετρικές θέσεις ὡς πρὸς τὸν πυρήνα καταλαμβάνοντας καὶ τὶς τρεῖς κατευθύνσεις μέσα στο χώρο, όπως καθορίζει ο αριθμός ml.



Ἀκτινικὴ κατανομή: Γραφικὴ παράσταση τῆς πιθανότητας εὔρεσης τοῦ ἡλεκτρονίου ἡ ὁποία εἶναι μέγιστη κοντὰ στὸν πυρήνα καὶ τείνει ἀσυμπτωτικὰ πρὸς τὸ μηδὲν σὲ μεγάλες ἀποστάσεις χωρὶς νὰ μηδενίζεται.

Κομβικὴ ἐπιφάνεια: Ἐπιφάνεια μηδενικῆς πιθανότητας εύρεσης τοῦ ἡλεκτρονίου, παρουσιάζεται ἀπὸ τὰ τροχιακά p (ἤ σὲ περισσότερα ἀπὸ 1 τροχιακὸ s) καὶ μετὰ καὶ ἀφορᾶ ἐπίπεδα συμμετρίας (μόνο ἀπὸ τὰ τροχιακὰ p καὶ μετὰ ἔχουμε ἐμφάνιση ἐπιπέδων συμμετρίας).

**Παρατήρησεις**

**1.** Mὲ βάση τὰ παραπάνω εἶναι ἐμφανὲς ὅτι ἡ ὑποστοιβάδα s «ταυτίζεται» ὡς ἔννοια μὲ τὸ τροχιακὸ s κάτι ποὺ δὲν συμβαίνει γιὰ τὶς ὑπόλοιπες ὑποστοιβάδες π.χ. ὑποστοιβάδα p δίνει τρία τροχιακὰ p (px, py, pz) κ.ο.κ.

**2.** Ἡ τιμὴ ml ἀντιστοιχεῖ σὲ συγκεκριμένο τροχικὸ p, d, f,… Ἔτσι γιὰ ml=+1 → px, ml=0 →pz, ml=-1→py. Ὁμοίως συμβαίνει καὶ γιὰ τὰ τροχιακὰ d, f,…

**3.** Tὰ e στὰ τροχιακὰ p ἔχουν ἐλάχιστη πιθανότητα νὰ βρεθοῦν κοντὰ στὸν πυρήνα σὲ σχέση μὲ τὰ ἀντίστοιχα τροχικὰ s (ἴδιας στοιβάδας).

**6. Ἀρχὴ τῆς ἐλάχιστης ἐνέργειας**

***(Ἀσκήσεις Ἐνότητας Β4 καὶ Β5)***

Ὑποστοιβάδες στὶς ὁποῖες τὰ ἡλεκτρόνια ἔχουν τὴ μικρότερη ενέργεια καλύπτονται πρώτες.

Ὡστόσο ἡ ἐνέργεια τῶν ἡλεκτρονίων καθορίζεται ἀπό:

α) τὴν ἔλξη ἡλεκτρονίου - πυρήνα, ἔτσι ὅσο μικρότερος εἶναι ὁ κύριος κβαντικὸς ἀριθμὸς n τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἔλξη αὐτή, καὶ ἑπομένως χαμηλότερη ἡ ἐνέργεια τοῦ ἡλεκτρονίου.

β) τὶς διηλεκτρονιακὲς ἀπώσεις (ἀπώσεις μεταξὺ ἡλεκτρονίων), ὅσο μικρότερος εἶναι ὁ l τόσο μικρότερες είναι οι απώσεις *=> χ*αμηλότερη ενέργεια ηλεκτρονίου.

**Ἄρα ανάμεσα σὲ δύο ὑποστοιβάδες χαμηλότερη ἐνέργεια ἔχει ἐκείνη μὲ τὸ μικρότερο ἄθροισμα τῶν δύο πρώτων κβαντικῶν ἀριθμῶν (n+l), ἐνῶ ὅταν αὐτὸ εἶναι ἴδιο μικρότερη ἐνέργεια ἔχει ἡ ὑποστοιβάδα μὲ τὸ μικρότερο n** (π.χ. ἡ ὑποστοιβάδα 4s εἶναι χαμηλότερης ἐνέργειας ἀπὸ τὴν 3d, ἐνῶ ἡ 2p εἶναι χαμηλότερης ενέργειας από την 3s).

**7. Συνδιασμὸς ἀρχῶν γιὰ τὴν ἡλεκτρονιακὴ δόμηση**

Ἀρχὴ ἐλάχιστης ἐνέργειας: ἀνάμεσα σὲ δύο ὑποστοιβάδες χαμηλότερη ἐνέργεια ἔχει ἐκείνη μὲ τὸ μικρότερο ἄθροισμα τῶν δύο πρώτων κβαντικῶν ἀριθμῶν (n+l), ἄν τὸ ἄθροισμα εἶναι ἴδιο μικρότερη ἐνέργεια ἔχει ἐκείνη μὲ τὸ μικρότερο n.

Ἀπαγορευτικὴ ἀρχὴ Ρauli: σὲ δεδομένο ἄτομο δὲν μποροῦν νὰ ὑπάρξουν δύο ἡλεκτρόνια μὲ τὴν ἴδια τετράδα κβαντικῶν ἀριθμῶν, δηλαδὴ σὲ ὁποιοδήποτε τροχιακὸ μποροῦν νὰ τοποθετηθοῦν 2 ἡλεκτρόνια, τὰ ὁποία ἔχουν ἀντίθετη αὐτοπεριστροφή (spin).

Κανόνας τοῦ Hund: ἡ κατανομὴ τῶν ἡλεκτρονίων στὰ τροχιακὰ μιᾶς ἐλλιποῦς ὑποστοιβάδας γίνεται μὲ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ προκύπτει τὸ μέγιστο ἄθροισμα τῶν κβαντικῶν ἀριθμῶν spin.

**Παρατηρήσεις ἀπὸ τὴν ἡλεκτρονιακὴ δόμηση**

**Α.** Ἀκολουθώντας τὶς παραπάνω τρεῖς ἀρχές, ὁ τρόπος συμπλήρωσης τῶν ὑποστοιβάδων ἀκολουθεῖ τὴν παρακάτω σειρά, μὲ σάρωση ἀπὸ δεξιὰ πρὸς τὰ ἀριστερά καὶ ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1s** |  |  |  |
| **2s** | **2p** |  |  |
| **3s** | **3p** | **3d** |  |
| **4s** | **4p** | **4d** | **4f** |
| **5s** | **5p** | **5d** | **5f** |
| **6s** | **6p** | **6d** |  |
| **7s** | **7p** |  |  |

**Β.** Ὁ μέγιστος ἀριθμὸς τῶν ἡλεκτρονίων σὲ κάθε ὑποστιβάδα καθορίζεται ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν δυνατῶν καταστάσεων (κβαντικῶν τετράδων), ἀφοῦ κάθε κβαντικὴ τετράδα ἀντιστοιχεῖ σὲ ἕνα μόνο ἡλεκτρόνιο, ἔτσι ἔχουμε:

Ὑποστοιβάδα s: s → l=0 → ml=0 καὶ ms=±½. Γιὰ ὁποιοδήποτε n οἱ δυνατὲς τετράδες εἶναι μόνο 2 → (n,0,0,±½) → Μέγιστος ἀριθμὸς e στὴν ὑποστοιβάδα s εἶναι 2e ἤ Νemax=2.

Ὑποστοιβάδα p: p → l=1 → ml=-1,0,1 καὶ ms=±½. Γιὰ ὁποιοδήποτε n οἱ δυνατὲς τετράδες εἶναι 6 →(n,1,-1,±½), (n,1,0,±½), (n,1,+1,±½)→ Μέγιστος ἀριθμὸς e στὴν ὑποστοιβάδα p εἶναι 6e Νemax=6.

Ὑποστοιβάδα d: Μὲ ὅμοιο τρόπο → l=2 → Νemax=10

Ὑποστοιβάδα f: Μὲ ὅμοιο τρόπο → l=3 → Νemax=14

Ὑποστοιβάδα g (δυνητικά): Μὲ ὅμοιο τρόπο → l=4 → Νemax=18,....

**Γ.** Μὲ βάση τὰ παραπάνω «σκιαγραφεῖται» ὁ Π.Π. Ἔτσι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***s 2στοιχεία*** | | ***d 10στοιχεία*** | ***p 6στοιχεία*** | | **Ἀρθ. Στοιχείων** | **Σύνολο**  **Στοιχείων** | **Εὐγενές**  **Ἀέριο** |
| **n=1** | **1s** |  | | | **1s\*** | **2** | **2** | **2Ηe** |
| **n=2** | **2s** | |  | **2p** | | **8** | **10** (8+2) | **10Ne** |
| **n=3** | **3s** | |  | **3p** | | **8** | **18** (10+8) | **18Ar** |
| **n=4** | **4s** | | **3d** | **4p** | | **18** | **36**(18+18) | **36Kr** |
| **n=5** | **5s** | | **4d** | **5p** | | **18** | **54** (36+18) | **54Xe** |
| **n=6** | **6s** | | **\*5d** | **6p** | | **32\*** | **86** (54+32) | **86Rn** |
| **n=7** | **7s** | | **\*6d** | **7p** | | **32\*** | **118** (86+32) | **118Uuo** |

|  |
| --- |
| ***\*f 14στοιχεία*** |
| **4f** *(La:Λανθανίδες)* |
| **5f** *(Ac:Ἀκτινίδες)* |

Προσοχὴ ὅτι: 1) Τὸ στοιχεῖο He (1s2) «καταχρηστικά» ἀνήκει στὸν p-τομέα, 2) Τὰ στοιχεία 4f καὶ 5f μπαίνουν «παρένθεση» ἀντίστοιχα στὰ 5d καὶ 6d αὐξάνοντας κατὰ 32 τὸν ἀτομικὸ ἀριθμὸ τοῦ ἑπόμενου εὐγενοῦς ἀερίου, 3) Ἡ κατανομὴ e στὶς κύριες στοιβάδες εἶναι: π.χ. 86Rn: K(2),L(8), M(18),N(32),O(18),P(8), 4) Τελευταῖο στοιχείο τοῦ Π.Π. εἶναι τὸ Οὐνουνόκτιο 118Uuo.

**Δ.** Ὁ Π.Π. μπορεῖ τώρα νὰ γραφτεῖ καὶ μὲ πιὸ γενικὴ μορφὴ ὅπως:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***1s1*** |  |  |  | ***1s2*** |
|  |  |  |  |  |
| **nsx**  **x=1-2** | |  | **ns2npx**  **x=1-6** | |
| **(n-1)dxnsy** |
|  |  | **x=1-10 καὶ y=1-2** |  |  |
| ***s-τομέας*** | | ***d-τομέας*** | ***p-τομέας*** | |

|  |
| --- |
| **(n-2)fxns2 μὲ x=1-14** |
| ***f-τομέας*** |

Παρατηροῦμε ὅτι:

**1)** Τὸ στοιχεῖο He (1s2) «καταχρηστικά» ἀνήκει στὸν p-τομέα,

**2)** Ὁ ἀριθμὸς Ὁμάδων σὲ κάθε τομέα ἐξαρτάται ἀπὸ τὸν μέγιστο ἀριθμὸ e ἀνὰ ὑποστοιβάδα π.χ. s-τομέας → ὑποστοιβάδα s → μέγιστος ἀριθμὸς e: 2 → 2 Ὁμάδες → Ἀλκαλίων (1η) καὶ Ἀλκαλικῶν γιαῶν (2η).

**3)** Στοιχεία τοῦ d τομέα 4ης καὶ 5ης Περιόδου ἔχουν ἀπὸ 10 στοιχεία σὲ κάθε περίοδο καὶ ξεκινοῦν ἀπὸ τὴν 3η Ὁμάδα (ΙΙΙΒ παλαιὰς ἀρίθμησης) ἐνῶ τῆς 6ης καὶ 7ης Περιόδου ἔχουν συμπληρωμένη καὶ ὑποστοιβάδα f, συνολικὰ 10d+14f=24 στοιχεία γιὰ κάθε περίοδο.

**4)** Ἡ ὑποστοιβάδα g δὲν ὑπάρχει (ὑπάρχει δυνητικά)

**5)** Τὰ στοιχεία τῶν κύριων Ὁμάδων εἶναι τοῦ s τομέα-Μέταλλα καὶ τοῦ p τομέα-κυρίως Ἀμέταλλα. Ὁ d-τομέας περιλαμβάνει τὰ στοιχεία μετάπτωσης, ἐνῶ ὁ τομέας-f περιλαμβάνει δύο περιόδους ποὺ ξεκινοῦν ἀπὸ τὰ στοιχεία 57La→Λανθανίδες καὶ 89Ac→Ἀκτινίδες.

**6)** Ὁ γενικὸς κανόνας πλήρωσης ὑποστοιβάδων εἶναι:

|  |
| --- |
| **nsx npy (n-1)dz (n-2)fω** |
| ***μὲ τιμές: x=1-2, y=1-6, z=1-10, ω=1-14*** |
| *Στὴν περίπτωση ὅπου* ***n≤3*** *→ οἱ στοιβάδες d καὶ f δὲν ὑπάρχουν* |

**7)** Γιὰ τὰ στοιχεία τοῦ d-τομέα ἡ πλήρωση γίνεται:

|  |
| --- |
| Γενικὸς Κανόνας: **ns2 (n-1)dx μὲ x=1-10** |
| Ἐξαιρέσεις: **ns2 (n-1)dx+1 μὲ x+1=5 ἤ x+1=10** |

Οἱ ἐξαιρέσεις προκύπτουν διότι ἡ συμπληρωμένη ἤ ἡμισυμπληρωμένη (n-1)d-ὑποστοιβάδα εἶναι ἐνεργειακὰ σταθερότερη (χαμηλότερη) ἀπὸ τὴν ns-ὑποστοιβάδα.

**8)** Τὰ στοιχεία μετάπτωσης ἀνήκουν μόνο στὸν d-τομέα (ὄχι s, p, f, g,..) καὶ παρουσιάζουν παρόμοιες χημικὲς ἰδιότητες ἀφοῦ ἔχουν συμπληρωμένη τὴν «ἐξωτερικὴ στοιβάδα» (ns2) καὶ δομὴ ἐπομένως τὰ ἡλεκτρόνια τοποθετοῦνται στὴν στοιβάδα.

**9)** Ὑπάρχουν τρεῖς σειρὲς στοιχείων μετάπτωσης μὲ πολλὲς κοινὲς ἰδιότητες, ἰδιότητες ποὺ βρίσκονται μεταξὺ τῶν ἰδιοτήτων τοῦ s καὶ p τομέα, ὅπως:

**10)** Πολλὰ στοιχεία τοῦ d-τομέα εἶναι παραμαγνητικά, δηλαδὴ σχηματίζουν ἐνώσεις ἄτομα ἤ ἰόντα μὲ ἕνα ἤ περισσότερα μονήρη e ποὺ ἔλκονται ἀπὸ τὸ μαγνητικὸ πεδίο.

**8. Περιοδικὲς ἰδιότητες ἀτόμων σὲ ὀξείδια καὶ χλωρίδια**

***(Ἀσκήσεις Ἐνότητας Β10)***

Τὰ χλωρίδια ἔχουν τὸ γενικό τύπο ΜClx, ἐνῶ τὰ ὀξείδια ἔχουν τὸν γενικὸ τύπο Σ2Οx

Ὡστόσο στοιχεία τοῦ s-τομέα δίνουν μὲ χλωρίδια καὶ ὀξείδια ἐνώσεις ἐτεροπολικοῦ τύπου π.χ. ΝaCl, LiCl, Li2O, MgO,… μὲ ὑψηλὰ Σ.Τ. καὶ συνήθως στερεά, ἐνῶ πηγαίνοντας πρὸς τὰ δεξιά, φτάνοντας σὲ στοιχεία τοῦ p-τομέα, παίρνουμε ἐνώσεις ὁμοιοπολικοῦ τύπου π.χ. Cl2, Cl2Ο, ΝO, SO2,… μὲ χαμηλὰ Σ.Τ. καὶ συνήθως ἀέρια.

**ΕΝΟΤΗΤΑ Γ’**

**9. Μεταβολὴ Περιοδικῶν Ἰδιοτήτων**

***(Ἀσκήσεις Ἐνότητας Γ1, Γ2 καὶ Γ3)***

Α) Ἀτομικὴ Ἀκτίνα

Ὁρίζεται ὡς τὸ μισὸ τῆς ἀπόστασης μεταξὺ τῶν πυρήνων δύο γειτονικῶν ἀτόμων σὲ διάταξη κρυσταλλικοῦ πλέγματος.

Μεταβάλλεται σύμφωνα μὲ τὸ σχήμα:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **↓** | **←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←** | | |  |
| **↓** | |  |  | |
| **↓ *Αὔξηση Ἀτομικῆς Ἀκτίνας*** | | | | |
| **↓** | | | | |

Οἱ λόγοι ποὺ προκαλοῦν αὐτὸν τὸν τρόπο αὔξησης τῆς ἀτομικῆς ἀκτίνας εἶναι:

α) Αὐξάνονται οἱ στοιβάδες → αὔξηση ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω

β) Μειώνεται τὸ δραστικὸ πυρηνικὸ φορτίο (φορτίο πυρήνα μειωμένο κατὰ τὸ φορτίο τῶν e τῶν ἐσωτερικῶν στοιβάδων) → αὔξηση ἀπὸ δεξιὰ πρὸς τὰ ἀριστερά.

Προσοχή: Ἐξαιρέσεις παρατηροῦνται κυρίως στὰ στοιχεία μετάπτωσης d-τομέα, διότι ἡ συμπλήρωση ἐσωτερικῶν ὑποστοιβάδων d ἐλάχιστα ἐπηρεάζουν τὴν ἀτομικὴ ἀκτίνα καὶ μερικὰ στοιχεία τῆς 6ης Περιόδου.

Β) Ἐνέργεια Ἰοντισμοῦ

Ἐνέγεια 1ου ἰοντισμοῦ, ὁρίζεται ὡς ἡ ἐλάχιστη ἐνέργεια γιὰ τὴν πλήρη ἀπομάκρυνση ἑνὸς e ἀπὸ ἄτομο στὴν θεμελιώδη κατάσταση καὶ σὲ ἀέρια φάση.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Σ(g)** | **→** | **Σ+(g)** | **+** | **e-** | **μὲ Ei1 = ΔH>0** |

Μὲ ὅμοιο τρόπο ὁρίζεται καὶ ἡ Ἐνέργεια 2ου ἰοντισμοῦ κ.ο.κ.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Σ+(g)** | **→** | **Σ+2(g)** | **+** | **e-** | **μὲ Ei2 = ΔH>0** |

Παράγοντες ἐπηρεασμοῦ τῆς Ἐνέργειας Ἰοντισμοῦ:

1) Ἀτομικὴ ἀκτίνα (ἀντίστροφα)

2) Φορτίο Πυρήνα (ἀνάλογα)

3) Ἐνδιάμεσα ἡλεκτρόνια (ἀντίστροφα)

Τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα δίνεται σχηματικά:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **↑** | **→→→→→→→→→→→→→→→→→→→→→→** | | |  |
| **↑** | |  |  | |
| **↑ *Αὔξηση Ἐνέργειας Ἰοντισμοῦ*** | | | | |
| **↑** | | | | |

**Παρατηρήσεις**

**1)** Εἶναι προφανὲς ὅτι ἡ ἐνέργεια ἰοντισμοῦ εἶναι πάντα Ε=ΔΗ>0, διότι ἀπαιτείται πάντα ἐνέργεια γιὰ νὰ φύγει 1e.

**2)** Ἡ Ε.Ι. ἔχει τρεῖς προϋποθέσεις: α) εἶναι ἡ ἐλάχιστη ἐνέργεια καὶ τὸ ἄτομο πρέπει νὰ β) εἶναι ἀέριο (g) καὶ γ) νὰ βρίσκεται στὴ θεμελιώδη κατάσταση.

**3)** Κάθε Ε.Ι. εἶναι πάντα μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἀμέσως προηγούμενη ἀφοῦ ἀπαιτείται πρόσθετη ἐνέργεια γιὰ νὰ φύγει τὸ ἡλεκτρόνιο ἀπὸ τὸ φορτισμένο θετικὰ ἰόν, μάλιστα οἱ μεταξύ τους διαφορὲς εἶναι ἀρκετά μεγάλες: **Ei1 < Ei2 < Ei3 < Ei4 < Ei5 < ....**

**4)** Τὸ Η ὅπως καὶ τὸ Ηe σὲ σχέση μὲ ὅλα τὰ ὑπόλοιπα στοιχεία τῆς Ὁμάδας του παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στὴν Ε.Ι., ἀφοῦ τὰ e ποὺ πρέπει νὰ φύγουν βρίσκονται στὴν 1η στοιβάδα.

**5)** Ὑπάρχει «ἀνωμαλία» στὸν κανόνα μὲ τὰ ζευγάρια Be-B, Ν-Ο, Mg-Al, Ρ-S, As-Se καὶ Pb-Bi ποὺ ἐξηγείται ἀπὸ τὸ δραστικὸ πυρηνικὸ φορτίο.

**6)** Ἡ τεράστια διαφορὰ στὶς Ε.Ι. ποὺ βλέπουμε στὰ εὐγενὴ ἀέρια ὀφείλεται στὴ συμπληρωμένη τους ἐξωτερικὴ στοιβάδα καὶ ἀποτελεῖ στοιχεῖο ταυτοποίησής τους π.χ. ὅταν μᾶς δίνουν Ε.Ι. διαφόρων στοιχείων καὶ εὐγενῶν ἀερίων τὸ ὕψος τῆς διαφορᾶς τὰ προσδιορίζει.

**7)** Ἡ Ε.Ι. γενικὰ αὐξάνεται ὅπως ἡ ἡλεκτραρνητικότητα (τάση πρόληψης e) τῶν στοιχείων ἤ ἀντίθετα τῆς ἡλεκτροθετικότητας (τάση ἀποβολῆς e).