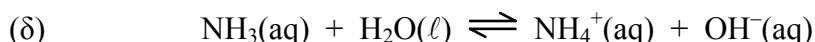
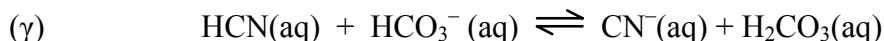
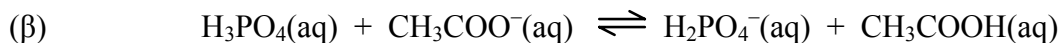
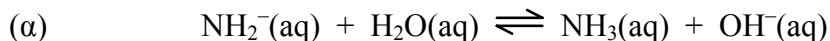


# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

## ΘΕΜΑΤΑ

1. Προβλέψτε ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις έχουν σταθερά ισορροπίας  $K_c > 1$ :



2. Σε τήγμα ιωδίου έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη ιόντων  $\text{I}_3^+$  και  $\text{I}_3^-$ .

(α) Σε ποιο από τα δύο ιόντα έχουμε τη μεγαλύτερη γωνία δεσμών;

(β) Ποιος είναι ο τύπος υβριδισμού του κεντρικού ατόμου I σε κάθε ιόν;

3. **Παρατήρηση:** Σε όλες τις περιπτώσεις, από τις πέντε επιλογές που έχετε, η μία μόνο είναι σωστή. Εδώ η αιτιολόγησή σας θα αφορά μόνο στην απάντηση που επιλέξατε ως ορθή.

(I) Ποια από τις παρακάτω χημικές οντότητες μπορεί δράσει ως οξύ κατά Lewis;

(α)  $\text{CN}^-$ , (β)  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ , (γ)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , (δ)  $\text{BeCl}_2$ , (ε)  $\text{CaO}$

(II) Ένα από τα υδατικά διαλύματα των ακόλουθων ενώσεων έχει  $\text{pH} < 7$ . Ποιο είναι αυτό;

(α)  $\text{Na}_2\text{S}$ , (β)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , (γ)  $\text{KClO}_4$ , (δ)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , (ε)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

(III) Ποια από τις παρακάτω ενώσεις έχει το υψηλότερο σημείο ζέσεως;

(α)  $\text{HCl}$ , (β)  $\text{PH}_3$ , (γ)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , (δ)  $\text{CF}_4$ , (ε)  $\text{H}_2\text{S}$

(IV) Ποια από τις ακόλουθες χημικές οντότητες μπορεί να δράσει μόνο ως βάση κατά Brønsted – Lowry;

(α)  $\text{S}^{2-}$ , (β)  $\text{H}_2\text{S}$ , (γ)  $\text{HS}^-$ , (δ)  $\text{H}^+$ , (ε)  $\text{HSO}_3^-$

4. Υπολογίστε το pH ενός διαλύματος μυρμηκικού καλίου 0,53 M.

5. Δίνεται η σύμπλοκη ένωση  $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ . Πώς ονομάζεται η ένωση; Γνωρίζοντας ότι η ένωση είναι διαμαγνητική, ποια δομή περιμένετε να έχει το σύμπλοκο ιόν;

6. Για τις χημικές οντότητες  $\text{CF}$  και  $\text{CF}^+$ , σχεδιάστε τα ενεργειακά διαγράμματα MO και δικαιολογήστε βάσει αυτών τα παρατηρούμενα μήκη δεσμών 139 pm και 128 pm, αντίστοιχα.

7. (α) Γράψτε τη δομή Lewis για το μόριο του φθοριδίου του αντιμονίου(III),  $\text{SbF}_3$ .

(β) Προβλέψτε τη γεωμετρία του μορίου.

(γ) Βρείτε τα υβριδικά τροχιακά που χρησιμοποιεί το κεντρικό άτομο.

(δ) Προβλέψτε την πολικότητα του μορίου. (Σχεδιάστε το μόριο, τις επιμέρους διπολικές ροπές, καθώς και τη συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου.)

8. Συμπληρώστε τα κενά:

(α) Το ιόν  ${}^{132}_{54}\text{X}^+$  έχει ..... πρωτόνια, ..... νετρόνια και ..... ηλεκτρόνια. Το σύμβολο και το όνομα του στοιχείου είναι .....

(β) Πριν τελειώσει ο προσδιορισμός της σκληρότητας του νερού με EDTA, μέσα στο ογκομετρούμενο δείγμα του νερού υπάρχουν τα σύμπλοκα ιόντα .....

Η χρωματική αλλαγή οφείλεται στην απελευθέρωση του δείκτη, λόγω καταστροφής του συμπλόκου .....

(γ) Το φυσικό ισοτοπικό μίγμα ενός στοιχείου έχει μάζα 2,95 φορές μεγαλύτερη από αυτή του ισότοπου  ${}^{12}\text{C}$ . Η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου είναι ..... και το στοιχείο ονομάζεται .....

(δ) Από την προσθήκη των ενώσεων  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HClO}_4$  και  $\text{HCl}$  σε κορεσμένο διάλυμα  $\text{KClO}_4$ , μόνο οι ενώσεις ..... μπορούν να οδηγήσουν στην αποβολή ιζήματος. Το ίζημα έχει τον τύπο ..... και ονομάζεται .....

Το φαινόμενο ονομάζεται .....

9. Με πόση ταχύτητα πρέπει να κινείται ένα νετρόνιο για να έχει μήκος κύματος 10,0 pm;

10. Ποια είναι σωστή και ποια λάθος από τις παρακάτω προτάσεις; Σε κάθε περίπτωση να δοθεί μια σύντομη εξήγηση (4-6 σειρές).

Πρόταση	Σωστό	Λάθος
(α) Η διαφορά ανάμεσα στα $2p_x$ και $2p_y$ τροχιακά είναι μόνο στον προσανατολισμό.		
(β) Ο συνολικός αριθμός των $s$ ηλεκτρονίων στο άτομο του Si είναι 4.		
(γ) Από τις χημικές οντότητες του θείου, $\text{S}^+$ , $\text{S}$ και $\text{S}^-$ , τα περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια έχει η $\text{S}^-$ .		
(δ) Ο φλοιός M έχει 4 υποφλοιούς.		
(ε) Από τους χαρακτηρισμούς των τροχιακών $2d$ , $4p$ , $9s$ , $3f$ και $6d$ , μόνο ο $2d$ είναι εσφαλμένος.		

Όσα δεδομένα χρειάζεσθε, υπάρχουν στο βιβλίο σας. Γράφετε ευανάγνωστα και καθαρά! Όλες οι απαντήσεις να είναι επαρκώς αιτιολογημένες!!! **Απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση δεν λαμβάνονται υπ' όψιν.** Δώστε προσοχή στα σημαντικά ψηφία των αριθμητικών αποτελεσμάτων!

☺ Καλή επιτυχία.

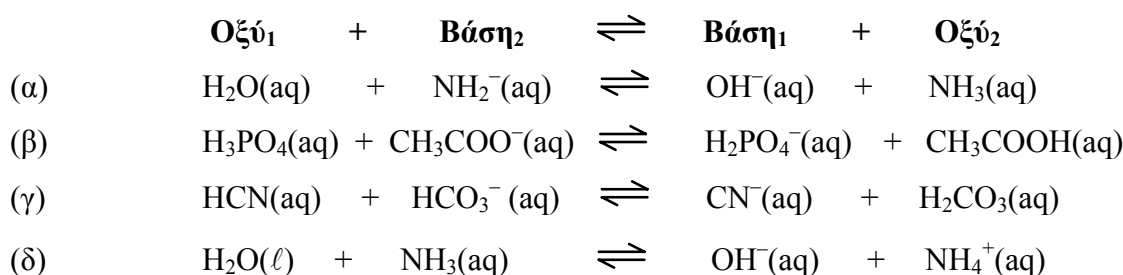
## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Η  $K_c$ , π.χ. για την ισορροπία (α), είναι  $K_c = \frac{[\text{NH}_3][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_2^-][\text{H}_2\text{O}]}$

$K_c > 1$  σημαίνει ότι ο αριθμητής είναι μεγαλύτερος από τον παρονομαστή και άρα η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά. Φυσικά ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή, αν μια ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, τότε έχουμε  $K_c > 1$ .

Σε μια δεδομένη οξεοβασική αντίδραση, η θέση της ισορροπίας είναι μετατοπισμένη προς την πλευρά του ασθενέστερου οξέος (ή βάσεως). Θα πρέπει λοιπόν να καθορίσουμε τις συζυγίες οξέων – βάσεων και να βρούμε σε κάθε ισορροπία ποιο είναι το ασθενέστερο οξύ (ή η ασθενέστερη βάση).

Σύμφωνα με τη σχετική θεωρία, θα είναι:



Από τον Πίνακα (Σχετική ισχύς οξέων και βάσεων) προκύπτει:

- (α)  $\text{NH}_3$  (ως οξύ)  $< \text{H}_2\text{O} \Rightarrow$  ισορροπία προς τα δεξιά  $\Rightarrow K_c > 1$
- (β)  $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_3\text{PO}_4 \Rightarrow$  ισορροπία προς τα δεξιά  $\Rightarrow K_c > 1$
- (γ)  $\text{HCN} < \text{H}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$  ισορροπία προς τα αριστερά  $\Rightarrow K_c < 1$
- (δ)  $\text{H}_2\text{O} < \text{NH}_4^+ \Rightarrow$  ισορροπία προς τα αριστερά  $\Rightarrow K_c < 1$

2. Θα εφαρμόσουμε τη θεωρία VSEPR προκειμένου να βρούμε πρώτα τη γεωμετρία των ιόντων και κατόπιν τον τύπο του υβριδισμού. Επειδή το ιώδιο ανήκει στην Ομάδα VIIA, τα ιόντα  $\text{I}_3^+$  και  $\text{I}_3^-$  θα έχουν 20 και 22 ηλεκτρόνια σθένους, αντίστοιχα. Οι δομές Lewis αυτών θα είναι:

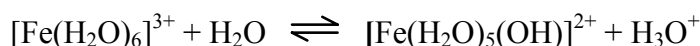


(α) Παρατηρούμε ότι το ιόν  $\text{I}_3^+$  ανήκει στο γενικό τύπο  $\text{AB}_2\text{E}_2$  και συνεπώς είναι *κεκαμμένο (γωνιακό)* και έχει γωνία δεσμών I–I–I  $< 180^\circ$ . Το  $\text{I}_3^-$  ανήκει στο γενικό τύπο  $\text{AB}_2\text{E}_3$  και συνεπώς είναι *γραμμικό* και έχει γωνία δεσμών I–I–I  $= 180^\circ$ . Άρα, τη μεγαλύτερη γωνία δεσμών I–I–I έχουμε στο ανιόν  $\text{I}_3^-$ .

(β) Η γεωμετρία των 4 ηλεκτρονικών ζευγών γύρω από το κεντρικό άτομο I στο  $\text{I}_3^+$  είναι *τετραεδρική* και επομένως ο υβριδισμός αυτού του ατόμου είναι  $sp^3$ . Στο ιόν  $\text{I}_3^-$ , το κεντρικό άτομο I περιβάλλεται από 5 ηλεκτρονικά ζεύγη των οποίων ο προσανατολισμός είναι *τριγωνικός διπυραμιδικός*. Άρα, ο υβριδισμός του κεντρικού I είναι του τύπου  $sp^3d$ .

3. (I) (δ)  $\text{BeCl}_2$  [Το κεντρικό άτομο, Be, έχει ασυμπλήρωτη οκτάδα και μπορεί να δεχθεί ζεύγη ηλεκτρονίων, π.χ.  $\text{BeCl}_2 + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{BeCl}_4^{2-}$ ]

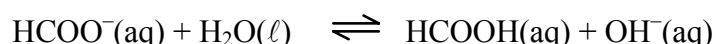
(II) (β)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  [Είναι άλας που προέρχεται από την εξουδετέρωση ασθενούς βάσεως,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , από ισχυρό οξύ,  $\text{HNO}_3$ . Άρα, υδρολύεται το κατιόν παράγοντας ιόντα  $\text{H}_3\text{O}^+$  :



(III) (γ)  $\text{CH}_3\text{OH}$  (Λόγω της δυνατότητας σχηματισμού δεσμών υδρογόνου)

(IV) (α)  $\text{S}^{2-}$  (Το ιόν αυτό μόνο ως πρωτονιοδέκτης μπορεί να δράσει, δηλαδή μόνο ως βάση κατά Brønsted – Lowry, αφού δεν διαθέτει κανένα ιοντίσιμο πρωτόνιο).

4. Το μυρμηκικό κάλιο,  $\text{HCOOK}$ , προέρχεται θεωρητικά από την εξουδετέρωση ασθενούς οξέος ( $\text{HCOOH}$ ) από ισχυρή βάση ( $\text{KOH}$ ). Άρα, υδρολύεται το ανιόν  $\text{HCOO}^-$  και το διάλυμα θα είναι βασικό:



Η σταθερά υδρολύσεως  $K_h$  είναι  $K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{K_w}{K_a}$

Επειδή  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$  και  $K_a(\text{HCOOH}) = 1,8 \times 10^{-4}$ , θα είναι

$$K_h = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-4}} = 5,6 \times 10^{-11}$$

Αν συμβολίσουμε με  $x$  τις συγκεντρώσεις  $[\text{HCOOH}]$  και  $[\text{OH}^-]$  στη θέση ισορροπίας, τότε η συγκέντρωση  $[\text{HCOO}^-]$  θα είναι  $0,53 - x$  και επειδή η  $K_h$  είναι πολύ μικρή, το  $x$  θα είναι επίσης πολύ μικρό και γι' αυτό  $0,53 - x \cong 0,53$ . Αντικαθιστώντας τις τιμές αυτές στην έκφραση της σταθεράς υδρολύσεως θα έχουμε:

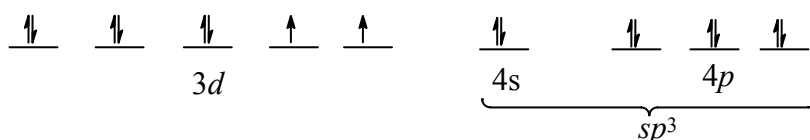
$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{x \cdot x}{0,53} = 5,6 \times 10^{-11} \Rightarrow x = 5,4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 5,4 \times 10^{-6} \text{ M} \quad \text{και} \quad \text{pOH} = 6 - \log 5,4 = 5,27$$

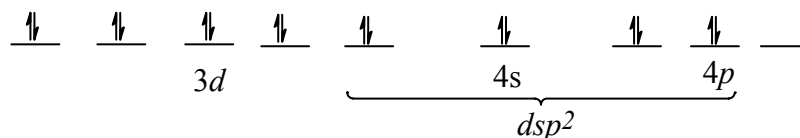
$$\text{άρα} \quad \text{pH} = 14,00 - 5,27 = 8,73$$

5. Το φορτίο του συμπλόκου ιόντος είναι  $-2$ . Αν  $x$  ο αριθμός οξείδωσης του  $\text{Ni}$ , τότε, επειδή ο κάθε υποκαταστάτης *κυανο* ( $\text{CN}^-$ ) έχει φορτίο  $-1$ , θα ισχύει  $x + 4(-1) = -2$ . Άρα  $x = +2$ , πρόκειται δηλαδή για σύμπλοκο του ιόντος  $\text{Ni}^{2+}$ . Η ένωση αυτή ονομάζεται *τετρακυανονικελικό(II) νάτριο*.

Το ιόν  $\text{Ni}^{2+}$  έχει ηλεκτρονική δομή  $[\text{Ar}]3d^8$ . Επειδή το  $\text{Ni}^{2+}$  ενώνεται με 4 υποκαταστάτες θα πρέπει να διαθέτει 4 κενά υβριδικά τροχιακά στο φλοιό σθένους. Υπάρχουν δύο δυνατότητες υβριδισμού, προκειμένου να δημιουργηθούν τα 4 κενά τροχιακά: υβριδισμός του  $4s$  με τα τρία  $4p$  τροχιακά και υβριδισμός ενός  $3d$  με το  $4s$  και δύο  $4p$  τροχιακά. Ο πρώτος υβριδισμός ( $sp^3$ ) δίνει την εξής εικόνα:



Ο δεύτερος υβριδισμός ( $dsp^2$ ) δίνει την ακόλουθη εικόνα:

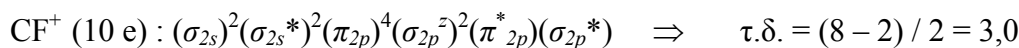
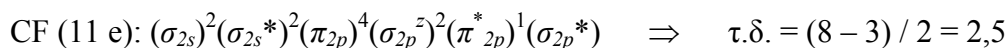


Επειδή δίνεται ότι η ένωση είναι διαμαγνητική, δηλαδή δεν διαθέτει κανένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο, από τους δύο τύπους υβριδισμού επιλέγουμε τον δεύτερο, δηλαδή τον  $dsp^2$ , στον οποίο δεν υπάρχουν ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Ο υβριδισμός  $dsp^2$  συνεπάγεται *επίπεδη τετραγωνική* δομή.

*Παρατήρηση:* Σύμφωνα με τη θεωρία του κρυσταλλικού πεδίου και το Σχήμα 23.26 (B) (Σελ. 1026), ένα ιόν με αριθμό συντάξεως 4 και με 8  $d$  ηλεκτρόνια, όπως το  $Ni(CN)_4^{2-}$ , για να είναι διαμαγνητικό πρέπει υποχρεωτικά να είναι επίπεδο τετραγωνικό. Αν ήταν τετραεδρικό, τότε, σύμφωνα με το Σχήμα 23.26 (A), θα έπρεπε να ήταν και παραμαγνητικό με δύο ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

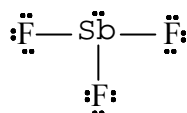
6. Τα άτομα C και F έχουν 4 και 7 ηλεκτρόνια σθένους, αντίστοιχα. Άρα, οι χημικές οντότητες CF, και  $CF^+$  έχουν 11 και 10 ηλεκτρόνια σθένους, αντίστοιχα.

Θα εφαρμόσουμε τη θεωρία μοριακών τροχιακών. Σύμφωνα με το Παράδειγμα 10.8 (Σελ. 425) που ισχύει για ετεροπυρηνικά διατομικά μόρια, έχουμε τις ακόλουθες ηλεκτρονικές δομές:



Επειδή, όσο μεγαλύτερη είναι η τάξη ενός δεσμού (τ.δ.), τόσο μικρότερο είναι το μήκος του, ο δεσμός C–F στη χημική οντότητα  $CF^+$  αναμένεται να είναι βραχύτερος από το δεσμό C–F στη χημική οντότητα CF.

7. (α) Το κεντρικό άτομο Sb ανήκει στην Ομάδα VA και έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους. Για τα περιφερειακά άτομα F ισχύει ο κανόνας της οκτάδας. Συνεπώς, η δομή Lewis του  $SbF_3$  είναι:



(β) Από τη δομή Lewis συμπεραίνουμε ότι το μόριο αυτό είναι του γενικού τύπου  $AB_3E$  και συνεπώς έχει γεωμετρία τριγωνικής πυραμίδας.

(γ) Σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR, ο προσανατολισμός των 4 ηλεκτρονικών ζευγών (3 δεσμικά + 1 μονήρες) γύρω από το άτομο Sb είναι τετραεδρικός. Άρα, το κεντρικό άτομο χρησιμοποιεί υβριδικά τροχιακά του τύπου  $sp^3$ .

(δ) Το ζητούμενο σχήμα είναι ανάλογο του Σχήματος 10.20 (Σελ. 407), στο οποίο απεικονίζεται το μόριο  $NF_3$  με τις επιμέρους διπολικές ροπές. Επειδή  $\chi_F > \chi_{Sb}$ , η συνισταμένη

διπολική ροπή θα είναι  $\mu_{ολ} \neq 0$  και θα έχει φορά αντίθετη από αυτή του μονήρους ηλεκτρονικού ζεύγους του ατόμου Sb.

**8.** Στηριζόμενοι στους σχετικούς ορισμούς που δίνονται στις ενότητες του κειμένου, συμπληρώνουμε τα κενά ως εξής:

(α) Το ιόν  ${}^{132}_{54}\text{X}^+$  έχει **54** πρωτόνια, **78** νετρόνια και **53** ηλεκτρόνια. Το σύμβολο και το όνομα του στοιχείου είναι **Xe (ξένο)**.

(54 Πρωτόνια σημαίνει ατομικός αριθμός 54. Άρα πρόκειται για το 54ο στοιχείο του Π.Π. Το ένα θετικό φορτίο υποδηλώνει ότι έχουμε ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο σε σχέση με το ουδέτερο άτομο).

(β) Πριν τελειώσει ο προσδιορισμός της σκληρότητας του νερού με EDTA, μέσα στο ογκομετρούμενο δείγμα του νερού υπάρχουν τα σύμπλοκα ιόντα  $[\text{CaY}]^{2-}$ ,  $[\text{MgY}]^{2-}$ ,  $[\text{CaIn}]^-$  και  $[\text{MgIn}]^-$ .

Η χρωματική αλλαγή οφείλεται στην απελευθέρωση του δείκτη, λόγω καταστροφής του συμπλόκου

$[\text{MgIn}]^-$ . (Εργαστηριακή Άσκηση 3.21, "Σκληρότητα νερού, Συμπλοκομετρικές ογκομετρήσεις".)

(γ) Το φυσικό ισοτοπικό μίγμα ενός στοιχείου έχει μάζα 2,95 φορές μεγαλύτερη από αυτή του ισότοπου  ${}^{12}\text{C}$ . Η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου είναι **35,4** και το στοιχείο ονομάζεται **χλώριο (Cl)**

(Εξ ορισμού, η σχετική ατομική μάζα του ζητούμενου στοιχείου είναι  $2,95 \times 12,00 = 35,4$ .)

(δ) Από την προσθήκη των ενώσεων NaCl, KCl, HClO<sub>4</sub> και HCl σε κορεσμένο διάλυμα KClO<sub>4</sub>, μόνο οι ενώσεις **KCl** και **HClO<sub>4</sub>** μπορούν να οδηγήσουν στην αποβολή ιζήματος. Το ίζημα έχει τον τύπο **KClO<sub>4</sub>** και ονομάζεται **υπερχλωρικό κάλιο**.

Το φαινόμενο ονομάζεται **επίδραση κοινού ιόντος**. (Εργαστηριακή Άσκηση 3.16, "Γινόμενο διαλυτότητας".)

**9.** Θα εφαρμόσουμε την εξίσωση του de Broglie

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

Είναι  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$  και επειδή  $1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ , έχουμε  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ .

Επίσης, είναι  $\lambda = 10,0 \text{ pm} = 1,00 \times 10^{-11} \text{ m}$  και μάζα νετρονίου  $m = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

Αντικαθιστώντας τις τιμές αυτές στην εξίσωση του  $\lambda$ , βρίσκουμε

$$v = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}}{(1,00 \times 10^{-11} \text{ m})(1,675 \times 10^{-27} \text{ kg})} = 3,96 \times 10^4 \text{ m/s}$$

**10.** (α) Σωστό. Οι διαφορές ανάμεσα στα τροχιακά εντοπίζονται βασικά στην *ενέργεια*, στο *μέγεθος*, το *σχήμα* και στον *προσανατολισμό*. Ενέργεια και μέγεθος καθορίζονται από τον κβαντικό αριθμό  $n$ , ενώ σχήμα και προσανατολισμός από τους κβαντικούς αριθμούς  $\ell$  και  $m_\ell$ ,

αντίστοιχα. Τα δεδομένα τροχιακά έχουν το ίδιο  $n$  ( $=2$ ), το ίδιο  $\ell$  ( $=1$ ) και διαφέρουν μόνο στο  $m_\ell$ , δηλαδή στον προσανατολισμό.

(β) Λάθος. Η ηλεκτρονική δομή του ατόμου Si είναι  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ . Άρα, ο συνολικός αριθμός των  $s$  ηλεκτρονίων στο άτομο Si είναι 6.

(γ) Λάθος. Το άτομο του θείου (S) έχει την ηλεκτρονική δομή  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ . Άρα, η χημική οντότητα S διαθέτει 2 ασύζευκτα ηλεκτρόνια στον υποφλοιό  $3p$ , ο οποίος αποτελείται από τρία τροχιακά και "χωράει" το πολύ 6 ηλεκτρόνια.

Το ιόν  $S^+$  έχει ένα ηλεκτρόνιο  $3p$  λιγότερο από το S. Άρα, το  $S^+$  διαθέτει 3 ασύζευκτα ηλεκτρόνια στον υποφλοιό  $3p$  (ένα ηλεκτρόνιο σε καθένα από τα τροχιακά  $3p$ , κανόνας του Hund).

Το ιόν  $S^-$  έχει ένα ηλεκτρόνιο  $3p$  παραπάνω από το S. Άρα, το  $S^-$  διαθέτει μόνο ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο στον υποφλοιό  $3p$ .

(δ) Λάθος. Η αντιστοιχία φλοιών K, L, M, ... και τιμών  $n$  (κύριου κβαντικού αριθμού) είναι  
K ( $n = 1$ ), L ( $n = 2$ ), M ( $n = 3$ ), N ( $n = 4$ ) κ.ο.κ.

Ο αριθμός των υποφλοιών ( $s, p, d, f$ ) δίνεται από το σύνολο των δυνατών τιμών του κβαντικού αριθμού  $\ell$ . Για  $n = 3$  (φλοιός M), οι δυνατές τιμές του  $\ell$  είναι 0, 1 και 2, δηλαδή έχουμε τρεις τιμές και άρα τρεις υποφλοιούς.

(ε) Λάθος. Εκτός από τον  $2d$ , εσφαλμένος είναι και ο χαρακτηρισμός  $3f$ . Για να έχουμε  $f$  τροχιακά, θα πρέπει να είναι  $\ell = 3$  και άρα ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 4.