

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΠΡΟΟΔΟΥ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

1. Πώς συμβολίζεται ο υποφλοιός με $n = 7$ και $\ell = 4$;
2. Υπολογίστε το μήκος κύματος ενός πρωτονίου που κινείται με ταχύτητα 7,30 km/s. Σε ποια περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος αντιστοιχεί αυτό το μήκος κύματος;
3. Σε ποια μετάπτωση του ηλεκτρονίου του ατόμου H οφείλεται η γραμμή Lyman, η οποία έχει μήκος κύματος $9,50 \times 10^{-8}$ m;
4. Από τη θέση που έχει το στοιχείο ιώδιο στον Π.Π. και μόνο, βρείτε την ηλεκτρονική δομή του φλοιού σθένους του στοιχείου.
5. Ποιο από τα στοιχεία Se, Br και I έχει
 - (α) τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού,
 - (β) τη μεγαλύτερη ηλεκτρονική συγγένεια και
 - (γ) τη μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα;
 - (δ) τη μικρότερη ατομική ακτίνα;
6. Πόση ενέργεια εκλύεται όταν 2,00 g ατόμων Br(g) προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια για να δώσουν ιόντα Br⁻(g);
7. Γράψτε την ηλεκτρονική δομή του ιόντος V³⁺. Είναι το ιόν αυτό παραμαγνητικό ή διαμαγνητικό;
8. Ποιο από τα ιόντα Cs⁺ και Γ⁻ είναι μεγαλύτερο;
9. (α) Γράψτε τον τύπο Lewis για τις ενώσεις SF₂ και GaCl₃.
(β) Εμφανίζει κάποια από αυτές διπολική ροπή;
(γ) Τι είδους υβριδικά τροχιακά χρησιμοποιεί το κεντρικό άτομο σε καθεμία ένωση;
10. Γράψτε τύπους συντονισμού για το χλωρικό ιόν, σημειώνοντας και τα τυπικά φορτία.
11. Χρησιμοποιώντας διαγράμματα MO, βρείτε σε ποια από τις χημικές οντότητες N₂, N₂⁺ και N₂⁻, ο δεσμός άζωτο-άζωτο έχει το μεγαλύτερο μήκος και σε ποια τη μικρότερη ενέργεια.

(Ανεκτέλεστες αριθμητικές πράξεις και απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση δεν λαμβάνονται υπ' όψιν. Δώστε προσοχή στα σημαντικά ψηφία)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Το $\ell = 4$ αντιστοιχεί στο γράμμα g (σελίδα 297). Ο κύριος κβαντικός αριθμός n τίθεται μπροστά στο γράμμα που χαρακτηρίζει τον υποφλοιό και έτσι ο ζητούμενος συμβολισμός είναι 7g.
2. Χρησιμοποιούμε την εξίσωση του de Broglie ($\lambda = h/mv$), όπου m η μάζα του πρωτονίου ($1,67262 \times 10^{-27}$ kg), v η ταχύτητα του πρωτονίου ($7,30$ km/s = $7,30 \times 10^3$ m/s) και h η σταθερά του Planck ($h = 6,626 \times 10^{-34}$ kg · m²/s):

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}}{(1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times (7,30 \times 10^3 \text{ m/s})} = 5,427 \times 10^{-11} \text{ m} = 5,43 \times 10^{-11} \text{ m} (54,3 \text{ pm})$$

Το μήκος κύματος των 5,43 pm εμπίπτει στην περιοχή των ακτίνων X του φάσματος.

3. Χρησιμοποιούμε τον τύπο $\frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{hc} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$ (σελίδα 286)

Ζητείται το n_i . Για τις γραμμές Lyman, $n_f = 1$. Επίσης έχουμε: $\lambda = 9,50 \times 10^{-8}$ m, $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J·s, $c = 2,998 \times 10^8$ m/s και $R_H = 2,179 \times 10^{-18}$ J. Με μετατροπή του τύπου και αντικατάσταση παίρνουμε:

$$\frac{1}{n_i^2} = \frac{1}{n_f^2} - \frac{hc}{\lambda R_H} = 1 - \frac{(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(9,50 \times 10^{-8} \text{ m})(2,179 \times 10^{-18} \text{ J})} = 0,0404 \Rightarrow n_i = 4,975 \text{ ή } 5$$

Άρα, η δεδομένη γραμμή οφείλεται στη μετάπτωση από $n_i = 5$ σε $n_f = 1$.

4. Το ιώδιο είναι αλογόνο και ανήκει στον τομέα p, στην Ομάδα VIIA και στην 5η Περίοδο. Ο φλοιός σθένους των αλογόνων έχει την ηλεκτρονική δομή ns^2np^5 (σελίδα 339). Για το ιώδιο είναι $n = 5$. Άρα, η ηλεκτρονική δομή του φλοιού σθένους του στοιχείου είναι $5s^25p^5$.

5. Γενικά, μέσα σε μια περίοδο του Π.Π. από αριστερά προς τα δεξιά και μέσα σε μια ομάδα από κάτω προς τα επάνω, η ενέργεια ιοντισμού, η ηλεκτρονική συγγένεια (αρνητικές τιμές) και η ηλεκτραρνητικότητα **αυξάνονται**, ενώ οι ατομικές ακτίνες **ελαττώνονται**. Στον Π.Π., το Se βρίσκεται αριστερά του Br (στην ίδια περίοδο) και το I βρίσκεται κάτω από το Br (στην ίδια ομάδα). Επομένως, το Br που βρίσκεται επάνω και δεξιά έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού, τη μεγαλύτερη ηλεκτρονική συγγένεια, τη μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα και τη μικρότερη ατομική ακτίνα.

6. Πρόκειται για τη μετατροπή: $\text{Br}(g) + e^- \rightarrow \text{Br}^-(g) \quad \Delta H = ;$
Μετατρέπουμε τα 2,00 g Br σε moles Br. Κατόπιν, κάνουμε τη μετατροπή των moles Br σε ενέργεια χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική συγγένεια του Br (-325 kJ/mol).

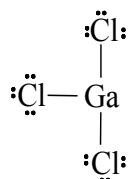
$$\text{Moles Br: } 2,00 \text{ g Br} \times \frac{1 \text{ mol Br}}{79,904 \text{ g Br}} = 0,02503 \text{ mol Br}$$

$$0,02503 \text{ mol Br} \times \frac{-325 \text{ kJ}}{1 \text{ mol Br}} = -8,13 \text{ kJ}$$

7. Η ηλεκτρονική δομή του ατόμου V είναι $[Ar]3d^34s^2$. Για να βρούμε τη δομή του V^{3+} αφαιρούμε τα δύο εξώτερα ηλεκτρόνια $4s$ και ένα από τα ηλεκτρόνια $3d$. Έτσι, η δομή του V^{3+} είναι $[Ar]3d^2$. Το ιόν αυτό διαθέτει δύο ασύζευκτα ηλεκτρόνια και συνεπώς είναι παραμαγνητικό.

8. Το Cs έχει ατομικό αριθμό 55 και το I έχει 53. Το ιόν Cs^+ έχει 54 e, όπως και το ιόν I. Άρα είναι ισοηλεκτρονικά (δομή Xe). Σε μια σειρά ισοηλεκτρονικών ιόντων, μεγαλύτερο είναι αυτό που έχει το μικρότερο ατομικό αριθμό. Εν προκειμένω μεγαλύτερο είναι το ιόν I.

9. (α) Στο SF_2 (διφθορίδιο του θείου), κεντρικό άτομο θα είναι το άτομο S, ως λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το F. Τα ηλεκτρόνια σθένους είναι 6 (από το S) και $2 \times 7 = 14$ (από τα δύο άτομα F), δηλαδή συνολικά 20 (10 ζεύγη). Η σκελετική δομή είναι F–S–F. Κατανέμουμε 3 HZ σε κάθε άτομο F (κανόνας οκτάδας). Έτσι, από τα 10 HZ περισσεύουν 2, τα οποία τα τοποθετούμε γύρω από το S \Rightarrow τύπος Lewis SF_2



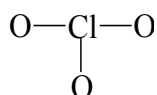
Με ανάλογο τρόπο βρίσκουμε για το $GaCl_3$ τον τύπο Lewis

(β) Το μόριο SF_2 ανήκει στο γενικό τύπο AB_2E_2 και επομένως είναι γωνιακό (κεκαμμένο). Επειδή οι δεσμοί S–F είναι πολωμένοι ($\Delta X \neq 0$), το μόριο αυτό θα εμφανίζει διπολική ροπή (πολικό μόριο). Το μόριο $GaCl_3$ είναι του γενικού τύπου AB_3 και έχει επίπεδη τριγωνική γεωμετρία. Οι δεσμοί Ga–Cl είναι πολωμένοι, όμως λόγω συμμετρίας, εδώ δεν εμφανίζεται διπολική ροπή (μόριο απολικό).

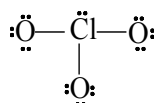
(γ) Το μόριο SF_2 ανήκει στο γενικό τύπο AB_2E_2 . Επειδή γύρω από το κεντρικό άτομο (S) υπάρχουν 4 HZ, ο υβριδισμός του S είναι του τύπου sp^3 .

Το μόριο $GaCl_3$ είναι του γενικού τύπου AB_3 . Επειδή γύρω από το κεντρικό άτομο (Ga) υπάρχουν 3 HZ, ο υβριδισμός του Ga είναι του τύπου sp^2 .

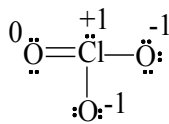
10. Στο ιόν ClO_3^- , κεντρικό άτομο θα είναι το άτομο Cl, ως λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το O. Τα ηλεκτρόνια σθένους είναι 7 (από το Cl), $3 \times 6 = 18$ (από τα τρία άτομα O) και 1 από το φορτίο, δηλαδή συνολικά 26 (13 ζεύγη). Η σκελετική δομή του ιόντος ClO_3^- είναι



Κατανέμουμε 3 HZ σε κάθε άτομο O (κανόνας οκτάδας). Έτσι, από τα 13 HZ περισσεύει 1, το οποίο τοποθετούμε γύρω από το Cl \Rightarrow τύπος Lewis



Το τυπικό φορτίο για κάθε άτομο O είναι $6 - 7 = -1$, και για το άτομο Cl, $7 - 5 = +2$. Επειδή το +2 είναι υψηλό τ.φ., σχηματίζουμε ένα διπλό δεσμό O–Cl, οπότε το τ.φ. του Cl γίνεται +1 και ο πιο πιθανός τύπος Lewis είναι



Οι τύποι συντονισμού για το χλωρικό ιόν είναι $\ddot{O}=\ddot{Cl}-\ddot{O}: \longleftrightarrow :\ddot{O}-\ddot{Cl}=\ddot{O}: \longleftrightarrow :\ddot{O}-\ddot{Cl}=\ddot{O}:$

11. Η δομή μοριακών τροχιακών (MO) του N_2 είναι $KK(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^2$
 Το N_2^+ έχει ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο από το N_2 και δομή MO $KK(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^1$
 Το N_2^- έχει ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο από το N_2 και δομή MO
 $KK(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^2(\pi_{2p}^*)^1$

\Rightarrow Τάξη δεσμού στο N_2 : $\frac{1}{2} (8 - 2) = 3$

Τάξη δεσμού στο N_2^+ : $\frac{1}{2} (7 - 2) = 2,5$

Τάξη δεσμού στο N_2^- : $\frac{1}{2} (8 - 3) = 2,5$

Όταν η τάξη δεσμού μικραίνει, το μήκος του δεσμού μεγαλώνει και η ενέργεια δεσμού ελαττώνεται. Συνεπώς, στα ιόντα N_2^+ και N_2^- ο δεσμός N-N έχει το μεγαλύτερο μήκος και τη μικρότερη ενέργεια.