

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

(Επιλέγετε δέκα από τα δεκατρία θέματα)

ΘΕΜΑΤΑ

1. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος; Γιατί;
- (α) Από τα στοιχεία Mg, Al, Cl, Xe, C και P, τον μεγαλύτερο θετικό αριθμό οξείδωσης εμφανίζει το Xe και τον μεγαλύτερο αρνητικό αριθμό οξείδωσης ο C.
 - (β) Μεταξύ των ατόμων των αερίων He και Ar αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου – διπόλου.
 - (γ) Στην ένωση CH₃Cl το κεντρικό άτομο χρησιμοποιεί sp^2 υβριδικά τροχιακά.
 - (δ) Ένα ηλεκτρόνιο 2*p* του ιόντος F⁻ έλκεται από το πυρηνικό φορτίο ισχυρότερα σε σχέση με ένα ηλεκτρόνιο 2*p* του ατόμου Ne.
 - (ε) Το χρώμιο έχει παραμαγνητισμό που αντιστοιχεί σε τέσσερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια.
 - (στ) Η ατομική ακτίνα του αζώτου είναι μεγαλύτερη από αυτή του φθορίου.
 - (ζ) Τα ιόντα Cl⁻ και Br⁻ έχουν ηλεκτρονική δομή φλοιού σθένους του ίδιου τύπου, δηλαδή ns^2np^6 , επομένως είναι ισοηλεκτρονικά.
 - (η) Η ενέργεια πλέγματος του MgO είναι μεγαλύτερη από αυτή του NaCl.
 - (θ) Το pH ενός διαλύματος NaOCl είναι μεγαλύτερο από το pH ενός διαλύματος NaCl.
 - (ι) Από τα αέρια CO₂ και O₂, μεγαλύτερη απόκλιση από την ιδανική συμπεριφορά δείχνει το CO₂.

2. Συμπληρώστε τα κενά:

- (α) Κατά τον προσδιορισμό των ιόντων Fe²⁺ μη πρόσφατου διαλύματος FeSO₄ με πρότυπο διάλυμα KMnO₄, η κατανάλωση KMnO₄ θα είναι (μεγαλύτερη / μικρότερη) σε σχέση με πρόσφατο διάλυμα FeSO₄ ίδιας αρχικής συγκέντρωσης, επειδή
- (β) Από τα διαλύματα 0,1 M των ενώσεων HCN, HCOOH, NH₃, HI και Mg(OH)₂, την υψηλότερη αγωγιμότητα παρουσιάζει η ένωση..... επειδή.....
- (γ) Για πιστοποίηση της αυτοκατάλυσης της αντίδρασης KMnO₄ – Na₂C₂O₄, από τις ενώσεις MnCl₂, MnO₂ και NaMnO₄, μόνο την ένωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε επειδή
- (δ) Αυξάνοντας το pH ενός υδατικού διαλύματος Na₂C₂O₇, το χρώμα μεταβάλλεται από σε επειδή
- (ε) Ένα δείγμα νερού A, όγκου 50,0 mL, για το οποίο καταναλώσατε 20,0 mL διαλύματος EDTA 0,0015 M έχει (μεγαλύτερη / μικρότερη) σκληρότητα από ένα δείγμα νερού B, όγκου 25,0 mL, για το οποίο καταναλώσατε 15,0 mL διαλύματος EDTA 0,0020 M, επειδή

3. Το pH κορεσμένου διαλύματος υδροξειδίου του αργιλίου, Al(OH)₃, στους 25°C βρέθηκε ίσο με 4,00. Εργαζόμενοι όπως στον πειραματικό προσδιορισμό της K_{sp} του Mg(OH)₂, υπολογίστε την K_{sp} του Al(OH)₃ στους 25°C.

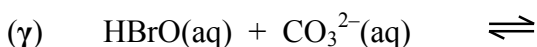
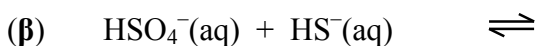
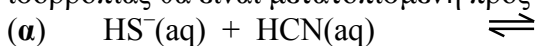
4. Το νικοτινικό οξύ, μια από τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β, είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ με μοριακό τύπο $\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$. Με διάλυση 0,492 g νικοτινικού οξέος σε 200 mL νερού προκύπτει διάλυμα με pH 3,26. Να υπολογισθεί η σταθερά διαστάσεως και ο βαθμός ιοντισμού του νικοτινικού οξέος.

Υπόδειξη: Υπολογίστε πρώτα τη συγκέντρωση του νικοτινικού οξέος.

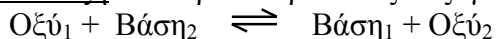
5. (α) Πόσα ηλεκτρόνια σθένους υπάρχουν στο φλοιό σθένους καθενός από τα ακόλουθα χημικά είδη; Ga, N^{3-} , P, S^{2-} , Cl^- , Sb, K^+ , In, Ca^{2+} , F^-

(β) Ποια από αυτά είναι ισοηλεκτρονικά;

6. Συμπληρώστε τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις και προβλέψτε, αν η θέση της ισορροπίας θα είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά.

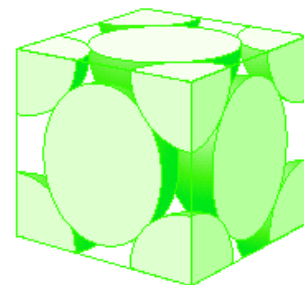


Υπόδειξη: Καθορίστε πρώτα τις συζυγίες οξέων – βάσεων σύμφωνα με την ισορροπία



7. Παραπλεύρως εικονίζεται το κρυσταλλικό πλέγμα στο οποίο κρυσταλλώνεται ο μεταλλικός χαλκός. Με δεδομένο ότι η πυκνότητα του χαλκού είναι $8,93 \text{ g/cm}^3$, υπολογίστε το μήκος της ακμής της στοιχειώδους κυψελίδας του πλέγματος του χαλκού. Αν τα άτομα του χαλκού θεωρηθούν σφαιρικά, πόση είναι η ακτίνα του ατόμου του χαλκού;

Υπόδειξη: Υπολογίστε πρώτα τον όγκο της μοναδιαίας (στοιχειώδους) κυψελίδας.



8. Όταν διαλύουμε στερεό I_2 σε υδατικό διάλυμα KI σχηματίζεται το ιόν I_3^- . Χρησιμοποιώντας δομές Lewis, εξηγήστε γιατί το ιόν F_3^- δεν έχει απομονωθεί ποτέ σε αντίθεση με το ιόν I_3^- ;

9. Δίνονται τα ιόντα Ca^{2+} , S^{2-} , Cl^- , K^+ και P^{3-} και οι τιμές ιοντικών ακτίνων 99 pm, 133 pm, 161 pm, 184 pm και 212 pm. Βρείτε ποια ακτίνα ταιριάζει σε καθένα από τα ιόντα αυτά.

10. Ένα υδατικό διάλυμα μιας μη πτητικής ουσίας πήζει στους $-0,62^\circ\text{C}$. Σε ποια θερμοκρασία θα ζέει αυτό το διάλυμα;

11. Αληθεύει η παρακάτω πρόταση; Τα ιόντα BrF_4^+ και BrF_4^- διαφέρουν μόνο κατά δύο ηλεκτρόνια, τα οποία ως ελαχιστότατα σωματίδια που είναι (και σε σχέση με το μέγεθος των παραπάνω ιόντων) δεν επηρεάζουν τη συνολική γεωμετρία και έτσι τα δύο αυτά ιόντα έχουν το ίδιο σχήμα. Δώστε μια σαφή απάντηση συγκρίνοντας τις γεωμετρίες των δύο ιόντων. Ποιος ο υβριδισμός του κεντρικού ατόμου σε κάθε περίπτωση;

12. Δίνεται μια μετάπτωση του ηλεκτρονίου του υδρογονοατόμου στα 1876 nm.
(α) Σε ποια περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εμφανίζεται η αντίστοιχη φασματική γραμμή;
(β) Σε ποια μετάπτωση του ηλεκτρονίου οφείλεται η εν λόγω φασματική γραμμή;
13. Ποιο είναι λιγότερο παραμαγνητικό, το άτομο Co, το ιόν Co^{3+} ή το σύμπλοκο $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$;

Από τα 13 θέματα, υποχρεωτικά για όλους είναι τα Θέματα 1, 2 και 3. Τα Θέματα 2 και 3 έχουν άμεση σχέση με τις εργαστηριακές ασκήσεις. Από τα Θέματα 4 – 13 θα πρέπει να επιλέξετε 7 θέματα, έτσι ώστε το σύνολο των θεμάτων που θα έχετε να επεξεργασθείτε να είναι 10. Αν επιλέξετε περισσότερα, θα αφαιρεθεί αντίστοιχος αριθμός θεμάτων με την υψηλότερη βαθμολογία. Η συμπλήρωση των κενών του Θέματος 2 να γίνει στην κόλλα των εξετάσεων. Όλα τα θέματα είναι ισότιμα μεταξύ τους και καθένα βαθμολογείται με άριστα το 10. Όσα δεδομένα χρειάζεστε, υπάρχουν στο βιβλίο σας. Γράφετε ευανάγνωστα και καθαρά! Όλες οι απαντήσεις να είναι επαρκώς αιτιολογημένες!!!
Απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση και ανεκτέλεστες αριθμητικές πράξεις δεν λαμβάνονται υπ' όψιν. Δώστε προσοχή στα σημαντικά ψηφία των αριθμητικών αποτελεσμάτων!
☺ Καλή επιτυχία.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. (α) Σωστό. Το Xe ανήκει στην Ομάδα VIIIA και έχει μέγιστο θετικό αριθμό οξειδωσης ίσο με τον αριθμό της ομάδας του, δηλαδή +8. Ο C ανήκει στην Ομάδα IVA και ο ελάχιστος αριθμός οξειδωσης είναι $4 - 8 = -4$.
(β) Λάθος. Τα αέρια He και Ar είναι μονατομικά και οι μοναδικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους είναι οι δυνάμεις London (ή διασποράς).
(γ) Λάθος. Το CH_3Cl προέρχεται από το μεθάνιο, CH_4 , με κεντρικό άτομο το C και υβριδισμό sp^3 , αφού γύρω από το C υπάρχουν 4 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων.
(δ) Λάθος. Τα F^- και Ne είναι ισοηλεκτρονικά. Όμως, το πυρηνικό φορτίο του Ne ($Z = 10$) είναι μεγαλύτερο από αυτό του F^- ($Z = 9$) και ασκεί μεγαλύτερη έλξη.
(ε) Λάθος. Το Cr έχει εξωτερική ηλεκτρονική δομή $3d^5 4s^1$ και συνεπώς διαθέτει 6 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.
(στ) Σωστό. Οι ατομικές ακτίνες μέσα σε μια περίοδο μεγαλώνουν από δεξιά προς τα αριστερά. Επομένως το N που βρίσκεται αριστερά του F έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το F.
(ζ) Λάθος. Για να είναι δύο ατομικά είδη ισοηλεκτρονικά θα πρέπει να έχουν και τον ίδιο συνολικό αριθμό ηλεκτρονίων. Όμως το Cl^- έχει 18 ηλεκτρόνια και το Br^- 36.
(η) Σωστό. Όσο υψηλότερα τα φορτία και όσο μικρότερες οι ακτίνες των ιόντων, τόσο μεγαλύτερη η ενέργεια πλέγματος (Νόμος Coulomb). Τα ιόντα Mg^{2+} και O^{2-} έχουν υψηλότερα φορτία και μικρότερες ακτίνες από τα Na^+ και Cl^- , αντίστοιχα.

(θ) Σωστό. Το NaOCl δίνει τα ιόντα Na^+ και OCl^- . Το OCl^- υδρολύεται ως προερχόμενο από το ασθενές οξύ HOCl και δίνει διάλυμα με $\text{pH} > 7$. Από το NaCl δεν υδρολύεται κανένα ιόν. Άρα, $\text{pH} = 7$.

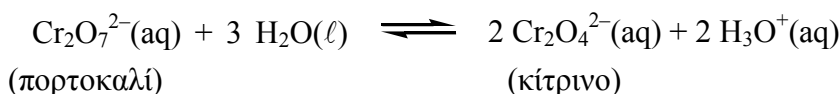
(ι) Σωστό. Μεγαλύτερη απόκλιση δείχνει το αέριο με τις ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις. Το CO_2 (γενικός τύπος AX_2) είναι γραμμικό και μη πολικό. Άρα, οι μοναδικές διαμοριακές δυνάμεις είναι οι δυνάμεις London. Το ίδιο και για το O_2 . Επειδή όμως το CO_2 έχει μεγαλύτερο μοριακό βάρος από το O_2 , οι διαμοριακές δυνάμεις στο CO_2 θα είναι μεγαλύτερες.

2. (α) ... μικρότερη, επειδή ένα μέρος των ιόντων Fe^{2+} θα έχει οξειδωθεί από τον αέρα προς Fe^{3+} και άρα δεν θα αντιδράσει με KMnO_4 .

(β) ... HI, επειδή είναι ισχυρό οξύ (από τα ισχυρότερα), δηλαδή ισχυρός ηλεκτρολύτης. Όλες οι υπόλοιπες ενώσεις ανήκουν στους ασθενείς ηλεκτρολύτες. Το $\text{Mg}(\text{OH})_2$ είναι δυσδιάλυτο.

(γ) ... MnCl_2 , επειδή μόνο αυτή παρέχει στο νερό ιόντα Mn^{2+} που καταλύουν την αντίδραση.

(δ) ... πορτοκαλί σε κίτρινο, επειδή η παρακάτω ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά (δέσμευση H_3O^+)



(ε) ... μικρότερη, επειδή τα 50,0 mL του δείγματος Β απαιτούν 30,0 mL διαλύματος EDTA 0,0020 M, δηλαδή $0,0300 \text{ L} \times 0,0020 \text{ mol/L} = 6,0 \times 10^{-5} \text{ mol EDTA}$, έναντι $0,0200 \text{ L} \times 0,0015 \text{ mol/L} = 3,0 \times 10^{-5} \text{ mol EDTA}$ του δείγματος Α.

3. $\text{pH} = 4,00 \Rightarrow \text{pOH} = 10,00 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-10} \text{ M}$
Από την ισορροπία



συνάγεται ότι $[\text{Al}^{3+}] = 1/3 [\text{OH}^-] = 1/3(1,0 \times 10^{-10} \text{ M})$ και

$$K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 1/3(1,0 \times 10^{-10})(1,0 \times 10^{-10})^3 = 3,3 \times 10^{-41}$$

4. $1 \text{ mol HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2 = 123,111 \text{ g} \Rightarrow$

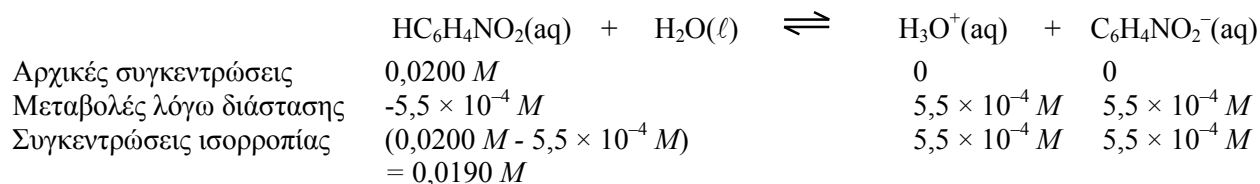
$$0,492 \text{ g HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2 = \frac{0,492 \text{ g}}{123,111 \text{ g/mol}} = 4,00 \times 10^{-3} \text{ mol HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$$

Ο όγκος του διαλύματος είναι 200 mL ή 0,200 L. Συνεπώς, η συγκέντρωση είναι:

$$\frac{4,00 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,200 \text{ L}} = 0,0200 \text{ M}$$

$$\text{Επειδή } \text{pH} = 3,26 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,26} = 5,5 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Το $\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ ως ασθενές μονοπρωτικό οξύ δίσταται στο νερό σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση και οι συγκεντρώσεις θα είναι:



$$\text{Άρα, } K_\alpha = \frac{[\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2]} = \frac{(5,5 \times 10^{-4}) \times (5,5 \times 10^{-4})}{0,0190} = \frac{3,025 \times 10^{-7}}{0,0190} = 1,6 \times 10^{-5}$$

Εξ ορισμού, ο βαθμός ιοντισμού α θα είναι

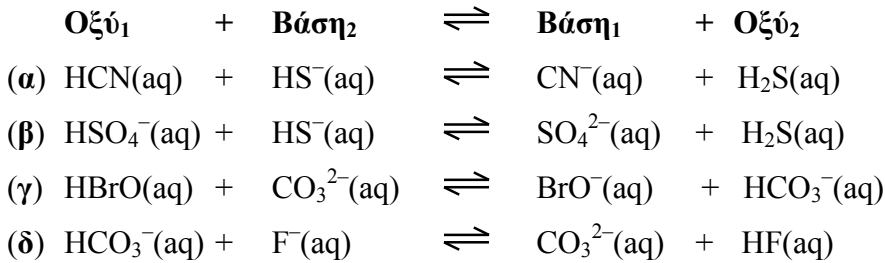
$$\alpha = \frac{[\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2^-]}{[\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2]} = \frac{5,5 \times 10^{-4} \text{ M}}{0,0200 \text{ M}} = 0,028 \text{ ή } 2,8\%$$

5. (α) Επειδή πρόκειται για στοιχεία κυρίων ομάδων, ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους των ουδέτερων ατόμων συμπίπτει με τον αριθμό της ομάδας του περιοδικού πίνακα στην οποία ανήκει το στοιχείο. Αν το στοιχείο φέρει αρνητικό (ή θετικό) φορτίο, προσθέτουμε (ή αφαιρούμε) στον (ή από τον) αριθμό της ομάδας του τόσα ηλεκτρόνια όσα υποδηλώνει το φορτίο του. Έτσι έχουμε:

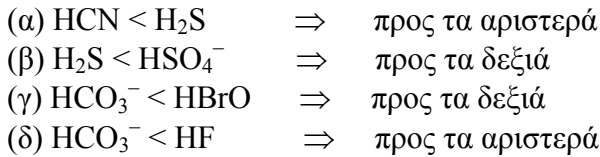
	Ga	N N ³⁻	P	S S ²⁻	Cl Cl ⁻	Sb	K K ⁺	In	Ca Ca ²⁺	F F ⁻
κύρια ομάδα	III	V	V	VI	VII	V	I	III	II	VII
ηλεκτρόνια σθένους	3	5+3 = 8	5	6+2 = 8	7+1 = 8	5	1 - 1 = 0	3	2 - 2 = 0	7+1 = 8

(β) Ισοηλεκτρονικά είναι τα χημικά είδη που έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων και την ίδια ηλεκτρονική δομή. Πρόκειται για τα N³⁻ και F⁻ με δομή [Ne], καθώς και τα S²⁻, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺, με δομή [Ar].

6. Σύμφωνα με την υπόδειξη θα έχουμε:



Η θέση της ισορροπίας είναι μετατοπισμένη προς την πλευρά του ασθενέστερου οξέος ή βάσης. Με τη βοήθεια του Πίνακα 15.2 βρίσκουμε ποιο είναι το ασθενέστερο οξύ σε κάθε ισορροπία και κρίνουμε προς τα πού είναι μετατοπισμένη η ισορροπία:



7. Έστω ότι η μοναδιαία κυψελίδα του Cu έχει όγκο V και περιέχει n άτομα. Η μάζα m των n ατόμων της κυψελίδας θα είναι $m = d V$ (d = η πυκνότητα του Cu). Αν M η γραμμομοριακή μάζα του Cu και N_A ο αριθμός του Avogadro, προκύπτει η αναλογία

τα n άτομα έχουν μάζα $d V$ και
τα N_A άτομα έχουν μάζα M g

$$\text{άρα, } \frac{n}{N_A} = \frac{dV}{M} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{nM}{N_A d} \quad (1)$$

Από το σχήμα προκύπτει ότι πρόκειται για ολοεδρικά κεντρωμένο (ή επιπεδοκεντρωμένο) πλέγμα για το οποίο είναι $n = 4$. Άρα,

$$V = \frac{nM}{N_A d} = \frac{(4 \text{ άτομα})(63,546 \text{ g/mol})}{(6,02 \times 10^{23} \text{ άτομα/mol})(8,93 \text{ g/cm}^3)} = 47,3 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$$

Αν ℓ το μήκος της ακμής της μοναδιαίας κυψελίδας, θα είναι $V = \ell^3$ και επομένως

$$\ell = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{47,3 \times 10^{-24} \text{ cm}^3} = 3,62 \times 10^{-8} \text{ cm} \quad \text{ή} \quad \ell = 362 \text{ pm}$$

Αν r η ζητούμενη ατομική ακτίνα, τότε, επειδή κατά μήκος μιας διαγωνίου έδρας έχουμε μία σφαίρα και δύο μισές (δηλαδή 4 ακτίνες r), βάσει του Πυθαγορείου Θεωρήματος θα ισχύει

$$(4r)^2 = \ell^2 + \ell^2 = 2\ell^2 \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt{2} \ell/4 = (1,41 \times 362 \text{ pm}) / 4 \quad \Rightarrow \quad r = 128 \text{ pm}$$

8. Το F_3^- , με 22 ηλεκτρόνια σθένους, έχει δομή Lewis $[\ddot{F}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{F}}-\ddot{F}]^-$

Επειδή η δομή αυτή θέλει υποχρεωτικά ένα άτομο F, για το οποίο ως γνωστόν ισχύει αυστηρά ο κανόνας των 8 ηλεκτρονίων, να περιβάλλεται από 10 ηλεκτρόνια, το ιόν F_3^- δεν υπάρχει.

Αντίθετα, το I στη δομή $[\ddot{I}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{I}}-\ddot{I}]^-$

μπορεί να περιβάλλεται από περισσότερα των 8 ηλεκτρονίων (διευρυμένος φλοιός σθένους, εξαίρεση του κανόνα των 8 ηλεκτρονίων). Γι' αυτό το I_3^- είναι παρακτό.

9. Τα δεδομένα ιόντα είναι ισοηλεκτρονικά (18 ηλεκτρόνια, δομή [Ar]). Η ιοντική ακτίνα είναι αντιστρόφως ανάλογη του ατομικού αριθμού Z, δηλαδή όσο περισσότερα πρωτόνια (θετικά φορτία) έχει ο πυρήνας, τόσο ισχυρότερα θα έλκονται τα 18 ηλεκτρόνια και τόσο μικρότερη θα είναι η ιοντική ακτίνα. Έτσι έχουμε:

$${}_{15}P^{3-} (212 \text{ pm}) > {}_{16}S^{2-} (184 \text{ pm}) > {}_{17}Cl^- 161 \text{ pm} > {}_{19}K^+ (133 \text{ pm}) > {}_{20}Ca^{2+} (99 \text{ pm})$$

10. Για την ανύψωση του σημείου ζέσεως και την ταπείνωση του σημείου πήξεως ενός διαλύματος μη πτητικής ουσίας ισχύουν, αντίστοιχα, οι εξισώσεις

$$\Delta T_b = K_b c_m \quad (1)$$

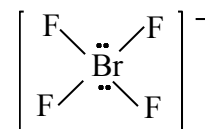
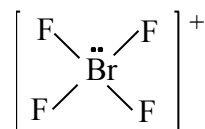
$$\Delta T_f = K_f c_m \quad (2)$$

Ζητείται η ΔT_b . Είναι $K_b = 0,512 \text{ }^\circ\text{C}/m$, $c_m = \eta \text{ molality } m$, $\Delta T_f = -0,62^\circ\text{C}$, $K_f = -1,848^\circ\text{C}$
Διαιρούμε τις (1) και (2) κατά μέλη:

$$\frac{\Delta T_b}{\Delta T_f} = \frac{K_b c_m}{K_f c_m} \Rightarrow \Delta T_b = \Delta T_f \frac{K_b}{K_f} = -0,62^\circ\text{C} \times \frac{0,512^\circ\text{C}}{-1,848^\circ\text{C}} = 0,17^\circ\text{C}$$

Άρα, το διάλυμα ζέει στους $100,17^\circ\text{C}$.

11. Το ιόν BrF_4^+ με $5 \times 7 - 1 = 34$ ηλεκτρόνια σθένους και το ιόν BrF_4^- με $5 \times 7 + 1 = 36$ ηλεκτρόνια σθένους έχουν τις ακόλουθες δομές Lewis:



Γενικός τύπος

AX_4E

AX_4E_2

E = ελεύθερο (μονήρες) ζεύγος ηλεκτρονίων

Ο γενικός τύπος AX₄E δίνει συνολική γεωμετρία ηλεκτρονικών ζευγών *τριγωνική διπυραμιδική* (sp^3d υβριδισμός για το Br) και πραγματική μοριακή γεωμετρία *παραμορφωμένη τετραεδρική*. Ο τύπος AX₄E₂ δίνει συνολική γεωμετρία ηλεκτρονικών ζευγών *οκταεδρική* (sp^3d^2 υβριδισμός για το Br) και πραγματική μοριακή γεωμετρία *επίπεδη τετραγωνική*.

12. (α) $1876 \text{ nm} = 1876 \times 10^{-9} \text{ m} = 1,876 \times 10^{-6} \text{ m}$ (περιοχή υπερύθρου, Σχήμα 7.5, Σελ. 279)

(β) Για τις μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου του ατόμου H ισχύει γενικά η εξίσωση (Σελ. 286)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{hc} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad (1)$$

$$R_H = 2,179 \times 10^{-18} \text{ J}, \quad h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, \quad c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s},$$

n_f και n_i οι κύριοι κβαντικοί αριθμοί του τελικού και αρχικού επιπέδου ενέργειας του ηλεκτρονίου, αντίστοιχα. Οι n_f και n_i είναι ακέραιοι θετικοί με $n_f < n_i$

$$(1) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} = \frac{hc}{\lambda R_H} = \frac{(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1876 \times 10^{-9} \text{ m})(2,179 \times 10^{-18} \text{ J})} = 0,04860 \quad (2)$$

Επειδή πρόκειται για μετάπτωση στην περιοχή υπερύθρου (Σειρά Paschen, Σχήμα 7.11), πρέπει να είναι $n_f = 3$ και $n_i \geq 4$.

Εξετάζοντας αρχικά την περίπτωση για την οποία $n_f = 3$ και $n_i = 4$, βρίσκουμε από την εξίσωση (2)

$$\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} = 0,04861$$

Άρα η ζητούμενη μετάπτωση του ηλεκτρονίου είναι από το επίπεδο $n_i = 4$ στο επίπεδο $n_f = 3$.

13. Περισσότερο παραμαγνητικό θα είναι αυτό που διαθέτει τα περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

Το άτομο του Co ($Z = 27$) έχει την ηλεκτρονική δομή



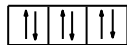
δηλαδή διαθέτει 3 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

Το ιόν Co^{3+} έχει ηλεκτρονική δομή



δηλαδή διαθέτει 4 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

Στο οκταεδρικό σύμπλοκο $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$, το κεντρικό μέταλλο είναι το Co^{3+} (6 d ηλεκτρόνια). Το CN^- είναι υποκαταστάτης ισχυρού πεδίου (ισχυρής σύνδεσης) και προκαλεί μεγάλο διαχωρισμό των d ενεργειακών επιπέδων. Άρα, τα έξι d ηλεκτρόνια του $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$ θα βρίσκονται στα τρία χαμηλότερης ενέργειας d τροχιακά (t_{2g}), θα έχουμε δηλαδή διάταξη χαμηλού spin και κανένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο:



Σύμφωνα με αυτά, λιγότερο παραμαγνητικό είναι το άτομο Co . (Το $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$ είναι διαμαγνητικό.)