

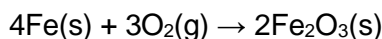
## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ (ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΒΙΒΛΙΑ)

### ΘΕΜΑΤΑ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Ο σιδηροβάμβακας είναι σίδηρος σε μορφή πολύ λεπτού σύρματος και σε ατμόσφαιρα οξυγόνου καίγεται προς οξειδίο του σιδήρου(III). Σε κάποιο πείραμα, 2,40 g σιδηροβάμβακα αντιδρούν με 3,75 g οξυγόνου. Η απόδοση σε οξειδίο του σιδήρου(III) είναι 3,28 g. Διατυπώστε τη χημική εξίσωση και υπολογίστε την εκατοστιαία απόδοση της αντίδρασης.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση για την αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:



Τώρα βρίσκουμε ποιο από τα δύο αντιδρώντα είναι το περιοριστικό αντιδρών υπολογίζοντας τα moles του οξειδίου του σιδήρου(III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , που θα σχημάτιζε το καθένα από αυτά, αν ήταν το περιοριστικό αντιδρών. Αυτό που δίνει τη μικρότερη ποσότητα  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  είναι το περιοριστικό αντιδρών. Από τα moles  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  υπολογίζουμε τη θεωρητική απόδοση σε  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Κατόπιν υπολογίζουμε την εκατοστιαία απόδοση.

$$2,40 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55,845 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol Fe}} = 0,02149 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

$$3,75 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32,0 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{3 \text{ mol O}_2} = 0,07813 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

Περιοριστικό αντιδρών είναι ο Fe. Η θεωρητική απόδοση σε  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  είναι

$$0,02149 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{159,69 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{\text{mol Fe}_2\text{O}_3} = 3,432 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

Η εκατοστιαία απόδοση είναι:

$$\% \text{ απόδοση} = \frac{\text{πραγματική απόδοση}}{\text{θεωρητική απόδοση}} \times 100\% = \frac{3,28 \text{ g}}{3,432 \text{ g}} = 0,9557 \times 100\% = 95,57\% \text{ ή } \mathbf{95,6\%}$$

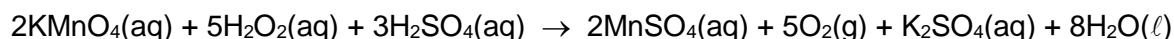
2. Το υπεροξειδίο του υδρογόνου είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό. Όμως, σε θειικό οξύ, παρουσία υπερμαγγανικού καλίου, δρα αναγωγικά κατά την αντίδραση:



Σε μια ογκομέτρηση 15,0 g διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου απαιτήθηκαν 42,9 mL  $\text{KMnO}_4$  συγκεντρώσεως 0,145 M. Πόση ήταν η εκατοστιαία περιεκτικότητα κατά μάζα του διαλύματος σε  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; Υπόδειξη: Ισοσταθμίστε πρώτα την παραπάνω χημική εξίσωση.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το οξειδωτικό στη δεδομένη αντίδραση οξειδοαναγωγής είναι το  $\text{KMnO}_4$  (το Mn από την οξειδωτική βαθμίδα +7 ανάγεται στην οξειδωτική βαθμίδα +2). Το  $\text{H}_2\text{O}_2$ , παρουσία ισχυρότερου οξειδωτικού, δρα αναγωγικά (το O από α.ο. -1 οξειδώνεται σε 0, στο  $\text{O}_2$ ). Με εφαρμογή της μεθόδου των ημιαντιδράσεων, προκύπτει η ακόλουθη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



Από την ισοσταθμισμένη εξίσωση προκύπτει ότι η αναλογία των moles του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και  $\text{KMnO}_4$  είναι 5 : 2. Τα moles του  $\text{KMnO}_4$  που καταναλώθηκαν είναι:

$$\text{moles KMnO}_4 = 42,9 \times 10^{-3} \text{ L διαλύμ. KMnO}_4 \times \frac{0,145 \text{ mol KMnO}_4}{1 \text{ L διαλύμ. KMnO}_4} = 6,221 \times 10^{-3} \text{ mol KMnO}_4$$

$$\text{moles H}_2\text{O}_2 = 5/2 \times \text{moles KMnO}_4 = 5/2 \times (6,221 \times 10^{-3}) = 15,55 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Μάζα H}_2\text{O}_2 = (15,55 \times 10^{-3} \text{ mol}) \times 34,02 \text{ g/mol} = 0,5290 \text{ g}$$

$$\% \text{ H}_2\text{O}_2 = (0,5290 \text{ g} \div 15,0 \text{ g}) = 0,0353 \text{ ή } \mathbf{3,53\%}$$
 κατά μάζα.

(Θέμα ανάλογο της Άσκησης 4.19)

**3.** Σύμφωνα με τη θεωρία του Bohr, εκπομπή φωτός πραγματοποιείται από ένα άτομο, όταν κάποιο ηλεκτρόνιο του μεταπίπτει από ένα ανώτερο επίπεδο ενέργειας σε ένα κατώτερο. Υπολογίστε το μικρότερο μήκος κύματος (σε nm) που εκπέμπει το άτομο του υδρογόνου κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου από το επίπεδο  $n = 7$  και προσδιορίστε την αντίστοιχη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το μικρότερο μήκος κύματος αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη συχνότητα και φυσικά στη μεγαλύτερη ενέργεια. Συνεπώς, η μετάπτωση θα οδηγεί στο χαμηλότερο επίπεδο, αυτό με  $n = 1$ .

Λύνουμε λοιπόν την εξίσωση  $E = -R_H/n^2$  για  $E = E_7$  και  $E = E_1$  και ακολούθως, αφού εξισώσουμε τη διαφορά  $\Delta E = E_7 - E_1$  με  $h\nu$ , λύνουμε ως προς  $\nu$ :

$$E_7 = \frac{-R_H}{7^2} = \frac{-R_H}{49} \quad E_1 = \frac{-R_H}{1^2} = -R_H \quad \left( \frac{-R_H}{49} \right) - \left( \frac{-49R_H}{49} \right) = \frac{48R_H}{49} = h\nu$$

Η συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται είναι:

$$\nu = \frac{48R_H}{49h} = \frac{48}{49} \times \frac{2,179 \times 10^{-18} \text{ J}}{6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 3,221 \times 10^{15} / \text{s}$$

Το ζητούμενο μήκος κύματος μπορεί τώρα να υπολογισθεί από τη σχέση  $c = \nu\lambda$ :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2,998 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,221 \times 10^{15} / \text{s}} = 9,308 \times 10^{-8} \text{ m} = \mathbf{93,08 \text{ nm}}$$

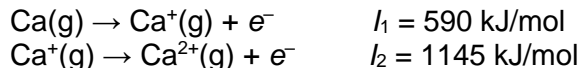
Η τιμή αυτή βρίσκεται αρκετά αριστερότερα της υπεριώδους περιοχής του ορατού φάσματος (400 nm), οπότε εμπίπτει στην **άπω υπεριώδη περιοχή** (10 – 100 nm).

(Θέμα ανάλογο της Άσκησης 7.5)

**4.** Η πρώτη και η δεύτερη ενέργεια ιοντισμού του ασβεστίου είναι 590 kJ/mol και 1145 kJ/mol, αντίστοιχα. Πόσα mg ασβεστίου μπορούν να ιοντισθούν το μέγιστο προς ιόντα δισθενούς ασβεστίου, όταν η προσφερόμενη ενέργεια είναι 450 J;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ιοντισμός ασβεστίου:



Για να σχηματισθεί 1 mol (= 40,078 g ή 40.078 mg) ιόντων  $\text{Ca}^{2+}$  απαιτείται ενέργεια  $I_1 + I_2 = (590 + 1145)$  kJ = 1735 kJ. Άρα, όταν η προσφερόμενη ενέργεια είναι 450 J (0,450 kJ), μπορούν να ιοντισθούν το πολύ

$$40.078 \text{ mg Ca} \times 0,450 \text{ kJ} / 1735 \text{ kJ} = 18,035 \text{ mg} / 1735 = \mathbf{10,4 \text{ mg Ca}}$$

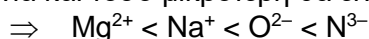
(Θέμα ανάλογο της Άσκησης 8.7)

**5.** Αντιστοιχίστε τις παρακάτω ακτίνες στα ιόντα των ενώσεων: οξείδιο του νατρίου, νιτρίδιο του μαγνησίου και φωσφίδιο του νατρίου. Αιτιολογήστε πλήρως την απάντησή σας.

65 pm, 95 pm, 140 pm, 145 pm, 212 pm

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Οι τύποι των δεδομένων αλάτων είναι  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  και  $\text{Na}_3\text{P}$ , αντίστοιχα και άρα τα περιεχόμενα ιόντα είναι  $\text{Na}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{N}^{3-}$  και  $\text{P}^{3-}$ . Τα ιόντα  $\text{Na}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{N}^{3-}$  είναι ισοηλεκτρονικά μεταξύ τους (10 ηλεκτρόνια) και έχουν την ηλεκτρονική δομή του Ne. Η ιοντική ακτίνα είναι αντιστρόφως ανάλογη του ατομικού αριθμού Z, δηλαδή όσο περισσότερα πρωτόνια (θετικά φορτία) έχει ο πυρήνας, τόσο ισχυρότερα θα έλκονται τα 10 ηλεκτρόνια και τόσο μικρότερη θα είναι η ιοντική ακτίνα



Επειδή ισχύει  $P > N$  (ίδια ομάδα, ένας επιπλέον ηλεκτρονικός φλοιός στο  $\text{P}^{3-}$ ), θα είναι και  $\text{P}^{3-} > \text{N}^{3-} \Rightarrow$  η πλήρης σειρά κατά αυξανόμενη ιοντική ακτίνα είναι:  $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{O}^{2-} < \text{N}^{3-} < \text{P}^{3-}$

Συνεπώς, οι αντίστοιχες τιμές ιοντικών ακτίνων είναι:

**65 pm ( $\text{Mg}^{2+}$ ), 95 pm ( $\text{Na}^+$ ), 140 pm ( $\text{O}^{2-}$ ), 145 pm ( $\text{N}^{3-}$ ), 212 pm ( $\text{P}^{3-}$ )**

(Θέμα ανάλογο της Άσκησης 9.10)

**6.** Ποιο από τα παρακάτω υγρά έλκεται από μια φορτισμένη ράβδο και ποιο όχι; Δικαιολογήστε πλήρως την απάντησή σας:  $\text{CSe}_2$ ,  $\text{SeF}_4$ ,  $\text{AsF}_3$ ,  $\text{CBr}_4$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από την ηλεκτρικά φορτισμένη ράβδο έλκονται τα υγρά των οποίων τα μόρια είναι πολικά. Ένα μόριο είναι πολικό όταν έχει πολωμένους δεσμούς και, λόγω γεωμετρίας, οι επιμέρους διπολικές ροπές των δεσμών δεν αλληλοεξουδετερώνονται. Τότε η διπολική ροπή είναι  $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$ , ενώ σε αντίθετη περίπτωση έχουμε  $\mu_{\text{ολ}} = 0$  (απολικό μόριο).

Ακολουθούμε την πορεία του Παραδείγματος 10.1 και της Άσκησης 10.2. Σχεδιάζουμε τον τύπο Lewis για κάθε μόριο και βρίσκουμε τον αριθμό ηλεκτρονικών ζευγών (HZ), δεσμικών ( $\Delta$ ) και μονήρων (E), που υπάρχουν γύρω από το κεντρικό άτομο. Διατυπώνουμε τον γενικό τύπο του μορίου και συμπεραίνουμε τη μοριακή γεωμετρία.

Μόρια του τύπου  $\text{AB}_n$  ( $n = 2 - 6$ ) είναι απολύτως συμμετρικά και δίνουν  $\mu_{\text{ολ}} = 0$ .

Μόρια του τύπου  $\text{AB}_n\text{E}_m$  (με εξαίρεση τα  $\text{AB}_2\text{E}_3$  και  $\text{AB}_4\text{E}_2$ ) είναι μη συμμετρικά και έχουν  $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$

(Βλ. Πρδγ. 10.5). Έτσι έχουμε:

$\text{CSe}_2$ ,  $\text{Se}=\text{C}=\text{Se}$ , ανάλογο του  $\text{CO}_2$ :  $\text{AB}_2 \Rightarrow$  γραμμικό  $\Rightarrow \mu_{\text{ολ}} = 0$  (**δεν έλκεται** από τη ράβδο)

$\text{SeF}_4$ :  $\text{AB}_4\text{E} \Rightarrow$  παραμορφωμένο τετραεδρικό  $\Rightarrow \mu_{\text{ολ}} \neq 0$  (**έλκεται** από τη ράβδο)

$\text{AsF}_3$ :  $\text{AB}_3\text{E} \Rightarrow$  τριγωνικό πυραμιδικό  $\Rightarrow \mu_{\text{ολ}} \neq 0$  (**έλκεται** από τη ράβδο)

$\text{CBr}_4$  :  $\text{AB}_4 \Rightarrow$  τετραεδρικό, απόλυτα συμμετρικό μόριο  $\Rightarrow \mu_{\text{ολ}} = 0$  (**δεν έλκεται** από τη ράβδο)

(Θέμα σχεδόν ίδιο με την Άσκηση 10.5)

**7.** Χρησιμοποιώντας τη θεωρία του δεσμού σθένους (θεωρία VB), βρείτε σε ποια ή σε ποιες από τις παρακάτω χημικές οντότητες το κεντρικό άτομο χρησιμοποιεί  $sp^3d$  υβριδικά τροχιακά για τον σχηματισμό των δεσμών με τα περιφερειακά άτομα; Αναφερθείτε σε όλες τις χημικές οντότητες!

$\text{AsF}_4^+$ ,  $\text{BrF}_4^+$ ,  $\text{IF}_5$ ,  $\text{KrF}_2$

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$\text{AsF}_4^+$ : το αρσενικό έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους. Κάθε άτομο F προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο για τον σχηματισμό δεσμού με το As. Αφαιρώντας 1 ηλεκτρόνιο λόγω του φορτίου +1 του ιόντος, βρίσκουμε ότι συνολικά γύρω από το As υπάρχουν 8 ηλεκτρόνια ή 4 ζεύγη ηλεκτρονίων (γενικός τύπος  $\text{AB}_4$ ) και άρα ο υβριδισμός του As είναι  $sp^3$ .

$\text{BrF}_4^+$ : Το βρώμιο έχει 7 ηλεκτρόνια σθένους. Κάθε άτομο F προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο για τον σχηματισμό δεσμού με το Br. Αφαιρώντας 1 ηλεκτρόνιο λόγω του φορτίου +1 του ιόντος, βρίσκουμε ότι συνολικά γύρω από το Br υπάρχουν 10 ηλεκτρόνια ή 5 ζεύγη ηλεκτρονίων (γενικός τύπος  $\text{AB}_4\text{E}$ ) και άρα ο υβριδισμός του Br είναι  $sp^3d$ .

$\text{IF}_5$ : Το ιώδιο έχει 7 ηλεκτρόνια σθένους. Κάθε άτομο F προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο για τον σχηματισμό δεσμού με το I. Συνολικά, γύρω από το I υπάρχουν 12 ηλεκτρόνια ή 6 ζεύγη ηλεκτρονίων (γενικός τύπος  $\text{AB}_5\text{E}$ ) και άρα ο υβριδισμός του I είναι  $sp^3d^2$ .

$\text{KrF}_2$ : Το κρυπτό έχει 8 ηλεκτρόνια σθένους. Κάθε άτομο F προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο για τον σχηματισμό δεσμού με το Kr. Συνολικά, γύρω από το άτομο Kr υπάρχουν 10 ηλεκτρόνια ή 5 ζεύγη ηλεκτρονίων, δηλαδή το μόριο ανήκει στον γενικό τύπο  $\text{AB}_2\text{E}_3$  και άρα ο υβριδισμός του Kr είναι  $sp^3d$  (Διαφάνεια 13 Ενότητα Β10). (Θέμα τελείως ανάλογο της Άσκησης 10.10)

**8.** Από τον άνθρακα είναι γνωστές οι ακόλουθες διατομικές οντότητες:  $\text{C}_2^{2-}$ ,  $\text{C}_2^-$ ,  $\text{C}_2^+$ ,  $\text{C}_2$

Σε ποια από αυτές ο δεσμός άνθρακας – άνθρακας είναι ασθενέστερος;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ισχυρότερος είναι ο δεσμός που έχει τη μεγαλύτερη τάξη δεσμού. Με εφαρμογή της θεωρίας MO έχουμε:

(α) Συνολικά ηλεκτρόνια στο  $\text{C}_2$  :  $2 \times 6 = 12$   
Ηλεκτρονική δομή του  $\text{C}_2$  :  $\text{KK}(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4$   
Τάξη δεσμού στο  $\text{C}_2$  :  $\frac{1}{2}(6 - 2) = 2$

(γ) Συνολικά ηλεκτρόνια στο  $\text{C}_2^-$  :  $2 \times 6 + 1 = 13$   
Ηλεκτρονική δομή του  $\text{C}_2^-$  :  $\text{KK}(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^1$   
Τάξη δεσμού στο  $\text{C}_2^-$  :  $\frac{1}{2}(7 - 2) = 2,5$

(β) Συνολικά ηλεκτρόνια στο  $\text{C}_2^+$  :  $2 \times 6 - 1 = 11$   
Ηλεκτρονική δομή του  $\text{C}_2^+$  :  $\text{KK}(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^3$   
Τάξη δεσμού στο  $\text{C}_2^+$  :  $\frac{1}{2}(5 - 2) = 1,5$

(δ) Συνολικά ηλεκτρόνια στο  $\text{C}_2^{2-}$  :  $2 \times 6 + 2 = 14$   
Ηλεκτρονική δομή του  $\text{C}_2^{2-}$  :  $\text{KK}(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^2$   
Τάξη δεσμού στο  $\text{C}_2^{2-}$  :  $\frac{1}{2}(8 - 2) = 3$

Η σειρά σταθερότητας δεσμού είναι ανάλογη της τάξης δεσμού:  $\text{C}_2^+ < \text{C}_2 < \text{C}_2^- < \text{C}_2^{2-}$   
Δηλαδή, **ασθενέστερος είναι ο δεσμός στο  $\text{C}_2^+$**  (δεσμός μεταξύ απλού και διπλού)

(Θέμα τελείως ανάλογο της Άσκησης 10.15)

**9.** Ένα στοιχείο έχει τέσσερα φυσικά ισότοπα με τις ακόλουθες μάζες και αφθονίες:

Ισοτοπική μάζα (amu)	Κλασματική αφθονία
83,9134	0,00560
85,9093	0,09860
86,9089	x
87,9056	0,82580

Υπολογίστε την ατομική μάζα αυτού του στοιχείου με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.  
Για ποιο στοιχείο πρόκειται; Πώς συμβολίζονται τα 4 ισότοπα του στοιχείου;  
Αιτιολογήστε την απάντησή σας!

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ατομική μάζα στοιχείου είναι ο σταθμικός μέσος όρος των ατομικών μαζών των φυσικών ισωτόπων του στοιχείου, εκφρασμένος σε amu. Ο σταθμικός μέσος όρος βρίσκεται, αν πολλαπλασιάσουμε τη μάζα κάθε ισωτόπου επί την κλασματική αφθονία αυτού και αθροίσουμε τα επί μέρους γινόμενα.

Επειδή οι αφθονίες των ισωτόπων ενός στοιχείου δίνουν άθροισμα 100% ή 1, η κλασματική αφθονία x του τρίτου ισωτόπου του ζητούμενου στοιχείου είναι  $1,0000 - 0,00560 - 0,09860 - 0,82580 = 0,0700$  δηλαδή 7,00%.

Τώρα, πολλαπλασιάζουμε κάθε ισωτοπική μάζα επί την αντίστοιχη κλασματική αφθονία και αθροίζουμε τα γινόμενα.

$$\begin{aligned} 83,9134 \text{ amu} \times 0,0056 &= 0,46992 \text{ amu} \\ 85,9093 \text{ amu} \times 0,0986 &= 8,47066 \text{ amu} \\ 86,9089 \text{ amu} \times 0,0700 &= 6,08362 \text{ amu} \\ 87,9056 \text{ amu} \times 0,8258 &= \underline{72,59244} \text{ amu} \\ &87,6166 \text{ amu} \Rightarrow \mathbf{87,62 \text{ amu}} \end{aligned}$$

Επειδή η ακρίβεια στα τέσσερα παραπάνω γινόμενα είναι στα εκατοστά, το άθροισμά τους θα χαρακτηρίζεται από την ίδια ακρίβεια, δηλαδή θα είναι στα εκατοστά. Γι' αυτό, η ατομική μάζα του στοιχείου έχει στρογγυλοποιηθεί στα 87,62 amu.

Κοιτάζοντας σε έναν Π.Π. βλέπουμε ότι πρόκειται για το στοιχείο **στρόντιο (Sr)** με ατομικό αριθμό 38.

Επειδή ο μαζικός αριθμός ενός ισωτόπου είναι ο πλησιέστερος ακέραιος της ατομικής μάζας του ισωτόπου, τα ζητούμενα ισότοπα θα είναι κατά σειρά:  ${}_{38}^{84}\text{Sr}$ ,  ${}_{38}^{86}\text{Sr}$ ,  ${}_{38}^{87}\text{Sr}$ ,  ${}_{38}^{88}\text{Sr}$

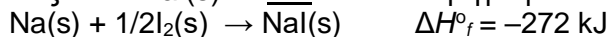
(Θέμα ανάλογο της Άσκησης 2.4)

**10.** Υπολογίστε την πρώτη ηλεκτρονική συγγένεια του ιωδίου χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα δεδομένα στον κύκλο των Born και Haber:

- (α) Η ενθαλπία σχηματισμού  $\text{NaI(s)}$  είναι  $-272 \text{ kJ/mol}$
- (β) Η ενέργεια εξάχνωσης του  $\text{Na}$  είναι  $108 \text{ kJ/mol}$
- (γ) Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού του  $\text{Na}$  είναι  $496 \text{ kJ/mol}$
- (δ) Η ενέργεια εξάχνωσης του  $\text{I}_2(\text{s})$  είναι  $62 \text{ kJ/mol}$
- (ε) Η ενέργεια διάσπασης του δεσμού  $\text{I-I}$  είναι  $151 \text{ kJ/mol}$
- (στ) Ενέργεια πλέγματος του  $\text{NaI(s)}$   $688 \text{ kJ/mol}$

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

(Α) Ο σχηματισμός ενός mole  $\text{NaI(s)}$  σε ένα στάδιο περιγράφεται από την εξίσωση:

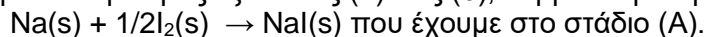


(Β) Ο σχηματισμός ενός mole  $\text{NaI(s)}$  σε περισσότερα στάδια μπορεί να περιγραφεί από τον κύκλο των Born και Haber ως εξής (προσέχουμε τις ενδείξεις φάσεων, είναι πολύ σημαντικές εδώ):

- |   |  |
|---|--|
| 1. Εξάχνωση: $\text{Na(s)} \rightarrow \text{Na(g)}$  | $\Delta H_1 = +108 \text{ kJ}$           |
| 2. Εξάχνωση: $1/2\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow 1/2\text{I}_2(\text{g})$                                    | $\Delta H_2 = +62/2 = +31 \text{ kJ}$    |
| 3. Διάσταση: $1/2\text{I}_2(\text{g}) \rightarrow \text{I(g)}$  | $\Delta H_3 = +151/2 = +75,5 \text{ kJ}$ |
| 4. Ιοντισμός: $\text{Na(g)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + e^-$  | $\Delta H_4 = +496 \text{ kJ}$           |
| 5. Ηλεκτρονική συγγένεια: $\text{I(g)} + e^- \rightarrow \text{I}^-(\text{g})$                                | $\Delta H_5 = ; \text{ kJ}$              |
| 6. Ενέργεια πλέγματος $\text{NaI}$ : $\text{Na}^+(\text{g}) + \text{I}^-(\text{g}) \rightarrow \text{NaI(s)}$ | $\Delta H_6 = -U = -688 \text{ kJ/mol}$  |

Σε αυτόν τον κύκλο, λάβαμε υπ' όψιν ότι το ιώδιο είναι διατομικό στοιχείο και επειδή αυτό στην αντίδρασή του με το νάτριο συμμετέχει ως ένα άτομο, διαιρούμε τις τιμές  $\Delta H_2$  και  $\Delta H_3$  δια 2, αφού οι δεδομένες τιμές αναφέρονται σε 2 άτομα I, ενώ εμείς χρειαζόμαστε 1.

Αν προσθέσουμε κατά μέλη τις εξισώσεις (1) έως (6), λαμβάνουμε την εξίσωση σχηματισμού



Έτσι, μπορούμε να εφαρμόσουμε τον νόμο του Hess: Αφού οι δύο πορείες (A) και (B) οδηγούν στο ίδιο αποτέλεσμα που είναι το NaI(s), θα πρέπει και οι αντίστοιχες ενθαλπίες που τις συνοδεύουν να είναι ίδιες (ίσες). Ζητούμενο είναι το  $\Delta H_5$ .

Νόμος του Hess  $\Rightarrow$

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \Rightarrow$$

$$\Delta H_5 = \Delta H_f - \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4 - \Delta H_6$$

$$= (-272 - 108 - 31 - 75,5 - 496 + 688) \text{ kJ} = -294,5 \text{ kJ} \text{ ή } \Delta H_5 = -295 \text{ kJ/mol}$$

(Αυτό το θέμα είναι ίδιο με το Παράδειγμα 9.3)