

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

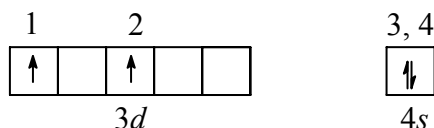
ΘΕΜΑΤΑ

1. Κατατάξετε τα ακόλουθα υδατικά διαλύματα, συγκεντρώσεως 0,10 M το καθένα, κατά σειρά αυξανόμενου pH:

- (α) CaCl₂ (β) NH₃ (γ) KNO₂
(δ) HClO₄ (ε) NaOH (στ) CH₃COOH

Υπόδειξη: Αποφανθείτε συγκρίνοντας, όπου χρειάζεται, μόνο τις σταθερές διαστάσεως των ασθενών οξέων ή βάσεων. Δεν χρειάζονται εκτενείς αριθμητικοί υπολογισμοί!

2. Δίνεται η εξωτερική ηλεκτρονική δομή του ατόμου του στοιχείου X στη θεμελιώδη κατάσταση



Με βάση αυτή την ηλεκτρονική δομή και μόνο (χωρίς τη χρήση περιοδικού πίνακα):

- (α) Βρείτε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του περιοδικού πίνακα ανήκει το στοιχείο X.
(β) Πρόκειται για μέταλλο, αμέταλλο, μεταλλοειδές, στοιχείο κύριας ομάδας, στοιχείο μεταπτώσεως, λανθανίδιο ή ακτινίδιο;
(γ) Άτομα του στοιχείου X, έλκονται ή απωθούνται μέσα σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο;
(δ) Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για τα ηλεκτρόνια 1, 2, 3 και 4.

Ηλεκτρόνιο	<i>n</i>	<i>ℓ</i>	<i>m_ℓ</i>	<i>m_s</i>
1				
2				
3				
4				

3. (α) Περιγράψτε τον σχηματισμό των δεσμών στο μόριο του διφθοριδίου του οξυγόνου βάσει της θεωρίας του δεσμού σθένους.

(β) Ποια γεωμετρία προβλέπεται για το μόριο αυτό; Ποια θα ήταν η γεωμετρία του, αν στη θέση του οξυγόνου υπήρχε το στοιχείο της Ομάδας ΙΙΑ της ίδιας περιόδου με το οξυγόνο;

Υπόδειξη: Γράψτε τη δομή Lewis του μορίου και βρείτε τον υβριδισμό του κεντρικού ατόμου.

4. Συμπληρώστε τα κενά:

(α) Ο υποφλοιός 4f αποτελείται από τροχιακά, τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους μόνο στο (στη) και στο (στη)

- (β) Από τα στοιχεία Li, K, C και N, τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το και τη μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού έχει το
- (γ) Το στοιχείο M του οποίου το ιόν M^{3+} έχει την ηλεκτρονική δομή $[Ar]3d^4$ είναι το Το οκταεδρικό σύμπλοκο αυτού του ιόντος με ιόντα κυανιδίου έχει τον τύπο
- (δ) Από τα οξείδια Al_2O_3 , ZnO , Cs_2O , SnO_2 , CO_2 και SiO_2 , το οξείδιο όταν διαλυθεί στο νερό δίνει pH μικρότερο του 7, ενώ το οξείδιο όταν διαλυθεί στο νερό δίνει pH μεγαλύτερο του 7.

5. Δίνονται τα μόρια

- (α) H_2O (β) CO_2 (γ) NH_3 (δ) ClF (ε) CCl_4

- (i) Ποια ένωση έχει τους πιο πολωμένους δεσμούς;
 (ii) Ποια ένωση (ή ενώσεις) δεν είναι πολική (πολικές);
 (iii) Συμβολίστε τη διπολική ροπή και τα μερικά φορτία στο μόριο (δ).

6. Για τα δύο σύμπλοκα ιόντα $[Mn(CN)_6]^{3-}$ και $[MnCl_6]^{4-}$ σχεδιάστε τα ενεργειακά επίπεδα των d τροχιακών και κατανείμετε σε αυτά τα ηλεκτρόνια. Ποιο από τα δύο σύμπλοκα είναι περισσότερο παραμαγνητικό;

7. Ποια είναι σωστή και ποια λάθος από τις παρακάτω προτάσεις;

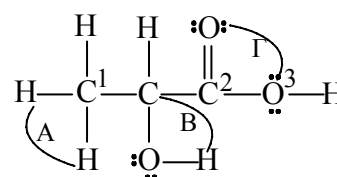
α/α	Πρόταση
1	Παρόλο που η αιθυλενογλυκόλη, $HOCH_2CH_2OH$, έχει μικρότερη μοριακή μάζα από τη βουτανόλη, $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$, εντούτοις η πρώτη έχει υψηλότερο σημείο ζέσεως από τη δεύτερη.
2	Αν το άτομο του σιδήρου που είναι παραμαγνητικό χάσει τρία ηλεκτρόνια, το ιόν που προκύπτει είναι ακόμα πιο παραμαγνητικό από το ουδέτερο άτομο.
3	Ο υβριδισμός του Kr στην ένωση KrF_2 είναι sp διότι το μόριο είναι γραμμικό.
4	Από τα οξέα HSO_4^- και CH_3COOH , την ισχυρότερη συζυγή βάση έχει το πρώτο.
5	Ο μέγιστος αριθμός υποφλοιών για τον φλοιό με $n = 5$ είναι πέντε.

8. Ποια από τα ακόλουθα μόρια ή μοριακά ιόντα περιμένετε να είναι παραμαγνητικά; Υποθέστε ότι για όλα ισχύει κατά προσέγγιση το διάγραμμα μοριακών τροχιακών του οξυγόνου.

- (α) NO (β) NF^- (γ) O_2^{2-} (δ) Ne_2^{2+} (ε) CN

9. Το γαλακτικό οξύ είναι ένα φυσικό προϊόν που απαντάται στο ξινισμένο γάλα.

- (α) Πόσοι σ δεσμοί υπάρχουν στο γαλακτικό οξύ και πόσοι π ;
 (β) Ποιος είναι ο υβριδισμός των ατόμων 1, 2 και 3;
 (γ) Ποιος από τους δεσμούς C–O είναι βραχύτερος;
 (δ) Ποιες είναι κατά προσέγγιση οι τιμές για τις γωνίες A, B και Γ;



γαλακτικό οξύ

10. (α) Γράψτε τη χημική εξίσωση για την αντίδραση μεταξύ του σημαντικότερου κατιόντος του νερού και του EDTA που λαμβάνει χώρα κατά τον προσδιορισμό της σκληρότητας του νερού.

(β) Σχεδιάστε τον συντακτικό τύπο του προϊόντος αυτής της αντίδρασης.

(γ) Αν η ολική σκληρότητα ενός δείγματος νερού είναι 360 αμερικανικοί βαθμοί, πόσα mL προτύπου διαλύματος EDTA 0,0100 M θα καταναλωθούν κατά τον προσδιορισμό της σκληρότητας ενός δείγματος 50,0 mL αυτού του νερού;

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. (α) CaCl_2 : άλας προερχόμενο από εξουδετέρωση ισχυρής βάσεως, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, από ισχυρό οξύ, HCl . Γι' αυτό δεν υδρολύεται ούτε το κατιόν (Ca^{2+}) ούτε το ανιόν (Cl^-) και έτσι το διάλυμα έχει $\text{pH} = 7$.

(β) NH_3 ($K_b = 1,8 \times 10^{-5}$): είναι ασθενής βάση και τα διαλύματά της έχουν pH αρκετά μεγαλύτερο του 7 αλλά μικρότερο του 12.

(γ) KNO_2 : άλας προερχόμενο από εξουδετέρωση ισχυρής βάσεως, KOH , από ασθενές οξύ, HNO_2 . Γι' αυτό υδρολύεται το ανιόν (NO_2^-). Η σταθερά υδρολύσεως είναι

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{4,5 \times 10^{-4}} = 2,2 \times 10^{-11}$$

Επειδή η τιμή της K_h είναι μικρότερη από τη σταθερά K_b της NH_3 , το KNO_2 ως βάση, είναι ασθενέστερη της NH_3 . Άρα, το pH του διαλύματος του KNO_2 θα είναι υψηλότερο του 7 αλλά χαμηλότερο από το pH του διαλύματος της NH_3 .

(δ) HClO_4 : πολύ ισχυρό οξύ $\Rightarrow \text{pH} = 1,00$

(ε) NaOH : πολύ ισχυρή βάση $\Rightarrow \text{pOH} = 1,00 \Rightarrow \text{pH} = 13,00$

(στ) CH_3COOH : ασθενές οξύ $\Rightarrow \text{pH}$ μικρότερο του 7, αλλά οπωσδήποτε μεγαλύτερο του 1.

Η ζητούμενη κατάταξη είναι: $\text{HClO}_4 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{CaCl}_2 < \text{KNO}_2 < \text{NH}_3 < \text{NaOH}$

2. (α) Επειδή το X διαθέτει 4 ηλεκτρόνια σθένους, εκ των οποίων τα 2 σε υποφλοιό d , ανήκει στην ομάδα IVB. Επειδή τα εξώτατα ηλεκτρόνια (4s) χαρακτηρίζονται από κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$, το στοιχείο X ανήκει στην 4η περίοδο.

(β) Ως στοιχείο της ομάδας IVB είναι μέταλλο μεταπτώσεως. Πρόκειται για το δεύτερο στοιχείο της 1ης σειράς στοιχείων μεταπτώσεως και είναι το τιτάνιο (Ti).

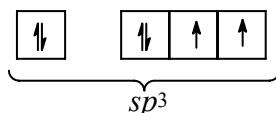
(γ) Επειδή υπάρχουν ασύζευκτα ηλεκτρόνια ($3d$), τα άτομα του στοιχείου είναι παραμαγνητικά και συνεπώς έλκονται μέσα σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο.

(δ) Σύμφωνα με τον Πίν. 7.1, έχουμε:

Ηλεκτρόνιο	n	ℓ	m_ℓ	m_s
1	3	2	-2	+1/2
2	3	2	0	+1/2
3	4	0	0	+1/2
4	4	0	0	-1/2

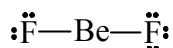
3. (α) Η δομή Lewis του OF_2 είναι $:\ddot{\text{F}}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{F}}:$

Πρόκειται για μόριο του γενικού τύπου AB_2E_2 (E = μονήρες ζεύγος ηλεκτρονίων) και, σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR, η γεωμετρία (ή ο προσανατολισμός) των τεσσάρων ηλεκτρονικών ζευγών γύρω από το κεντρικό άτομο O είναι τετραεδρική. Κατά συνέπεια, ο υβριδισμός του κεντρικού ατόμου O είναι sp^3 .



Τα άτομα του F , λόγω των απλών δεσμών, δεν χρειάζεται να είναι υβριδοποιημένα. Για τον σχηματισμό των δύο σ δεσμών $\text{O}-\text{F}$, το άτομο O χρησιμοποιεί τα δύο ημικατελημμένα από τα τέσσερα sp^3 υβριδικά τροχιακά και κάθε άτομο F το ατομικό του τροχιακό $2p$ που κατέχεται από ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο (επικάλυψη sp^3-p). Τα άλλα δύο πλήρως κατελημμένα sp^3 τροχιακά του O αποτελούν τα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων που βλέπουμε στη δομή Lewis. Αυτά δεν συμμετέχουν στους δεσμούς με τα άτομα F .

(β) Η γεωμετρία του μορίου OF_2 είναι κεκαμμένη. Αν στη θέση του οξυγόνου θέσουμε το στοιχείο βηρύλλιο (Be) (Ομάδα ΙΙΑ, Περίοδος 2), τότε θα έχουμε δύο ηλεκτρόνια σθένους. Η δομή Lewis θα είναι



δηλαδή το μόριο θα ήταν του γενικού τύπου AB_2 και η γεωμετρία του θα ήταν γραμμική.

4. (α) Ο υποφλοιός $4f$ αποτελείται από 7 τροχιακά ($\ell = 3$ και $2\ell + 1 = 7$), τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους μόνο στο (στη) **σχήμα** και στον (στη) **προσανατολισμό**.

(β) Από τα στοιχεία Li , K , C και N τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το **K (κάλιο)** και τη μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού έχει το **K (κάλιο)**

Για τις ατομικές ακτίνες ισχύει: $\text{Li} > \text{C} > \text{N}$ (ίδια περίοδος) και $\text{K} > \text{Li}$ (ίδια ομάδα).

Για την I_1 ισχύει: $\text{Li} < \text{C} < \text{N}$ (ίδια περίοδος) και $\text{K} < \text{Li}$ (ίδια ομάδα).

(γ) Το στοιχείο M του οποίου το ιόν M^{3+} έχει την ηλεκτρονική δομή $[\text{Ar}]3d^4$ είναι το **Mn (μαγγάνιο)**. Το οκταεδρικό σύμπλοκο αυτού του ιόντος με ιόντα κυανιδίου έχει τον τύπο $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{3-}$.

Το ουδέτερο άτομο M έχει ηλεκτρονική δομή $[Ar]3d^54s^2$ και $18 + 5 + 2 = 25$ ηλεκτρόνια, άρα $Z = 25$. Το στοιχείο με $Z = 25$ είναι το μαγγάνιο. Επειδή το σύμπλοκο είναι οκταεδρικό, ο αριθμός σύνταξης θα είναι 6. Εξάλλου, επειδή ο υποκαταστάτης (CN^-) είναι μονοδοντικός και φέρει φορτίο -1 και το φορτίο του M είναι $+3$, ο τύπος του συμπλόκου ιόντος θα είναι $[Mn(CN)_6]^{3-}$.

(δ) Από τα οξείδια Al_2O_3 , ZnO , Cs_2O , SnO_2 , CO_2 και SiO_2 , το οξείδιο CO_2 όταν διαλυθεί στο νερό δίνει pH μικρότερο του 7, ενώ το οξείδιο Cs_2O όταν διαλυθεί στο νερό δίνει pH μεγαλύτερο του 7.

Το CO_2 ως ανυδρίτης οξέος (H_2CO_3) παρέχει όξινο διάλυμα ($pH < 7$).

Το Cs_2O ως ανυδρίτης βάσεως ($CsOH$) παρέχει βασικό διάλυμα ($pH > 7$).

Τα υπόλοιπα είναι επαμφοτερίζοντα, πλην του SiO_2 , και αδιάλυτα στο νερό.

5. (i) Πιο πολωμένος είναι ο δεσμός για τον οποίον η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας $\Delta\chi$ των συνδεδεμένων ατόμων είναι μεγαλύτερη. Από το Σχήμα 9.12 λαμβάνουμε:

(α) O–H $\Delta\chi = 1,4$ (β) O–C $\Delta\chi = 1,0$ (γ) N–H $\Delta\chi = 0,9$

(δ) F–Cl $\Delta\chi = 1,0$ (ε) Cl–C $\Delta\chi = 0,5$

\Rightarrow πιο πολωμένος είναι ο δεσμός O–H και άρα η ένωση με τους πιο πολωμένους δεσμούς είναι το H_2O .

(ii) Μη πολική είναι η ένωση για την οποία $\mu_{ολ} = 0$.

Εργαζόμενοι όπως στο Παράδειγμα 10.3, βρίσκουμε ($E =$ μονήρες ζεύγος ηλεκτρονίων):

H_2O : τύπος AX_2E_2 (κεκαμμένο), άρα $\mu_{ολ} \neq 0$

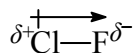
CO_2 : τύπος AX_2 (γραμμικό), άρα $\mu_{ολ} = 0$

NH_3 : τύπος AX_3E (πυραμιδικό), άρα $\mu_{ολ} \neq 0$

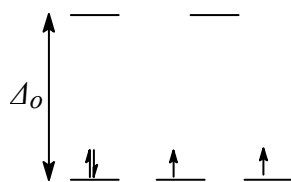
ClF : τύπος AX (γραμμικό), άρα $\mu_{ολ} \neq 0$

CCl_4 : τύπος AX_4 (τετραεδρικό), άρα $\mu_{ολ} = 0$

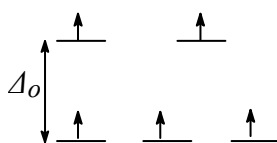
(iii) Το βέλος δείχνει προς το πλέον ηλεκτραρνητικό άτομο (F), το οποίο θα φέρει αρνητικό μερικό φορτίο, ενώ το λιγότερο ηλεκτραρνητικό άτομο (Cl) θα φέρει θετικό μερικό φορτίο.



6. Το σύμπλοκο $[Mn(CN)_6]^{3-}$ είναι οκταεδρικό (6 μονοδοντικοί υποκαταστάτες CN^-) και το κεντρικό ιόν είναι το Mn^{3+} , αφού το φορτίο του συμπλόκου είναι -3 . Η ηλεκτρονική δομή του Mn είναι $[Ar]3d^54s^2$ και επομένως το Mn^{3+} με δομή $[Ar]3d^4$ διαθέτει τέσσερα d ηλεκτρόνια. Επειδή το CN^- είναι υποκαταστάτης ισχυρού πεδίου, ο διαχωρισμός του κρυσταλλικού πεδίου θα είναι επίσης μεγάλος (μεγάλη τιμή της Δ_o) και το σύμπλοκο θα είναι χαμηλού spin.



Το σύμπλοκο $[\text{MnCl}_6]^{4-}$ είναι επίσης οκταεδρικό (6 μονοδοντικοί υποκαταστάτες Cl^-) και το κεντρικό ιόν είναι το Mn^{2+} , αφού το φορτίο του συμπλόκου είναι -4 . Η ηλεκτρονική δομή του Mn είναι $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ και επομένως το Mn^{2+} με δομή $[\text{Ar}]3d^5$ διαθέτει πέντε d ηλεκτρόνια. Επειδή το Cl^- είναι υποκαταστάτης ασθενούς πεδίου, ο διαχωρισμός του κρυσταλλικού πεδίου θα είναι σχετικά μικρός (μικρή τιμή της Δ_o) και το σύμπλοκο θα είναι υψηλού spin.



Το σύμπλοκο ιόν $[\text{MnCl}_6]^{4-}$ έχει 5 ασύζευκτα ηλεκτρόνια έναντι 2 του $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{3-}$ και επομένως το $[\text{MnCl}_6]^{4-}$ είναι περισσότερο παραμαγνητικό.

7.

1. Σωστό. Η αιθυλενογλυκόλη, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, μπορεί να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου και από τα δύο άκρα της (δύο ομάδες $-\text{OH}$), ενώ η βουτανόλη, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, μόνο από το ένα άκρο της (μία ομάδα $-\text{OH}$). Η σύνδεση των μορίων μέσω εκτεταμένου δικτύου δεσμών υδρογόνου ανεβάζει το σημείο ζέσεως μιας ένωσης.

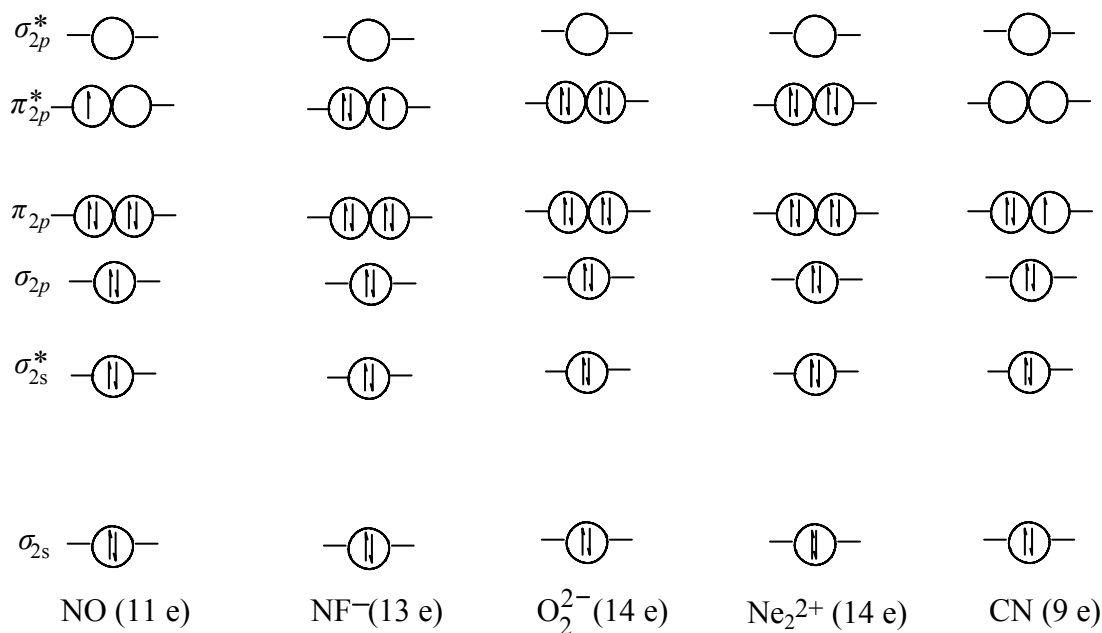
2. Σωστό. Το άτομο Fe με ηλεκτρονική δομή $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$, έχει 4 ασύζευκτα ηλεκτρόνια, ενώ το ιόν Fe^{3+} με δομή $[\text{Ar}]3d^5$ έχει 5 ασύζευκτα ηλεκτρόνια και συνεπώς είναι πιο παραμαγνητικό από το ουδέτερο άτομο.

3. Λάθος. Το Kf, ως ευγενές αέριο (Ομάδα VIIIA), διαθέτει οκτώ ηλεκτρόνια σθένους εκ των οποίων έχει χρησιμοποιήσει μόνο δύο για τους δύο δεσμούς με τα άτομα F. Επομένως, στην ένωση Kf_2 το Kf διαθέτει 3 μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων, δηλαδή συνολικά περιβάλλεται από 5 ηλεκτρονικά ζεύγη (γενικός τύπος AX_2E_3). Αυτό συνεπάγεται sp^3d υβριδισμό και γεωμετρία γραμμική (Βλ. Σχήμα 10.9, XeF_2).

4. Λάθος. Επειδή το HSO_4^- είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH (Πίν. 15.2), θα έχει την ασθενέστερη συζυγή βάση ($\text{SO}_4^{2-} < \text{CH}_3\text{COO}^-$).

5. Σωστό. Ο μέγιστος αριθμός υποφλοιών για έναν φλοιό δίνεται από το σύνολο των τιμών που μπορεί να λάβει ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός l και αυτές είναι ίσες με n . Επομένως, για $n = 5$, ο μέγιστος αριθμός υποφλοιών είναι πέντε (s, p, d, f και g).

8. Τα διαγράμματα MO για τις παραπάνω χημικές οντότητες θα έχουν, κατά προσέγγιση, ως εξής (σε παρένθεση τα ηλεκτρόνια σθένους).



Παραμαγνητικά είναι εκείνα τα μόρια ή ιόντα που έχουν ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Αυτά είναι τα NO, NF⁻ και CN.

9. (α) Όλοι οι απλοί δεσμοί είναι σ δεσμοί, ενώ ο διπλός δεσμός αποτελείται από έναν σ και έναν π δεσμό. Συνολικά λοιπόν στο γαλακτικό οξύ έχουμε 11 σ δεσμούς και έναν π δεσμό.

(β) Το άτομο C(1) περιβάλλεται από 4 ηλεκτρονικά ζεύγη των οποίων η γεωμετρία είναι τετραεδρική και συνεπώς ο υβριδισμός είναι sp^3 . Το άτομο C(2) θεωρείται, κατά το μοντέλο VSEPR, ότι έχει τρία δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων οπότε η γεωμετρία γύρω από αυτό είναι επίπεδη τριγωνική και ο υβριδισμός του C(2) είναι sp^2 . Το άτομο O(3) έχει γύρω τέσσερα ηλεκτρονικά ζεύγη και, όπως το C(1), ο υβριδισμός του είναι του τύπου sp^3 .

(γ) Μεταξύ ίδιων ατόμων, ο διπλός δεσμός είναι πάντα βραχύτερος από τον απλό διότι μέσω του διπλού δεσμού τα άτομα πλησιάζουν περισσότερο μεταξύ τους.

(δ) Η γωνία Α είναι περίπου 109° λόγω του sp^3 υβριδισμού του C(1). Η γωνία Β είναι κάπως μικρότερη από 109° , όπως περίπου στο μόριο H₂O. Η γωνία Γ είναι περίπου 120° λόγω του sp^2 υβριδισμού του C(2).

10. (α) Το σημαντικότερο κατιόν του νερού εν προκειμένω είναι το Ca²⁺. Αν συμβολίσουμε με HY³⁻ τη μορφή του ιόντος του EDTA που επικρατεί σε pH = 10, τότε η ζητούμενη χημική εξίσωση παριστάνεται ως εξής:



(β) Βλ. Σχήμα 23.8 (με Ca στη θέση του Fe).

(γ) Αν M_1 , V_1 η molarity και ο όγκος του διαλύματος EDTA και M_2 , V_2 η molarity (σε CaCO_3) και ο όγκος του δείγματος του νερού, τότε θα ισχύει: $M_1V_1 = M_2V_2$ (1)

$$1 \text{ mol CaCO}_3 = 100 \text{ g CaCO}_3 \Rightarrow 1 \text{ mmol CaCO}_3 = 100 \text{ mg CaCO}_3$$

1 αμερικανικός βαθμός σκληρότητας είναι $1 \text{ mg CaCO}_3 / 1000 \text{ mL νερού} \Rightarrow$

360 αμερικανικοί βαθμοί σκληρότητας είναι $360 \text{ mg CaCO}_3 / 1000 \text{ mL νερού}$

ή $360 \text{ mmol CaCO}_3 / 1000 \text{ mL} \Rightarrow$ συγκέντρωση $\text{CaCO}_3 = 3,60 \times 10^{-3} \text{ M}$

Έτσι έχουμε: $M_1 = 0,0100 \text{ M}$, $M_2 = 3,60 \times 10^{-3} \text{ M}$, $V_2 = 50,0 \text{ mL}$

$$(1) \Rightarrow V_1 = \frac{M_2V_2}{M_1} = \frac{3,60 \times 10^{-3} \times 50,0 \text{ mL}}{0,0100} = 18,0 \text{ mL}$$