

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ & ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Α

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Στο άτομο του υδρογόνου συνοδεύεται από εκπομπή ακτινοβολίας μεγαλύτερης συχνότητας η μετάπτωση του ηλεκτρονίου

- α. από την E_5 ενεργειακή στάθμη στην E_2 ενεργειακή στάθμη
- β. από την E_4 ενεργειακή στάθμη στην E_1 ενεργειακή στάθμη
- γ. από την E_7 ενεργειακή στάθμη στην E_1 ενεργειακή στάθμη
- δ. από την E_4 ενεργειακή στάθμη στην E_2 ενεργειακή στάθμη

Λύση

Σωστό το γ

Με βάση τον τύπο $h \cdot \nu = |\Delta E| = |E_{\text{τελ.}} - E_{\text{αρχ.}}| = \left| E_1 \cdot \left(\frac{1}{n_{\text{τελ.}}^2} - \frac{1}{n_{\text{αρχ.}}^2} \right) \right|$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Στο άτομο του υδρογόνου συνοδεύεται από εκπομπή ακτινοβολίας μεγαλύτερου μήκους κύματος η μετάπτωση του ηλεκτρονίου

- α. από την E_7 ενεργειακή στάθμη στην E_6 ενεργειακή στάθμη
- β. από την E_4 ενεργειακή στάθμη στην E_3 ενεργειακή στάθμη
- γ. από την E_7 ενεργειακή στάθμη στην E_1 ενεργειακή στάθμη
- δ. από την E_4 ενεργειακή στάθμη στην E_2 ενεργειακή στάθμη

Λύση

Σωστό το α

Με βάση τον τύπο $h \cdot \frac{c}{\lambda} = |\Delta E| = |E_{\text{τελ.}} - E_{\text{αρχ.}}| = \left| E_1 \cdot \left(\frac{1}{n_{\text{τελ.}}^2} - \frac{1}{n_{\text{αρχ.}}^2} \right) \right|$

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Στο άτομο του υδρογόνου, τα ατομικά τροχιακά $3s$ και $3p$

- α. έχουν ίδιο σχήμα
- β. έχουν ίδια ενέργεια
- γ. έχουν ίδιο μέγεθος
- δ. διαφέρουν σε σχήμα, μέγεθος και ενέργεια

Λύση

Σωστό το β

Πρόκειται για μονοηλεκτρονιακό άτομο, οπότε δεν υπάρχουν διηλεκτρονικές απώσεις και η ενέργεια των υποστιβάδων καθορίζεται μόνο από τον κύριο κβαντικό αριθμό n .

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Στο άτομο του χλωρίου ($_{17}\text{Cl}$) τα ατομικά τροχιακά $2s$ και $2p$

- α. έχουν ίδιο σχήμα
- β. έχουν ίδια ενέργεια
- γ. έχουν ίδιο μέγεθος
- δ. διαφέρουν σε σχήμα και ενέργεια

Λύση

Σωστό το δ

Πρόκειται για πολυηλεκτρονιακό άτομο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Το πλήθος των ατομικών τροχιακών στις στιβάδες L και M είναι αντίστοιχα

- α. 4 και 10
- β. 8 και 18
- γ. 4 και 9
- δ. 4 και 8

Λύση

Σωστό το γ

Για μία στιβάδα το πλήθος των τροχιακών είναι n^2 .

ΕΡΩΤΗΣΗ 6. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορούν να πάρουν οι στιβάδες L και M , ως εξωτερικές, είναι αντίστοιχα

- α. 8 και 8
- β. 8 και 18
- γ. 4 και 9
- δ. 4 και 4

Λύση

Σωστό το α

Με χρήση του μνημονικού σχήματος. Ειδικότερα για την M θα πρέπει να μην βάλουμε ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα $3d$ γιατί τότε η θ θα έχουν μπει και στο $4s$, άρα η M δεν θα είναι εξωτερική.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7. Ο μέγιστος αριθμός μονήρων ηλεκτρονίων που μπορούν να έχουν οι στιβάδες M και N , είναι αντίστοιχα

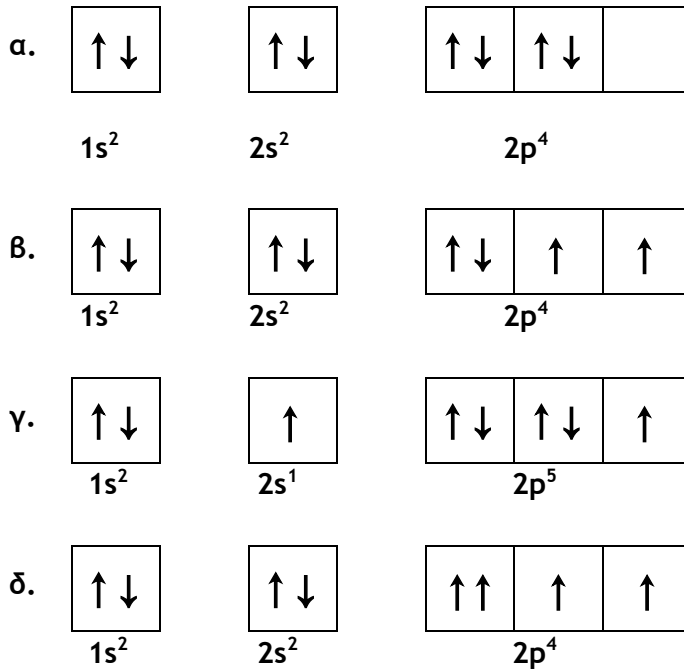
- α. 9 και 16
- β. 5 και 7
- γ. 4 και 9
- δ. 6 και 7

Λύση

Σωστό το β

Βρίσκουμε την υποστιβάδα που διαθέτει τα περισσότερα τροχιακά και τα θεωρούμε ημισυμπληρωμένα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8. Σωστή κατανομή των ηλεκτρονίων του ατόμου του οξυγόνου ($Z = 8$) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η



Λύση

Σωστό το β

Η α. παραβιάζει τον κανόνα του Hund. Η γ. είναι διεγερμένη κατάσταση και η δ. παραβιάζει την απαγορευτική αρχή του Pauli.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9. Η σωστή ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος ${}_{22}\text{Ti}^{2+}$ στη θεμελιώδη του κατάσταση είναι η

- α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
 β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^1$
 γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$
 δ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$

Λύση

Σωστό το δ

Τα δύο ηλεκτρόνια πρέπει να φύγει από την $4s^2$ υποστιβάδα γιατί η $3d$ υποστιβάδα έχει χαμηλότερη ενέργεια, όταν έχει δεχθεί ηλεκτρόνια.

ΕΡΩΤΗΣΗ 10. Σε ένα άτομο, ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων τα οποία χαρακτηρίζονται από τους κβαντικούς αριθμούς

i. $n = 3$, ii. $n = 3$ και $\ell = 2$, iii. $n = 3$, $\ell = 1$ και $m_\ell = -1$ είναι αντίστοιχα:

- α. 18, 10, 2
 β. 9, 5, 1
 γ. 10, 2, 0
 δ. 10, 6, 14

Λύση

Σωστό το α

Μία στιβάδα με κύριο κβαντικό αριθμό n έχει πλήθος τροχιακών n^2 και μπορεί να δεχθεί μέχρι $2n^2$ ηλεκτρόνια.

Μία υποστιβάδα με δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό ℓ έχει $2\ell + 1$ τροχιακά (όσες οι τιμές που μπορεί να πάρει ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_ℓ) και μπορεί να δεχθεί μέχρι $2 \cdot (2\ell + 1)$ ηλεκτρόνια.

Οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί ορίζουν ένα τροχιακό, το οποίο μπορεί να δεχθεί μέχρι 2 ηλεκτρόνια.

ΕΡΩΤΗΣΗ 11. Ένα χημικό στοιχείο ανήκει στον τομέα p του Περιοδικού Πίνακα όταν

- α. έχει συμπληρωμένες τις υποστιβάδες p
- β. έχει τουλάχιστον ένα ηλεκτρόνιο σε p ατομικό τροχιακό
- γ. τα ηλεκτρόνιά του με την περισσότερη ενέργεια βρίσκονται σε p ατομικό τροχιακό
- δ. όλα τα p ατομικά τροχιακά του είναι ασυμπλήρωτα

Λύση

Σωστό το γ

ΕΡΩΤΗΣΗ 12. Ένα στοιχείο ανήκει οπωσδήποτε στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα όταν

- α. ο ατομικός του αριθμός είναι μεγαλύτερος από 20
- β. έχει τέσσερα μονήρη ηλεκτρόνια
- γ. έχει μερικώς συμπληρωμένη με ηλεκτρόνια την $4d$ υποστιβάδα
- δ. έχει μερικώς συμπληρωμένη με ηλεκτρόνια την $3d$ υποστιβάδα

Λύση

Σωστό το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 13. Το στοιχείο ${}_{33}\text{As}$ ανήκει

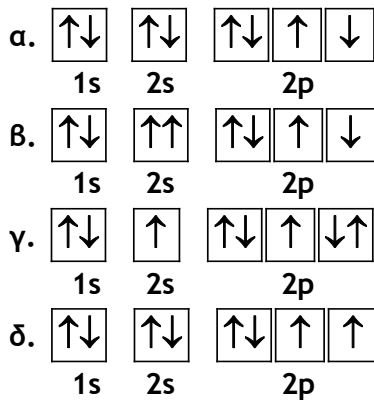
- α. στη 4η περίοδο και στην 5η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα
- β. στη 4η περίοδο και στην 15η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα
- γ. στη 5η περίοδο και στην 4η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα
- δ. στη 5η περίοδο και στην 14η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα

Λύση

Σωστό το β.

Έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 14. Παραβιάζει μόνο τον κανόνα του Hund η ηλεκτρονιακή δομή



Λύση

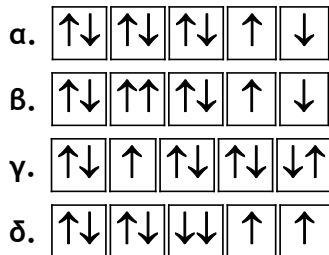
Σωστό το α.

Η β. παραβιάζει τόσο την απαγορευτική αρχή του Pauli, όσο και τον κανόνα του Hund.

Η γ. είναι διεγερμένη κατάσταση, δηλαδή παραβιάζει την αρχή ελάχιστης ενέργειας.

Η δ είναι η σωστή δόμηση, δηλαδή δεν παραβιάζει κάποια αρχή ή κανόνα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 15. Παραβιάζει μόνο την απαγορευτική αρχή του Pauli η ηλεκτρονιακή δομή



Λύση

Σωστό το δ.

Η α. παραβιάζει τον κανόνα του Hund. Η β. παραβιάζει και την απαγορευτική αρχή του Pauli και τον κανόνα του Hund. Η γ. παραβιάζει την αρχή ελάχιστης ενέργειας και έχει ένα ηλεκτρόνιο παραπάνω από τις υπόλοιπες.

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Β

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Σε δύο άτομα υδρογόνου τα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε διεγερμένη κατάσταση στην Μ στιβάδα. Στο πρώτο άτομο το ηλεκτρόνιο αποδιηγείται μεταπίπτοντας στην Κ στιβάδα εκπέμποντας ακτινοβολία με συχνότητα ν_1 . Στο δεύτερο άτομο το ηλεκτρόνιο αρχικά αποδιηγείται μεταπίπτοντας πρώτα στην L στιβάδα εκπέμποντας ακτινοβολία με συχνότητα ν_2 και στη συνέχεια στην Κ στιβάδα εκπέμποντας ακτινοβολία με συχνότητα ν_3 .

- α) Να βρείτε τις συχνότητες ν_1 , ν_2 και ν_3 σε συνάρτηση με την ενέργεια της πρώτης τροχιάς.
β) Να προσδιορίσετε τη σχέση που τις συνδέει.

Λύση

α)

$$h \cdot \nu_1 = |E_1 - E_3| = \left| E_1 - \frac{E_1}{9} \right| = -\frac{8E_1}{9} = -\frac{32}{36} E_1 \Rightarrow \nu_1 = -\frac{32}{36} \frac{E_1}{h} \quad (1)$$

$$h \cdot \nu_2 = |E_2 - E_3| = \left| \frac{E_1}{4} - \frac{E_1}{9} \right| = -\frac{5E_1}{36} \Rightarrow \nu_2 = -\frac{5}{36} \frac{E_1}{h} \quad (2)$$

$$h \cdot \nu_3 = |E_1 - E_2| = \left| E_1 - \frac{E_1}{4} \right| = -\frac{3E_1}{4} = -\frac{27}{36} E_1 \Rightarrow \nu_3 = -\frac{27}{36} \frac{E_1}{h} \quad (3)$$

β) Από τις σχέσεις (1), (2) και (3) προκύπτει ότι $\nu_1 = \nu_2 + \nu_3$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Δίνονται οι υποστιβάδες 3d, 4s, 5p και 3p πολυηλεκτρονιακού ατόμου. Να διατάξετε τις παραπάνω υποστιβάδες κατ' αύξουσα ενέργεια, χωρίς να κάνετε χρήση του μνημονικού σχήματος.

Λύση

Για κάθε υποστιβάδα $\Sigma = n + l$.

Έτσι : $\Sigma_{3d} = 3 + 2 = 5$, $\Sigma_{4s} = 4 + 0 = 4$, $\Sigma_{5p} = 5 + 1 = 6$ και $\Sigma_{3p} = 3 + 1 = 4$

Όταν δύο υποστιβάδες έχουν ίδιο άθροισμα $n + l$, τότε χαμηλότερη ενέργεια έχει η υποστιβάδα με το μικρότερο κύριο κβαντικό αριθμό. Ως εκ τούτου, έχουμε την εξής κατάταξη $E_{3p} < E_{4s} < E_{3d} < E_{5p}$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Οι κβαντικοί αριθμοί 3 ηλεκτρονίων που ανήκουν στο ίδιο άτομο είναι:

i. $n=3$, $l=1$, ii. $n=4$, $l=0$, iii. $n=3$, $l=2$

Να διατάξετε τα ηλεκτρόνια αυτά κατ' αύξουσα ενέργεια.

Λύση

Τα ηλεκτρόνια ανήκουν στις υποστιβάδες 3p (με άθροισμα $n+l: 3+1=4$), 4s (με άθροισμα $n+l: 4+0=4$) και 3d (με άθροισμα $n+l: 3+2=5$), αντίστοιχα.

Επομένως, οι ενέργειες των υποστιβάδων ακολουθούν τη διάταξη $E_{3p} < E_{4s} < E_{3d}$.

Όμως, όταν μπουν ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 3d αυτή καταλήγει να έχει μικρότερη ενέργεια από την υποστιβάδα 4s. Ως εκ τούτου, για τα ηλεκτρόνια αυτά η σωστή διάταξη είναι $E_{3p} < E_{3d} < E_{4s}$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Το στοιχείο Σ διαθέτει 7 ηλεκτρόνια σε τροχιακά s, στη θεμελιώδη κατάσταση, και είναι έντονα παραμαγνητικό με πολλούς αριθμούς οξειδωσης. Να προσδιορίσετε τον ατομικό του αριθμό.

Λύση

α) Οι πιθανές ηλεκτρονιακές δομές με 7 ηλεκτρόνια σε τροχιακά s στη θεμελιώδη, σταθερή του κατάσταση είναι :

$$i: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1.$$

$$ii: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5, 4s^1.$$

$$iii: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^1.$$

Επειδή το στοιχείο έχει πολλούς αριθμούς οξειδωσης, είναι στοιχείο μετάπτωσης και ανήκει στο d τομέα.

Επειδή το Σ είναι έντονα παραμαγνητικό, δηλαδή έχει πολλά μονήρη ηλεκτρόνια, πρόκειται για το στοιχείο με την ηλεκτρονιακή δομή ii, που έχει 6 μονήρη ηλεκτρόνια.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Τα άτομα των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , Σ_4 και Σ_5 έχουν στη θεμελιώδη κατάσταση αντίστοιχα 13, 5, 2, 6 και 14 ηλεκτρόνια των οποίων η τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού n είναι 3.

α) Να βρείτε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , Σ_4 και Σ_5 και να υποδείξετε την περίοδο και την ομάδα του Περιοδικού Πίνακα στην οποία ανήκει καθένα από τα στοιχεία αυτά.

β) Να ταξινομήσετε τα στοιχεία αυτά σε μέταλλα και αμέταλλα.

Λύση

α) Η 3^η στιβάδα δέχεται μέχρι 18 ηλεκτρόνια, άρα όλα τα στοιχεία που δίνονται έχουν μη πλήρως συμπληρωμένη την 3^η στιβάδα.

Βρίσκουμε την ηλεκτρονιακή δομή κάθε στοιχείου με χρήση του μνημονικού σχήματος.

$$\Sigma_1: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2, \text{ άρα } Z=25, 7^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 4^{\text{η}} \text{ περίοδος ή}$$

$$\Sigma_1: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1, \text{ άρα } Z=24, 6^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 4^{\text{η}} \text{ περίοδος.}$$

$$\Sigma_2: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3, \text{ άρα } Z=15, 15^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 3^{\text{η}} \text{ περίοδος.}$$

$$\Sigma_3: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2, \text{ άρα } Z=12, 2^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 3^{\text{η}} \text{ περίοδος.}$$

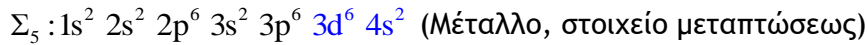
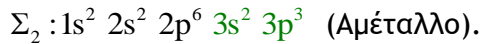
$$\Sigma_4: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4, \text{ άρα } Z=16, 16^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 3^{\text{η}} \text{ περίοδος.}$$

$$\Sigma_5: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2, \text{ άρα } Z=26, 8^{\text{η}} \text{ ομάδα και } 4^{\text{η}} \text{ περίοδος.}$$

β) Τα στοιχεία που ανήκουν στον τομέα s (με εξαίρεση το υδρογόνο και το ήλιο) καθώς και στον τομέα d (στοιχεία μεταπτώσεως) είναι σίγουρα μέταλλα.

Αντίθετα, τα στοιχεία που ανήκουν στην πάνω δεξιά περιοχή του τομέα p είναι αμέταλλα. Κατά συνέπεια, έχουμε:

$$\Sigma_1: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 \text{ (Μέταλλο, στοιχείο μεταπτώσεως).}$$



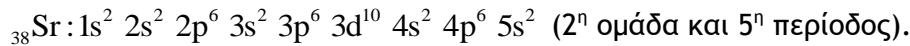
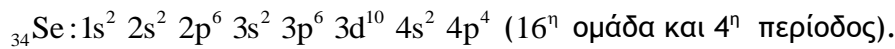
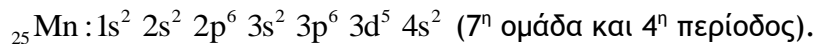
ΕΡΩΤΗΣΗ 6. Δίνονται τα στοιχεία **Mn (Z = 25)**, **Se (Z = 34)**, **Sr (Z = 38)**.

α) Να τα διατάξετε κατ αύξουσα ατομική ακτίνα.

β) Να τα διατάξετε κατ αύξουσα ενέργεια πρώτου ιοντισμού.

Λύση

α) Γράφοντας την ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων βρίσκουμε τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.



Γνωρίζουμε ότι στην ίδια περίοδο η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τ' αριστερά.

Επειδή το μαγγάνιο βρίσκεται πιο αριστερά από το σελήνιο, στην ίδια περίοδο

ισχύει $AA_{\text{Se}} < AA_{\text{Mn}}$.

Το ${}_{25}\text{Mn}$ έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το στοιχείο της X, που ανήκει στην 7^η ομάδα και στην 5^η περίοδο, αφού έχει μία στιβάδα λιγότερη. Ταυτόχρονα το στοιχείο X έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από ${}_{38}\text{Sr}$, επειδή το στρόντιο βρίσκεται πιο αριστερά στην 5^η περίοδο.

Συνολικά έχουμε $AA_{\text{Se}} < AA_{\text{Mn}} < AA_{\text{X}} < AA_{\text{Sr}}$ ή καλύτερα $AA_{\text{Se}} < AA_{\text{Mn}} < AA_{\text{Sr}}$.

β) Γνωρίζουμε ότι η ενέργεια 1^{ου} ιοντισμού μεταβάλλεται αντίστροφα από την ατομική ακτίνα. Κατά συνέπεια για τις ενέργειες 1^{ου} ιοντισμού θα ισχύει η εξής διάταξη: $E_{i1,\text{Sr}} < E_{i1,\text{Mn}} < E_{i1,\text{Se}}$.

Ασκήσεις - Τύπου Γ

ΑΣΚΗΣΗ 1. Κατά την αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από τη στιβάδα Μ στη στιβάδα Κ, εκπέμποντας φωτόνιο μήκους κύματος λ_1 . Κατά την αποδιέγερση ενός άλλου ατόμου υδρογόνου το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από τη στιβάδα L στη στιβάδα Κ, εκπέμποντας φωτόνιο μήκους κύματος λ_2 .

Γ1) Να προσδιορίσετε το λόγο $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

Γ2) Για τις μεταπτώσεις από την 2^η στην 1^η στιβάδα και από την 4^η στη 2^η στιβάδα, στο άτομο του Η, να δείξετε ότι ισχύει η σχέση: $E_2 - E_1 > E_4 - E_2$.

Γ3) Δίνονται οι κβαντικοί αριθμοί τεσσάρων ηλεκτρονίων που ανήκουν στο ίδιο άτομο:

α) $n = 4, \ell = 0, m_\ell = 0, m_s = -\frac{1}{2}$

β) $n = 3, \ell = 2, m_\ell = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

γ) $n = 3, \ell = 1, m_\ell = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

δ) $n = 3, \ell = 2, m_\ell = 2, m_s = -\frac{1}{2}$

Να κατατάξετε τα ηλεκτρόνια αυτά κατ' αύξουσα ενέργεια.

Λύση

Γ1)

Για τις αποδιεργήσεις, λαμβάνοντας υπόψη τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής $\lambda \cdot \nu = c$, έχουμε:

$$E_3 - E_1 = h\nu_1 \Rightarrow \frac{E_1}{9} - E_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} \Rightarrow -\frac{8E_1}{9} = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = -\frac{9h \cdot c}{8E_1} \quad (1) \text{ και}$$

$$E_2 - E_1 = h \cdot \nu_2 \Rightarrow \frac{E_1}{4} - E_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_2} \Rightarrow -\frac{3E_1}{4} = \frac{h \cdot c}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = -\frac{4h \cdot c}{3E_1} \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις (1) και (2) καταλήγουμε:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{-\frac{9h \cdot c}{8E_1}}{-\frac{4h \cdot c}{3E_1}} = \frac{27}{32}$$

Γ2)

$$E_2 - E_1 = \frac{E_1}{4} - E_1 = -\frac{3E_1}{4} = \frac{12}{16}|E_1| \quad (3) \text{ και}$$

$$E_4 - E_2 = \frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4} = -\frac{3E_1}{16} = \frac{3}{16}|E_1| \quad (4).$$

Από τις (3) και (4) είναι προφανής η ισχύς της ανισότητας $E_2 - E_1 > E_4 - E_2$.

Γ3)

Για κάθε ηλεκτρόνιο υπολογίζουμε, συγκριτικά, την ενέργεια της υποστιβάδας στην οποία ανήκει από το άθροισμα $\Sigma = n + \ell$.

Έτσι: $\Sigma_{\alpha} = 4 + 0 = 4$ (υποστιβάδα 4s), $\Sigma_{\beta} = 3 + 2 = 5$ (υποστιβάδα 3d),

$\Sigma_{\gamma} = 3 + 1 = 4$ (υποστιβάδα 3p) και $\Sigma_{\delta} = 3 + 2 = 5$ (υποστιβάδα 3d)

Έχοντας υπόψη ότι:

- για ίδιο άθροισμα $n + \ell$ μικρότερη ενέργεια έχει η υποστιβάδα με το μικρότερο n
- ότι παρατηρείται αναστροφή στην ενέργεια των υποστιβάδων 3d και 4s όταν η υποστιβάδα 3d αποκτήσει ηλεκτρόνια καταλήγουμε στην ακόλουθη διάταξη:

$$E_{\gamma} < E_{\beta} = E_{\delta} < E_{\alpha} .$$

ΑΣΚΗΣΗ 2. Κατά την αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από τη στιβάδα X στη στιβάδα K, εκπέμποντας φωτόνιο συχνότητας ν_1 . Κατά την αποδιέγερση ενός άλλου ατόμου υδρογόνου το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από τη στιβάδα L στη στιβάδα K, εκπέμποντας φωτόνιο συχνότητας ν_2 .

Δίνεται ότι, για τις συχνότητες ν_1 και ν_2 , ισχύει η σχέση $\nu_1 = 1,25\nu_2$.

Γ1) Να βρείτε τη στοιβάδα X.

Γ2) Στοιχείο Σ στη θεμελιώδη κατάσταση έχει εξωτερική στοιβάδα τη X, στην οποία έχει συνολικά ένα μονήρες ηλεκτρόνιο. Το στοιχείο Σ καταλύει οργανικές αντιδράσεις και σχηματίζει έγχρωμες ενώσεις. Οι αριθμοί οξειδωσης του Σ μπορεί να είναι:

- i. -1 και 2, ii. -1 και 1 iii. 0, 1 και 2

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Γ3) Να κατατάξετε με φθίνουσα σειρά τα μεγέθη των σωματιδίων:

${}_{20}\text{Ca}$, ${}_{22}\text{Ti}$, Σ και Σ^+ και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση

Γ1)

$$\text{Ισχύει ότι } E_2 = \frac{E_1}{2^2} = \frac{E_1}{4} \Rightarrow E_1 = 4E_2 \quad (1)$$

Επιπλέον για τις συχνότητες έχουμε :

$$h \cdot \nu_1 = E_x - E_1 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} h \cdot \nu_1 = E_x - 4E_2 \quad (2)$$

$$h \cdot \nu_2 = E_2 - E_1 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} h \cdot \nu_2 = E_2 - 4E_2 \Rightarrow h \cdot \nu_2 = -3E_2 \quad (3)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των (2),(3) καταλήγουμε :

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{E_x - 4E_2}{-3E_2} \Rightarrow \frac{1,25\nu_2}{\nu_2} = \frac{E_x - 4E_2}{-3E_2} \Rightarrow E_x - 4E_2 = -3,75E_2 \Rightarrow E_x = 0,25E_2 \Rightarrow$$

$$\frac{E_1}{n_x^2} = 0,25 \cdot \frac{E_1}{4} \Rightarrow n_x^2 = 16 \Rightarrow n_x = 4$$

Επομένως, το ηλεκτρόνιο ήταν στην $4^{\text{η}}$ στοιβάδα.

Γ2)

α.

Σωστό είναι το iii.

β.

Το στοιχείο Σ, αφού καταλύει οργανικές αντιδράσεις και σχηματίζει έγχρωμες ενώσεις είναι στοιχείο μετάπτωσης. Ως μέταλλο έχει θετικούς αριθμούς οξειδωσης και ως ελεύθερο στοιχείο έχει αριθμό οξειδωσης ίσο με το μηδέν. Προφανώς απορρίπτεται το i και το ii.

Γ3)

Το Σ και το Σ^+ έχουν ίδιο πυρηνικό φορτίο, αλλά το Σ^+ έχει 1 ηλεκτρόνιο λιγότερο, συνεπώς το Σ^+ έχει μικρότερη ατομική ακτίνα.

Το Σ, ως στοιχείο μετάπτωσης που ανήκει στην $4^{\text{η}}$ περίοδο θα έχει ηλεκτρόνια στη 3d υποστιβάδα. Αφού στην $4^{\text{η}}$ στιβάδα έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο θα έχει εξωτερική στιβάδα με διαμόρφωση $4s^1$. Δεδομένου ότι δεν έχει άλλα μονήρη ηλεκτρόνια η 3d υποστιβάδα θα έχει υποχρεωτικά διαμόρφωση $3d^{10}$.

Βρίσκουμε τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα από τις ηλεκτρονιακές δομές.

i. ${}_{20}\text{Ca} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$ Ανήκει στην $2^{\text{η}}$ ομάδα και στην $4^{\text{η}}$ περίοδο.

ii. ${}_{22}\text{Ti} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^2, 4s^2$ Ανήκει στην 4^η ομάδα και στην 4^η περίοδο.

iii. $\Sigma : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^1$ Ανήκει στην 11^η ομάδα και στην 4^η περίοδο.

Γνωρίζουμε ότι στην ίδια περίοδο η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά, επομένως $AA_{\text{Ca}} > AA_{\text{Ti}} > AA_{\Sigma} > AA_{\Sigma^+}$

Παρατήρηση:

Δεν είναι δυνατό να γίνουν συγκρίσεις με αναφορά στο δραστικό πυρηνικό φορτίο ανάμεσα στο Ca και το Ti γιατί, σύμφωνα με τον ορισμό του σχολικού βιβλίου, έχουν ίδιο δραστικό πυρηνικό φορτίο.

ΑΣΚΗΣΗ 3. Το στοιχείο Σ ανήκει στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα με τον ${}_{15}\text{P}$ και οι διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού του είναι: $E_{i1} = 738 \text{ KJ/mol}$, $E_{i2} = 1.451 \text{ KJ/mol}$, $E_{i3} = 7.733 \text{ KJ/mol}$ και $E_{i4} = 10.543 \text{ KJ/mol}$.

Γ1) Σε ποια ομάδα ανήκει το στοιχείο Σ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Γ2) α. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Σ.

β. Να κατατάξετε με αύξουσα σειρά τις ενέργειες πρώτου ιοντισμού των στοιχείων: Σ, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{18}\text{Ar}$ και ${}_{19}\text{K}$.

Γ3) Να υπολογίσετε την ελάχιστη συνολική ενέργεια που απαιτείται για τη μετατροπή 2 mol ιόντων $\Sigma(\text{g})^+$, από τη θεμελιώδη κατάσταση, σε ιόντα $\Sigma(\text{g})^{3+}$.

Λύση

Γ1)

Για το στοιχείο Σ παρατηρούμε το εξής μοτίβο στις τιμές των ενεργειών ιοντισμού του.

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού είναι σχετικά μικρή.

Παρατηρούμε ότι $E_{i2} - E_{i1} = 713 \text{ kJ/mol}$, (η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού είναι περίπου διπλάσια από την ενέργεια του πρώτου ιοντισμού).

Παρατηρούμε ότι $E_{i3} - E_{i2} = 6282 \text{ kJ/mol}$, (η ενέργεια τρίτου ιοντισμού είναι περίπου 5,3 φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια του δεύτερου ιοντισμού).

Παρατηρούμε ότι $E_{i4} - E_{i3} = 2810 \text{ kJ/mol}$, (η ενέργεια τέταρτου ιοντισμού είναι περίπου 1,35 φορές μεγαλύτερη της ενέργειας του τρίτου ιοντισμού).

Το συγκριτικά πολύ μεγάλο ποσό ενέργειας που απαιτείται για τον τρίτο ιοντισμό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το τρίτο ηλεκτρόνιο απομακρύνεται πολύ δύσκολα γιατί φεύγει από εσωτερική στιβάδα και μάλιστα διασπώντας τη σταθερή δομή $s^2 p^6$ (η απομάκρυνση του ηλεκτρονίου από εσωτερική d υποστιβάδα δεν απαιτεί τόσο μεγάλο ποσό ενέργειας).

Συνεπώς, το στοιχείο Σ έχει δομή $\dots 2s^2 2p^6 3s^2$ και ανήκει στην 2^η ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Γ2)

α. Το στοιχείο Σ ανήκει στη 2^η ομάδα και στην 3^η περίοδο, επομένως έχει ηλεκτρονιακή δομή Σ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, άρα $Z=12$.

β. Βρίσκουμε τη θέση των υπολοίπων στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα από τις ηλεκτρονιακές δομές τους.

${}_{15}\text{P}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, 15^η ομάδα και 3^η περίοδος.

${}_{18}\text{Ar}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, 18^η ομάδα και 3^η περίοδος.

K : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$, 1^η ομάδα και 4^η περίοδος.

Γνωρίζουμε ότι στην ίδια περίοδο η ενέργεια πρώτου ιοντισμού μειώνεται προς τα αριστερά, επομένως ισχύει, $E_{i1(\Sigma)} < E_{i1(\text{P})} < E_{i1(\text{Ar})}$.

Επίσης, στην ίδια ομάδα η ενέργεια ιοντισμού μειώνεται πηγαίνοντας προς τα κάτω. Το κάλιο είναι πιο αριστερά και πιο κάτω από το στοιχείο Σ, συνεπώς έχει μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από αυτό.

Έτσι καταλήγουμε: $E_{i1(\text{K})} < E_{i1(\Sigma)} < E_{i1(\text{P})} < E_{i1(\text{Ar})}$

Γ3)

1 mol ιόντων $\Sigma(g)^+$ απαιτεί 1451kJ για να μετατραπεί σε $\Sigma(g)^{2+}$ και άλλα 7733kJ για να μετατραπεί σε $\Sigma(g)^{3+}$. Συνολικά 9184kJ. Επομένως τα 2 mol απαιτούν 18368 kJ.

ΑΣΚΗΣΗ 4. Το στοιχείο Σ_1 είναι το πιο ηλεκτραρνητικό αλογόνο. Το στοιχείο Σ_2 έχει σε θεμελιώδη κατάσταση 9 ηλεκτρόνια με δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό $\ell = 1$. Το στοιχείο Σ_3 έχει 5 ηλεκτρόνια σε s υποστιβάδες.

Γ1) α. Να γίνει η ηλεκτρονιακή κατανομή των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

β. Να βρείτε τον ατομικό αριθμό των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

γ. Να υποδείξετε τη θέση (τομέας, περίοδος, ομάδα) στον Περιοδικό Πίνακα των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

Γ2) α. Να κατατάξετε με αύξουσα σειρά τις ενέργειες πρώτου ιοντισμού των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

β. Να κατατάξετε με αύξουσα σειρά ατομικής ακτίνας τα στοιχεία Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

Λύση

Γ1)

α. Η ηλεκτραρνητικότητα στην ίδια ομάδα αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω, άρα το Σ_1 είναι το πρώτο αλογόνο. $\Sigma_1 : 1s^2 2s^2 2p^5$

$\Sigma_2 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

$\Sigma_3 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

β. $Z_{\Sigma_1} = 9$, $Z_{\Sigma_2} = 15$ και $Z_{\Sigma_3} = 11$

γ. Το στοιχείο Σ_1 ανήκει στην 2^η περίοδο, στον p τομέα και στη 17^η ομάδα.

Το στοιχείο Σ_2 ανήκει στην 3^η περίοδο, στον p τομέα και στη 15^η ομάδα.

Το στοιχείο Σ_3 ανήκει στην 3^η περίοδο, στον s τομέα και στη 1^η ομάδα.

Γ2)

α. Γνωρίζουμε ότι στην ίδια περίοδο η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη ομάδα, στην ίδια ομάδα η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω. Το στοιχείο X της 17^{ης} ομάδας της 3^{ης} περιόδου έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από τα στοιχεία Σ_2 και Σ_3 , που βρίσκονται στην 3^η περίοδο και μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από το Σ_1 , που βρίσκεται στην ίδια ομάδα, αλλά στην 2^η περίοδο. Έτσι καταλήγουμε :

$$E_{i1(\Sigma_3)} < E_{i1(\Sigma_2)} < E_{i1(\Sigma_1)}$$

β. Η ατομική ακτίνα των στοιχείων μεταβάλλεται με την αντίστροφη σειρά από αυτή που μεταβάλλεται η ενέργεια πρώτου ιοντισμού. Συνεπώς, $AA_{\Sigma_1} < AA_{\Sigma_2} < AA_{\Sigma_3}$.

Προβλήματα - Τύπου Δ

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1. Να υπολογίσετε το μέγιστο μήκος κύματος λ που πρέπει να έχει μια ακτινοβολία, ώστε όταν προσληφθεί από το άτομο του υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση:

Δ1) Να διεγερθεί κατ' ελάχιστο

Δ2) Να ιοντιστεί κατ' ελάχιστο

Δ3) α. Να ιοντιστεί και το ηλεκτρόνιο να αποκτήσει κινητική ενέργεια ίση με τη συνολική ενέργεια που είχε στη θεμελιώδη κατάσταση.

β. Ποιο θα είναι τότε το μήκος κύματος, κατά De Broglie, του κινούμενου ηλεκτρονίου;

Δίνονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ και $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Δ4) Ένα άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη 2^η διεγερμένη κατάσταση.

α. Πόσα διαφορετικά φωτόνια μπορεί να εκπέμψει; Να υπολογίσετε τα μήκη κύματος και να τα διατάξετε κατ' αύξουσα σειρά.

β. Ποια σχέση συνδέει μεταξύ τους τις συχνότητες και τα μήκη κύματος των εκπεμπόμενων φωτονίων;

Λύση

Δ1)

Ελάχιστη διέγερση σημαίνει ότι το ηλεκτρόνιο θα μεταβεί στην αμέσως επόμενη ενεργειακά στιβάδα, δηλαδή από την 1^η θα μεταπέσει στη 2^η στιβάδα.

$$h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} = |E_2 - E_1| \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{|E_2 - E_1|} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{\left| \frac{E_1}{4} - E_1 \right|} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{-\frac{3E_1}{4}}$$

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\frac{3 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{4}} \text{ m} = 12,1 \cdot 10^{-8} \text{ m} \text{ (121 nm)}$$

Δ2)

Ελάχιστη ενέργεια ιοντισμού σημαίνει ότι το ηλεκτρόνιο θα μεταβεί σε άπειρη απόσταση έχοντας μηδενική ενέργεια

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = |E_\infty - E_1| \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{|0 - E_1|} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{-E_1} \Rightarrow \lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,18 \cdot 10^{-18}} \text{ m} = 9,08 \cdot 10^{-8} \text{ m} \text{ (90,8 nm)}$$

Δ3)

α. Το ηλεκτρόνιο θα είναι σε άπειρη απόσταση από τον πυρήνα και θα έχει ενέργεια ίση με $-E_1$.

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = |-E_{\text{τελ.}} - E_{\text{αρχ.}}| \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{|-E_1 - E_1|} \Rightarrow \lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}} \text{ m} = 4,54 \cdot 10^{-8} \text{ m} \text{ (45,4 nm)}$$

β. Αρχικά προσδιορίζουμε την ταχύτητα του ηλεκτρονίου

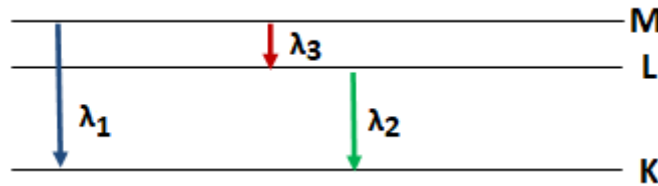
$$K = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2 \Rightarrow -E_1 = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{9 \cdot 10^{-31}} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Και μετά από τον τύπο De Broglie βρίσκουμε το ζητούμενο μήκος κύματος.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{(9 \cdot 10^{-31}) \cdot (2,2 \cdot 10^6)} \text{ m} = 0,33 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,33 \text{ nm}$$

Δ4)

α. Από τη 2^η διεγερμένη κατάσταση το ηλεκτρόνιο μπορεί να αποδιεγερθεί κατ' ευθείαν στην θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο ή με διαδοχικά άλματα εκπέμποντας δύο φωτόνια, όπως φαίνεται στο σχήμα.



$$\lambda_{1(M \rightarrow K)} = \frac{h \cdot c}{|E_1 - E_3|} = \frac{h \cdot c}{\left|E_1 - \frac{E_1}{9}\right|} = \frac{h \cdot c}{-\frac{8E_1}{9}} = -\frac{9 h \cdot c}{8 E_1} \quad (1)$$

$$\lambda_{2(L \rightarrow K)} = \frac{h \cdot c}{|E_1 - E_2|} = \frac{h \cdot c}{\left|E_1 - \frac{E_1}{4}\right|} = \frac{h \cdot c}{-\frac{3E_1}{4}} = -\frac{4 h \cdot c}{3 E_1} \quad (2)$$

$$\lambda_{3(M \rightarrow L)} = \frac{h \cdot c}{|E_2 - E_3|} = \frac{h \cdot c}{\left|\frac{E_1}{4} - \frac{E_1}{9}\right|} = \frac{h \cdot c}{-\frac{5E_1}{36}} = -\frac{36 h \cdot c}{5 E_1} \quad (3)$$

Από τις (1), (2) και (3) προκύπτει ότι $\lambda_{1(M \rightarrow K)} < \lambda_{2(L \rightarrow K)} < \lambda_{3(M \rightarrow L)}$

β. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας έχουμε:

$$\Delta E_{3 \rightarrow 1} = \Delta E_{3 \rightarrow 2} + \Delta E_{2 \rightarrow 1} \Rightarrow h \cdot v_{3 \rightarrow 1} = h \cdot v_{3 \rightarrow 2} + h \cdot v_{2 \rightarrow 1} \Rightarrow v_{3 \rightarrow 1} = v_{3 \rightarrow 2} + v_{2 \rightarrow 1}$$

Για τα μήκη κύματος θα ισχύει:

$$v_{3 \rightarrow 1} = v_{3 \rightarrow 2} + v_{2 \rightarrow 1} \Rightarrow \frac{c}{\lambda_{3 \rightarrow 1}} = \frac{c}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} + \frac{c}{\lambda_{2 \rightarrow 1}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 1}} = \frac{\lambda_{3 \rightarrow 2} + \lambda_{2 \rightarrow 1}}{\lambda_{3 \rightarrow 2} \cdot \lambda_{2 \rightarrow 1}} \Rightarrow \lambda_{3 \rightarrow 1} = \frac{\lambda_{3 \rightarrow 2} \cdot \lambda_{2 \rightarrow 1}}{\lambda_{3 \rightarrow 2} + \lambda_{2 \rightarrow 1}}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2. Το στοιχείο Σ βρίσκεται στην 4^η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και έχει τρία μονήρη ηλεκτρόνια.

Δ1) Να βρείτε σε ποιόν τομέα του Περιοδικού Πίνακα μπορεί να ανήκει.

Δ2) Αν γνωρίζετε ότι το στοιχείο Σ ανήκει στον τομέα p, να συγκρίνετε την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του Σ με τα στοιχεία ${}_{20}\text{Ca}$ και ${}_{56}\text{Ba}$ και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ3) Στην ίδια περίοδο του περιοδικού Πίνακα με το Σ βρίσκεται στοιχείο που έχει άθροισμα, σε απόλυτη τιμή, των m_s όλων των ηλεκτρονίων ίσο με 3. Να βρείτε ποιο στοιχείο είναι αυτό.

Δ4) Στην ίδια περίοδο του περιοδικού Πίνακα με το Σ βρίσκεται το στοιχείο Ψ που έχει τις εξής ενέργειες ιοντισμού: $E_{i1} = 0,59 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E_{i2} = 1,1 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E_{i3} = 4,9 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E_{i4} = 6,5 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ και $E_{i5} = 8,1 \text{ MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Να βρείτε σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει το στοιχείο Ψ.

Λύση

Δ1)

Από τα στοιχεία που ανήκουν στην 4^η περίοδο τρία μονήρη ηλεκτρόνια έχουμε στις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές:

α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$, οπότε $Z = 23$.

β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$, οπότε $Z = 27$.

γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$, οπότε $Z = 33$.

Συνεπώς, το στοιχείο Σ μπορεί να ανήκει είτε στον τομέα d είτε στον τομέα p.

Δ2)

Για τα τρία στοιχεία που εξετάζουμε έχουμε τις εξής ηλεκτρονιακές δομές:

${}_{20}\text{Ca}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

${}_{33}\text{Σ}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

${}_{56}\text{Ba}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$

Παρατηρούμε ότι τα στοιχεία ${}_{20}\text{Ca}$ και ${}_{33}\text{Σ}$ ανήκουν στην 4^η περίοδο, στην 2^η ομάδα και στην 15^η ομάδα αντίστοιχα. Αφού το ${}_{33}\text{Σ}$ βρίσκεται πιο δεξιά στην περίοδο έχει μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο και μικρότερη ατομική ακτίνα.

Παρατηρούμε ότι τα στοιχεία ${}_{20}\text{Ca}$ και ${}_{56}\text{Ba}$ ανήκουν στην 2^η ομάδα με το ${}_{56}\text{Ba}$ να βρίσκεται δύο περιόδους πιο κάτω από το ασβέστιο. Επομένως, το ${}_{56}\text{Ba}$ έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το ${}_{20}\text{Ca}$.

Συνοψίζοντας ισχύει: $AA_{\Sigma} < AA_{\text{Ca}} < AA_{\text{Ba}}$

Δ3)

$|m_s| = 3$ σημαίνει έξι μονήρη ηλεκτρόνια.

Αυτό θα μπορούσε να συμβαίνει αν έμπαιναν ηλεκτρόνια σε f υποστιβάδα, κάτι που δεν ισχύει για την 4^η περίοδο.

Συνεπώς, θα πρέπει να είναι στοιχείο που παρουσιάζει ιδιομορφία στην ηλεκτρονιακή του δομή, άρα είναι το ${}_{24}\text{Cr}$ που έχει ηλεκτρονιακή δομή:

${}_{24}\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ με $3d^5$: $\boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow}$ και $4s^1$ $\boxed{\uparrow}$.

Δ4)

Για το στοιχείο Ψ παρατηρούμε το εξής μοτίβο στις τιμές των ενεργειών ιοντισμού του.

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού είναι σχετικά μικρή.

Η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού είναι περίπου 0,85 φορές μεγαλύτερη της ενέργειας του πρώτου ιοντισμού.

Η ενέργεια τρίτου ιοντισμού είναι περίπου 4,5 φορές μεγαλύτερη της ενέργειας του δεύτερου ιοντισμού.

Η ενέργεια τέταρτου ιοντισμού είναι περίπου 1,3 φορές μεγαλύτερη της ενέργειας του τρίτου ιοντισμού.

Η ενέργεια πέμπτου ιοντισμού είναι περίπου 1,25 φορές μεγαλύτερη της ενέργειας του τέταρτου ιοντισμού.

Το συγκριτικά πολύ μεγάλο ποσό ενέργειας που απαιτείται για τον τρίτο ιοντισμό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το τρίτο ηλεκτρόνιο απομακρύνεται πολύ δύσκολα γιατί φεύγει από εσωτερική στιβάδα (διασπώντας τη σταθερή δομή $s^2 p^6$), άρα το στοιχείο Ψ έχει δύο ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα και ανήκει στην 2^η ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/04/2019

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς