

# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

## ΘΕΜΑΤΑ

1. Ο άργυρος εμφανίζεται στη φύση υπό τη μορφή δύο ισοτόπων τα οποία έχουν ατομικές μάζες 106,905 amu και 108,905 amu.

(α) Γράψτε το σύμβολο για καθένα ισότοπο του αργύρου και βρείτε πόσα πρωτόνια και πόσα νετρόνια υπάρχουν στον πυρήνα καθενός ισοτόπου.

(β) Υπολογίστε την εκατοστιαία φυσική αναλογία των δύο ισοτόπων του αργύρου.

2. Αντιστοιχίστε τις ηλεκτρονικές δομές των φλοιών σθένους της πρώτης στήλης με τα στοιχεία της δεύτερης στήλης. Όλα τα στοιχεία βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Είναι δυνατές και διπλές αντιστοιχίσεις.

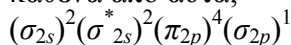
Ηλεκτρονική δομή φλοιού σθένους	Στοιχείο
$3s^2 3p^3$	Αλκαλική γαία
$3d^5 4s^2$	Mn
$2s^2 2p^2$	Αλογόνο
$ns^2$	P
$4f^1 6s^2$	C
$ns^2 np^5$	Μεταβατικό μέταλλο
$5d^9 6s^1$	Al
$6s^1$	He
$3s^2 3p^1$	Ευγενές αέριο
$ns^2 np^6$	Λανθανίδιο
	Αλκαλιμέταλλο
	Cs

3. Ποιες από τις ακόλουθες ηλεκτρονικές δομές αντιπροσωπεύουν, στη θεμελιώδη κατάσταση, την ηλεκτρονική δομή του ανιόντος που υπάρχει στο καρβίδιο του αργιλίου (ανθρακαργίλιο),  $Al_4C_3$ ;

(α)  $1s^2 2s^2 2p^2$       (β)  $[He]2s^2 2p^6$       (γ)  $1s^2 2s^2 2p^5$       (δ) [Ne]      (ε)  $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$

4. Δίνονται οι ενώσεις  $Mg_3N_2$ ,  $Na_2O$  και  $NaF$  και οι τιμές ιοντικών ακτίνων 171 pm, 140 pm, 136 pm, 95 pm και 65 pm. Βρείτε ποια ακτίνα ταιριάζει σε καθένα από τα ιόντα που υπάρχουν στις δεδομένες ενώσεις.

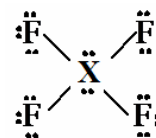
5. Βρείτε δύο διατομικά ομοπυρηνικά μονοσθενή ιόντα της 2ης περιόδου που να έχουν, στη θεμελιώδη κατάσταση, την παρακάτω δομή ηλεκτρονίων σθένους. Ποια είναι η τάξη δεσμού σε καθένα από αυτά;



6. (α) Από τον δεδομένο τύπο Lewis του μορίου  $XF_4$ , βρείτε ποιο θα μπορούσε να είναι το αντιπροσωπευτικό στοιχείο X.

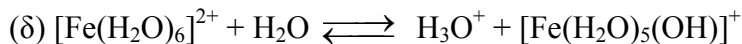
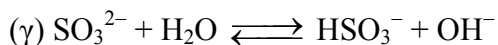
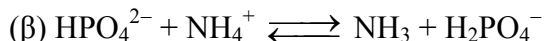
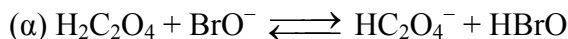
(β) Χαρακτηρίστε τη γεωμετρία του μορίου και εκτιμήστε το μέγεθος των γωνιών F–X–F.

(γ) Τι είδος υβριδισμού έχει το κεντρικό άτομο;



7. Προβλέψτε την ύπαρξη της χημικής οντότητας CN, καθώς και τις πιθανές μαγνητικές της ιδιότητες.

8. Ποιο είναι το οξύ και ποια η βάση στις ακόλουθες αντιδράσεις;



Σημειώστε τα συζυγή ζεύγη για κάθε περίπτωση.

9. Σχεδιάστε την κατανομή των *d* ηλεκτρονίων στο σύμπλοκο εξακvanoκοβαλτικό(II) ιόν χρησιμοποιώντας τη θεωρία του κρυσταλλικού πεδίου.

Είναι το ιόν διαμαγνητικό ή παραμαγνητικό;

10. Το οξαλικό οξύ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , απαντάται στη φύση υπό τη μορφή τού οξαλικού καλίου ή οξαλικού ασβεστίου σε πολλά φυτά, όπως π.χ. το σπανάκι. Η molality ενός διαλύματος οξαλικού οξέος είναι 0,585 *m*. Η πυκνότητα του διαλύματος είναι 1,022 g/mL. Υπολογίστε τη γραμμομοριακή συγκέντρωση αυτού του διαλύματος.

Δεδομένα:

Ατομικός αριθμός Ag = 47

A.B. Ag = 107,868 amu

Γράφετε ευανάγνωστα και καθαρά! Όλες οι απαντήσεις να είναι επαρκώς αιτιολογημένες!!!

**Απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση δεν αξιολογούνται.**

Ελέγξτε πόσο λογικό είναι το αποτέλεσμα που βρήκατε ☺ Καλή επιτυχία.

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. (α) Επειδή ο μαζικός αριθμός ενός νουκλιδίου αποτελεί μια ακέραιη προσέγγιση της ατομικής μάζας, ο μαζικός αριθμός  $A$  του πρώτου ισοτόπου είναι 107 και του δευτέρου 109 (οι πλησιέστεροι ακέραιοι των αριθμών 106,905 και 108,905, αντίστοιχα. Με δεδομένο ότι ο ατομικός αριθμός του Ag είναι 47, τα δύο ισότοπα του αργύρου συμβολίζονται ως  $^{107}_{47}\text{Ag}$  και  $^{109}_{47}\text{Ag}$ .

Ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον ατομικό αριθμό  $Z$ , ενώ ο αριθμός των νετρονίων  $N$  υπολογίζεται από τη σχέση  $N = A - Z$ . Άρα, στον πυρήνα του πρώτου ισοτόπου υπάρχουν 47 πρωτόνια και 60 νετρόνια, και στον πυρήνα του δευτέρου ισοτόπου υπάρχουν 47 πρωτόνια και 62 νετρόνια.

(β) Το ατομικό βάρος του αργύρου είναι 107,868 amu. Αν  $x$  η ζητούμενη φυσική αναλογία του πρώτου ισοτόπου, η φυσική αναλογία του δευτέρου ισοτόπου θα είναι  $(1 - x)$  και θα ισχύει η εξίσωση

$$(106,905x) + 108,905(1 - x) = 107,868$$

Λύνοντας ως προς  $x$  βρίσκουμε:  $x = 0,5185$  και  $(1 - x) = 0,4815$ .

Άρα, για το ισότοπο  $^{107}_{47}\text{Ag}$  η εκατοστιαία φυσική αναλογία είναι 51,85% και για το ισότοπο  $^{109}_{47}\text{Ag}$  48,15%.

2. Ο κύριος κβαντικός αριθμός του εξώτατου υποφλοιού συμπίπτει με τον αριθμό της περιόδου, ενώ το άθροισμα των ηλεκτρονίων σθένους υποδηλώνει την ομάδα στην οποία ανήκει το στοιχείο.

$3s^23p^3 \Rightarrow p$  block, περίοδος 3η, ομάδα 5A  $\Rightarrow$  P (φωσφόρος)

$3d^54s^2 \Rightarrow$  ασυμπλήρωτος υποφλοιός  $d \Rightarrow d$  block (μεταβατικό μέταλλο)

$2s^22p^2 \Rightarrow p$  block, περίοδος 2η, ομάδα 4A  $\Rightarrow$  C (άνθρακας)

$ns^2 \Rightarrow s$  block, ομάδα 2A (αλκαλική γαία). Για  $n = 1 \Rightarrow$  He

$4f^{11}6s^2 \Rightarrow$  ασυμπλήρωτος υποφλοιός  $4f \Rightarrow f$  block (λανθανίδιο)

$ns^2np^5 \Rightarrow p$  block, ομάδα 7A  $\Rightarrow$  αλογόνο

$5d^96s^1 \Rightarrow$  ασυμπλήρωτος υποφλοιός  $d \Rightarrow d$  block (μεταβατικό μέταλλο)

$ns^1 \Rightarrow s$  block, ομάδα 1A (αλκαλιμέταλλο)

$3s^23p^1 \Rightarrow p$  block, περίοδος 3η, ομάδα 3A  $\Rightarrow$  Al (αργίλιο)

$ns^2np^6 \Rightarrow p$  block, ομάδα 8A  $\Rightarrow$  ευγενές αέριο (πλην He)

$6s^1 \Rightarrow s$  block, περίοδος 6η, ομάδα 1A  $\Rightarrow$  Cs (καίσιο)

3. Δίνεται ότι η ένωση  $\text{Al}_4\text{C}_3$  είναι ιοντική. Το κατιόν είναι το  $\text{Al}^{3+}$ . Αν  $x$  είναι το φορτίο του C, τότε θα ισχύει:  $4(+3) + 3x = 0$  και άρα  $x = -4$ , δηλαδή πρόκειται για το ανιόν  $\text{C}^{4-}$  (καρβίδιο). Ο άνθρακας (C) έχει ατομικό αριθμό 6, ανήκει στην Ομάδα 4A και στη 2η Περίοδο. Συνεπώς, στη θεμελιώδη κατάσταση, έχει την ηλεκτρονική δομή  $1s^22s^22p^2$ . Το ιόν  $\text{C}^{4-}$  σχηματίζεται από το ουδέτερο άτομο C με πρόσληψη τεσσάρων ηλεκτρονίων και διαθέτει 10 ηλεκτρόνια. Επειδή ο υποφλοιός  $p$  μπορεί να χωρέσει μέχρι 6 ηλεκτρόνια, τα τέσσερα επιπλέον ηλεκτρόνια θα προστεθούν στον υποφλοιό  $2p$ , με αποτέλεσμα η ηλεκτρονική δομή του ιόντος  $\text{C}^{4-}$ , στη θεμελιώδη κατάσταση, να είναι  $1s^22s^22p^6$  ή  $[\text{He}]2s^22p^6$  ή  $[\text{Ne}]$ , δηλαδή, από τις δεδομένες ηλεκτρονικές δομές, σωστές είναι μόνο η (β) και η (δ).

4. Οι δεδομένες ενώσεις είναι ιοντικές και τα ιόντα που τις αποτελούν είναι τα  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$  και  $\text{F}^-$ . Τα ιόντα αυτά 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  $\Rightarrow$

$${}_8\text{N}^{3-}(171 \text{ pm}) > {}_8\text{O}^{2-}(140 \text{ pm}) > {}_9\text{F}^-(136 \text{ pm}) > {}_{11}\text{Na}^+(95 \text{ pm}) > {}_{12}\text{Mg}^{2+}(65 \text{ pm})$$

5. Η πλήρης ηλεκτρονική δομή των ζητούμενων ιόντων είναι  $(\sigma_{1s})^2(\sigma_{1s}^*)^2(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^1$ , δηλαδή τα διατομικά αυτά ιόντα έχουν συνολικά  $2 + 2 + 2 + 2 + 4 + 1 = 13$  ηλεκτρόνια. Άρα, τα ουδέτερα μόρια θα έχουν 12 ή 14 ηλεκτρόνια και τα αντίστοιχα άτομα 6 ή 7 ηλεκτρόνια. Ατομικό αριθμό 6 έχει ο C και 7 έχει το N. Έτσι, τα ουδέτερα ομοπυρηνικά μόρια θα είναι τα  $\text{C}_2$  (με 12 e) και  $\text{N}_2$  (με 14 e). Αυτό σημαίνει ότι τα ζητούμενα ιόντα θα είναι τα  $\text{C}_2^-$  και  $\text{N}_2^+$ , με 13 e το καθένα. Και τα δύο θα έχουν την ίδια τάξη δεσμού αφού είναι ισοηλεκτρονικά, δηλαδή τ.δ. =  $(7 - 2)/2 = 2,5$ .

6. (α) Θα πρέπει να βρούμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους του X και από εκεί τον αριθμό της ομάδας στην οποία ανήκει το X. Η συνεισφορά του X στους τέσσερις απλούς ομοιοπολικούς δεσμούς X–F είναι τέσσερα ηλεκτρόνια. Αν σε αυτά προσθέσουμε τα δύο μονήρη ηλεκτρονικά ζεύγη, βρίσκουμε ότι το X διαθέτει 8 ηλεκτρόνια σθένους και άρα ανήκει στην Ομάδα 8A του Περιοδικού Πίνακα, δηλαδή στα ευγενή αέρια. Κατά συνέπεια, το X μπορεί να είναι: Kr, Xe ή Rn. (Τα ελαφρά ευγενή αέρια He και Ne αποκλείονται διότι δεν διαθέτουν  $d$  τροχιακά στον φλοιό σθένους, τα οποία απαιτούνται για τον σχηματισμό τέτοιων ενώσεων. Επίσης, από το Ar η μόνη γνωστή ένωση είναι το HArF).

(β) Σύμφωνα με το μοντέλο VSEPR (Σχήμα 10.9, Σελ. 400), το μόριο είναι του γενικού τύπου  $\text{AB}_4\text{E}_2$  και η γεωμετρία ηλεκτρονικών ζευγών θα είναι οκταεδρική, ενώ η μοριακή γεωμετρία θα είναι τετραγωνική. Σε ένα τέτοιο σχήμα, όλες οι διαδοχικές γωνίες F–X–F είναι ίσες με  $90^\circ$ .

(γ) Επειδή γύρω από το X έχουμε έξι ηλεκτρονικά ζεύγη σθένους, ο υβριδισμός του κεντρικού ατόμου X θα είναι του τύπου  $sp^3d^2$  (Πίνακας 10.2, Σελ. 411).

7. Εδώ απαιτείται εφαρμογή της θεωρίας των μοριακών τροχιακών. Θα εργασθούμε με βάση το Σχήμα 10.35 και το Παράδειγμα 10.8 που αναφέρεται σε ετεροπυρηνικά διατομικά μόρια, όπως το CN.

Το C ανήκει στην Ομάδα 4A και έχει 4 ηλεκτρόνια σθένους και το N ανήκει στην Ομάδα 5A και έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους. Συνολικά λοιπόν για το CN έχουμε να τοποθετήσουμε 9 ηλεκτρόνια σθένους στο ακόλουθο ενεργειακό διάγραμμα μοριακών τροχιακών που ισχύει ποιοτικά και για τα ομοπυρηνικά διατομικά μόρια, όπως το  $\text{N}_2$ :

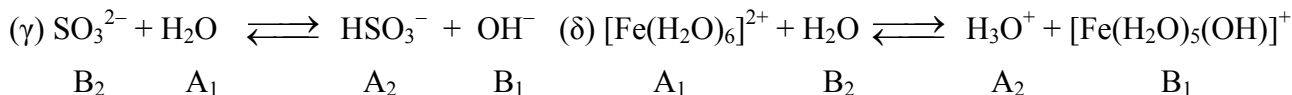
$$(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p})^4(\sigma_{2p})^1(\pi_{2p}^*)^0(\sigma_{2p}^*)^0$$

Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι η τάξη δεσμού μεταξύ C και N είναι  $(7 - 2)/2 = 2,5$  και άρα η χημική αυτή οντότητα είναι υπαρκτή.

Επειδή υπάρχει ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο, το CN θα είναι παραμαγνητικό.

8. Οξύ κατά Brønsted – Lowry είναι το χημικό είδος που δίνει πρωτόνιο σε μια αντίδραση μεταφοράς πρωτονίου (πρωτονιοδότης). Βάση είναι το χημικό είδος που δέχεται το πρωτόνιο σε μια αντίδραση μεταφοράς πρωτονίου (πρωτονιοδέκτης). Ένα συζυγές ζεύγος οξέος–βάσης συνίσταται από δύο χημικά είδη σε μια αντίδραση οξέος–βάσης, ένα οξύ και μία βάση, τα οποία

διαφέρουν κατά την απώλεια ή το κέρδος ενός πρωτονίου. Αν συμβολίσουμε με  $A_1$  το οξύ και  $B_1$  τη βάση ενός συζυγούς ζεύγους, θα έχουμε:

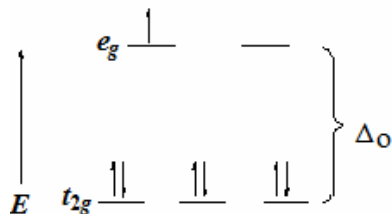


9. Το εξακυανοκοβαλτικό(II) ιόν έχει τον τύπο  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$ . Κεντρικό μεταλλικό ιόν είναι το  $\text{Co}^{2+}$  με ηλεκτρονική δομή  $[\text{Ar}]3d^7$ , δεδομένου ότι η ηλεκτρονική δομή του  $\text{Co}$  είναι  $[\text{Ar}]3d^74s^2$ .

Το σύμπλοκο είναι οκταεδρικό, αφού ο αριθμός σύνταξης του  $\text{Co}^{2+}$  είναι 6.

Το ιόν  $\text{CN}^-$ , ως υποκαταστάτης ισχυρού πεδίου, προκαλεί μεγάλο διαχωρισμό των  $d$  ενεργειακών επιπέδων ( $\Delta_o > P$ ).

Συνεπώς, η κατανομή των επτά  $d$  ηλεκτρονίων θα έχει ως εξής:



Παρατηρούμε ότι το σύμπλοκο  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$  διαθέτει ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο και άρα είναι παραμαγνητικό.

10.

$$1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 90,0 \text{ g H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \Rightarrow 0,585 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 52,6 \text{ g H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

Διάλυμα συγκεντρώσεως  $0,585 \text{ m}$  σημαίνει ότι σε  $1000 \text{ g}$  νερού βρίσκονται διαλυμένα  $0,585 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ή  $52,6 \text{ g H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \Rightarrow$

σε  $1000 \text{ g} + 52,6 \text{ g} = 1052,6 \text{ g}$  διαλύματος βρίσκονται διαλυμένα  $0,585 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

Ο όγκος  $V$  αυτού του διαλύματος είναι:

$$V = m/d = 1052,6 \text{ g} / 1,022 \text{ g/mL} = 1029 \text{ mL}$$

Στα  $1029 \text{ mL}$  διαλύματος έχουμε  $0,565 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \Rightarrow$

στα  $1000 \text{ mL}$  ( $= 1,00 \text{ L}$ ) διαλύματος θα έχουμε  $x \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \Rightarrow$

$$x = \text{molarity διαλύματος} = 0,568 \text{ M}$$