

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ****ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ****ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Οδηγίες εξετάσεως

Θέματα 1-8: Σημειώστε Χ στον κύκλο με τη σωστή απάντηση.

Θέματα 9 και 10: Αιτιολογείστε λεπτομερώς την απάντησή σας, στον χώρο που σας διατίθεται.

Βαθμολόγηση: Κάθε σωστή επιλογή για τα θέματα 1-8, βαθμολογείται με 1. Για κάθε εσφαλμένη απάντηση, αφαιρείται 1/3 της μονάδας από τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Κάθε ερώτηση που δεν απαντάται, βαθμολογείται με 0.

Καθένα από τα θέματα 9 και 10, εφόσον απαντηθεί σωστά, λαμβάνει 2 μονάδες. Άριστα είναι το 12 και βάση είναι το 6.

Δίνονται οι σταθερές: $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$ και $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Χρησιμοποιείτε σωστά τα σημαντικά ψηφία! Καλή επιτυχία!

ΘΕΜΑΤΑ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Δίνονται τα άλατα SrBr_2 , K_2S , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ και AlF_3 . Το άλας του οποίου υδρολύονται και τα δύο ιόντα είναι το

 SrBr_2 K_2S $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ AlF_3

ΑΠ. Τα ιόντα Br^- και Sr^{2+} δεν υδρολύονται διότι θεωρητικά προέρχονται, το πρώτο από ισχυρό οξύ (HBr) και το δεύτερο από ισχυρή βάση [$\text{Sr}(\text{OH})_2$]. Από τα ιόντα του K_2S , υδρολύεται μόνο το ανιόν S^{2-} , ως προερχόμενο από το ασθενές οξύ H_2S .

Από τα ιόντα του $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, υδρολύεται μόνο το κατιόν Cu^{2+} , ως προερχόμενο από την ασθενή βάση $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Τα ιόντα Al^{3+} και F^- του άλατος AlF_3 υδρολύονται και τα δύο, ως προερχόμενα από ασθενείς ηλεκτρολύτες (Ενότητα 16.4). Συγκεκριμένα, το Al^{3+} προέρχεται θεωρητικά από την ασθενή βάση $\text{Al}(\text{OH})_3$ και το F^- από το ασθενές οξύ HF . Σωστό το **AlF_3** .

2. Για τα χημικά είδη CO , CN^- , NO και NO^+ , δίνονται οι ακόλουθες προτάσεις:

(α) Τα χημικά είδη είναι **όλα** ισοηλεκτρονικά.(β) Σε **όλα** τα χημικά είδη ο δεσμός είναι πολωμένος.(γ) Η τάξη δεσμού σε **όλα** τα χημικά είδη είναι 3.(δ) Σε **όλα** τα χημικά είδη ο δεσμός ερμηνεύεται από τη θεωρία των μοριακών τροχιακών.

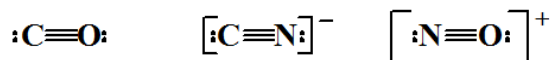
Οι δύο προτάσεις που ΔΕΝ αληθεύουν ταυτόχρονα είναι

 (α) και (β) (α) και (γ) (γ) και (δ) (β) και (δ)

ΑΠ. (α) Τα χημικά είδη CO , CN^- και NO^+ , με 10 ηλεκτρόνια σθένους ή 14 συνολικά, είναι πράγματι ισοηλεκτρονικά. Όμως, το NO έχει 11 ηλεκτρόνια σθένους ή 15 συνολικά και άρα **δεν** είναι ισοηλεκτρονικό με τα υπόλοιπα.

(β) Ο δεσμός είναι πολωμένος σε **όλα** τα χημικά είδη, λόγω διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων.

(γ) Οι δομές Lewis των χημικών ειδών CO, CN⁻ και NO⁺ είναι



και δείχνουν τριπλό δεσμό, δηλαδή τάξη δεσμού = 3. Όμως, για το NO που έχει περιττό αριθμό ηλεκτρονίων σθένους και αποτελεί ρίζα, **δεν** ισχύει ο κανόνας της οκτάδας και η τάξη δεσμού σε αυτό βρίσκεται μόνο με εφαρμογή της θεωρίας των μοριακών τροχιακών (τ.δ. = 2,5).

(δ) Πράγματι, η θεωρία των μοριακών τροχιακών ερμηνεύει τη δυνατότητα ύπαρξης και τον δεσμό σε όλα τα ετεροπυρηνικά διατομικά μόρια (Ενότητα 10.6). Σωστό: **(α) και (γ)**

3. Ένα από τα χημικά είδη HSO₃⁻, NO₃⁻, H₂PO₄⁻ και NO₂⁻ απαιτεί για την περιγραφή των δεσμών του τη χρησιμοποίηση τριών δομών συντονισμού. Το χημικό αυτό είδος είναι το

HSO₃⁻

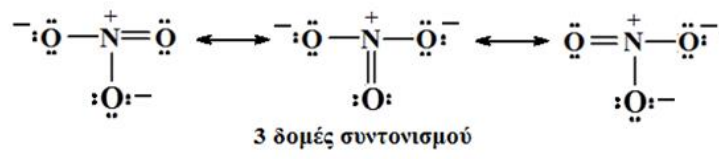
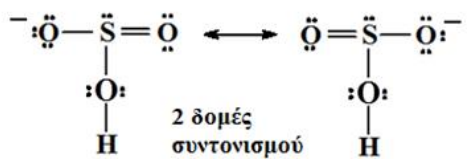
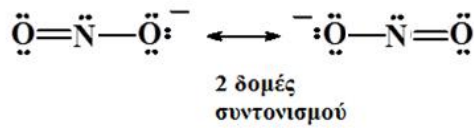
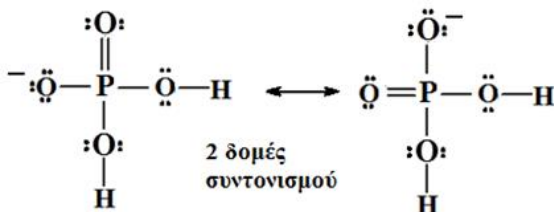
NO₃⁻

H₂PO₄⁻

NO₂⁻

ΑΠ. Όταν η δεσμική κατάσταση σε ένα μόριο δεν μπορεί να αποδοθεί με έναν μόνο τύπο Lewis, τότε το μόριο διατυπώνεται με δύο ή περισσότερες δομές συντονισμού.

Για τα δεδομένα χημικά είδη, οι δομές συντονισμού είναι:



Βλέπουμε ότι για την περιγραφή του, 3 δομές συντονισμού απαιτεί μόνο το νιτρικό ιόν, **NO₃⁻**.

4. Δίνονται τα υδατικά διαλύματα των:

(α) CaBr₂, (β) NH₄Br, (γ) KCN, (δ) Ba(OH)₂, (ε) HBr

συγκεντρώσεως 0,010 M το καθένα. Η κατάταξη αυτών κατά σειρά ελαττούμενου pH (από το μεγαλύτερο pH προς το μικρότερο) είναι η εξής:

Ba(OH)₂ > KCN > CaBr₂ > NH₄Br > HBr

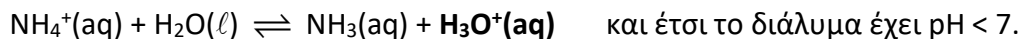
Ba(OH)₂ > NH₄Br > CaBr₂ > KCN > HBr

HBr > NH₄Br > CaBr₂ > KCN > Ba(OH)₂

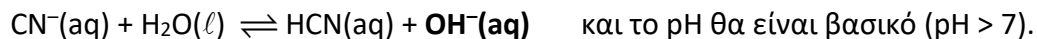
HBr > KCN > CaBr₂ > NH₄Br > Ba(OH)₂

ΑΠ. (α) CaBr_2 : άλας προερχόμενο από εξουδετέρωση ισχυρής βάσεως, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, από ισχυρό οξύ, HBr (Πίνακας 15.1). Γι' αυτό δεν υδρολύεται ούτε το κατιόν (Ca^{2+}) ούτε το ανιόν (Br^-) και έτσι αυτό το διάλυμα έχει $\text{pH} = 7$.

(β) NH_4Br : άλας προερχόμενο από εξουδετέρωση ασθενούς βάσεως, NH_3 , από ισχυρό οξύ, HBr . Γι' αυτό υδρολύεται το κατιόν (NH_4^+):



(γ) KCN : άλας προερχόμενο από εξουδετέρωση ισχυρής βάσεως, KOH , από ασθενές οξύ, HCN . Γι' αυτό υδρολύεται το ανιόν (CN^-):



(δ) $\text{Ba}(\text{OH})_2$: πολύ ισχυρή βάση (πλήρης διάσταση, $\text{pH} > 12,00$)

(ε) HBr : πολύ ισχυρό οξύ (πλήρης διάσταση) $\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,010 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2,00$

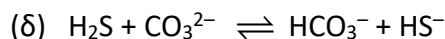
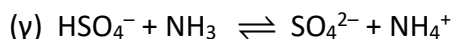
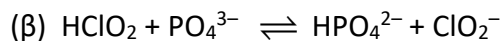
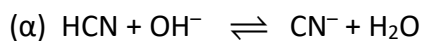
$\text{Ba}(\text{OH})_2$: πολύ ισχυρή βάση (πλήρης διάσταση):

από 1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2 \Rightarrow 2 \text{ mol}$ ιόντων $\text{OH}^- \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,020 \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} < 2,00 \Rightarrow \text{pH} > 12,00$.

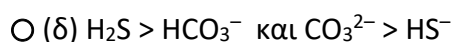
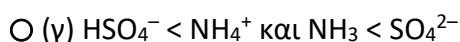
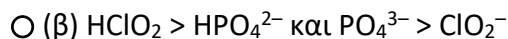
Η ζητούμενη κατάταξη είναι η **πρώτη**: $\text{Ba}(\text{OH})_2 > \text{KCN} > \text{CaBr}_2 > \text{NH}_4\text{Br} > \text{HBr}$

5. Δίνεται ότι καθεμιά από τις παρακάτω ισορροπίες είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

(Όλα τα ιόντα και αδιάστατα μόρια θεωρούνται εφυδατωμένα.)

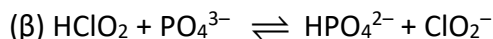
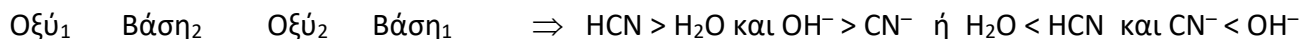
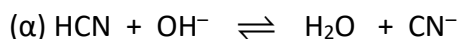


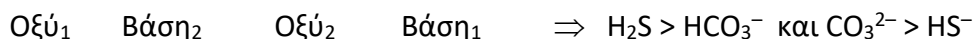
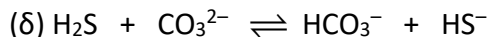
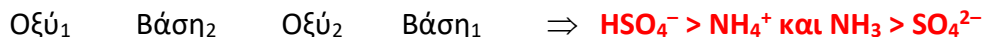
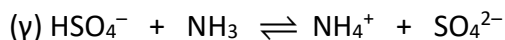
Βρείτε σε ποια από αυτές ΔΕΝ ισχύει η σχέση για τα συζυγή οξέα και βάσεις:



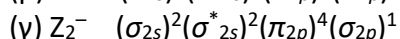
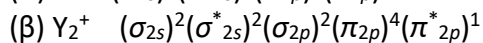
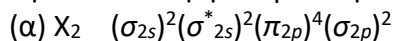
ΑΠ. Γενικά, καθεμιά από τις παραπάνω ισορροπίες μπορεί να γραφεί ως $\text{Ox}_1 + \text{Base}_2 \rightleftharpoons \text{Base}_1 + \text{Ox}_2$

Γνωρίζουμε ότι η θέση σε μια τέτοια ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς την πλευρά του ασθενέστερου οξέως (ή βάσεως) (Ενότητα 15.4). Με δεδομένο λοιπόν ότι για τις παραπάνω χημικές εξισώσεις η θέση ισορροπίας είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, το Ox_1 θα είναι ισχυρότερο από το Ox_2 και η Base_2 ισχυρότερη από τη Base_1 . Έτσι, έχουμε:

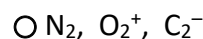
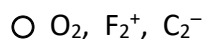
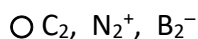
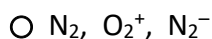




6. Ταυτοποιήστε το στοιχείο Χ, Υ, Ζ της δεύτερης περιόδου το οποίο, ως διατομικό μόριο ή ιόν έχει την ακόλουθη ηλεκτρονική διάταξη σθένους:



Ποια από τις παρακάτω τριάδες στοιχείων είναι **απόλυτα** ορθή;

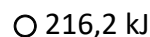
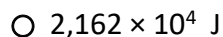
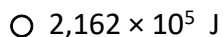
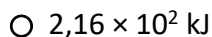


ΑΠ. (α) Επειδή τα ηλεκτρόνια σθένους στο X_2 είναι 10, το άτομο Χ έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους και άρα ανήκει στην Ομάδα 5A $\Rightarrow \text{X}_2 = \text{N}_2$ (άζωτο).

(β) Το ιόν Y_2^+ έχει 11 ηλεκτρόνια σθένους και συνεπώς το ουδέτερο μόριο Y_2 έχει 12 ηλεκτρόνια σθένους και το άτομο Υ έχει 6 ηλεκτρόνια σθένους \Rightarrow το Υ ανήκει στην Ομάδα 6A και είναι το οξυγόνο ($\text{Y}_2 = \text{O}_2$ και $\text{Y}_2^+ = \text{O}_2^+$).

(γ) Το ιόν Z_2^- έχει 9 ηλεκτρόνια σθένους και συνεπώς το ουδέτερο μόριο Z_2 έχει 8 ηλεκτρόνια σθένους και το άτομο Ζ έχει 4 ηλεκτρόνια σθένους \Rightarrow το Ζ ανήκει στην Ομάδα 4A και είναι ο άνθρακας ($\text{Z}_2 = \text{C}_2$ και $\text{Z}_2^- = \text{C}_2^-$). Σωστή είναι η **τελευταία**

7. Όταν θερμαίνουμε ενώσεις του βαρίου στη φλόγα του λύχνου Bunsen, εκπέμπεται πράσινο φως μήκους κύματος 554 nm. Πόση ενέργεια ελευθερώνεται, όταν κάθε άτομο από ένα mole ατόμων βαρίου εκπέμπει ένα φωτόνιο αυτού του μήκους κύματος;



ΑΠ. Η ενέργεια ενός φωτονίου δίνεται από τη σχέση $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ (1)

όπου $\lambda = 554 \text{ nm} = 5,54 \times 10^{-7} \text{ m}$, $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

$$(1) \Rightarrow E = \frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})}{5,54 \times 10^{-7} \text{ m}} = 3,59 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Η ενέργεια ενός mole ($6,022 \times 10^{23}$) φωτονίων είναι:

$$E = (6,022 \times 10^{23} \text{ φωτόνια})(3,59 \times 10^{-19} \text{ J/φωτόνιο}) = 21,6 \times 10^4 \text{ J} = 216 \text{ kJ} \text{ ή } \mathbf{2,16 \times 10^2 \text{ kJ}}$$

8. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις έχει το υψηλότερο σημείο ζέσεως;

(α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, (β) H_2O_2 (γ) CH_3OH , (δ) $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{O}_5$

H_2O_2

CH_3OH

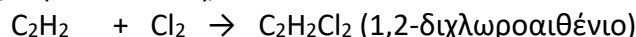
$\text{CH}_3\text{OC}_2\text{O}_5$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$

ΑΠ. Το υψηλότερο σημείο ζέσεως θα εμφανίζει η ένωση, μεταξύ των μορίων της οποίας ασκούνται οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις. Από τις διάφορες διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων των δεδομένων ενώσεων, οι πλέον ισχυρές είναι αυτές που οφείλονται σε δεσμούς υδρογόνου. Τέτοιες δυνάμεις έχουμε για τις ενώσεις (α), (β) και (γ). Η ένωση (δ) είναι ένας αιθέρας και μεταξύ των μορίων του ασκούνται μόνο σχετικά ασθενείς δυνάμεις London και δυνάμεις διπόλου – διπόλου.

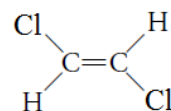
Στην ένωση (α), για την ομάδα $-\text{NH}_2$ έχουμε 2 άτομα H και 1 μονήρες ηλεκτρονικό ζεύγος (HZ) στο N. Άρα, αριθμός δεσμών H ανά μόριο = $2 \times 1 = 2$. Ομοίως, στην ένωση (γ), για την ομάδα $-\text{OH}$ έχουμε 1 άτομο H και 2 μονήρη ηλεκτρονικά ζεύγη (HZ) στο O. Άρα, και εδώ, αριθμός δεσμών H ανά μόριο = $2 \times 1 = 2$. Στην ένωση (β), υπεροξείδιο του υδρογόνου, έχουμε συνολικά 2 άτομα H και 2 μονήρη ηλεκτρονικά ζεύγη (HZ) σε κάθε O. Άρα, εδώ αριθμός δεσμών H ανά μόριο = $2 \times 2 = 4$. Επειδή στο H_2O_2 έχουμε τον μεγαλύτερο αριθμό δεσμών H ανά μόριο, το H_2O_2 θα εμφανίζει τις ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις και συνεπώς το υψηλότερο σημείο ζέσεως.

9. Τι αλλάζει στον υβριδισμό και στον αριθμό οξειδωσης των ατόμων C, όταν το Cl_2 αντιδρά με ακετυλένιο, C_2H_2 , ως ακολούθως;



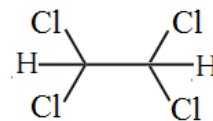
ΑΠ. Στο ακετυλένιο, $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$, τα δύο άτομα C συνδέονται μέσω τριπλού δεσμού (1 σ δεσμός και 2 π δεσμοί) και άρα ο υβριδισμός των δύο ατόμων C είναι sp (Σελ. 417).

Όταν προστίθεται το πρώτο μόριο Cl_2 , διασπάται ο ένας π δεσμός και λαμβάνεται το 1,2-διχλωροαιθένιο, $\text{ClHC}=\text{CHCl}$, στο οποίο τα δύο άτομα C συνδέονται μέσω διπλού δεσμού και συνεπώς ο υβριδισμός των ατόμων C έχει γίνει sp^2 , όπως στο αιθυλένιο (Ενότητα 10.4).



Κατά τη δεύτερη προσθήκη Cl_2 , διασπάται και ο άλλος π δεσμός και λαμβάνεται τετραχλωροαιθάνιο, $\text{Cl}_2\text{HC}-\text{CHCl}_2$.

Σε αυτό, τα δύο άτομα C συνδέονται με τα υπόλοιπα και μεταξύ τους μέσω απλών δεσμών και συνεπώς ο υβριδισμός των ατόμων C έχει γίνει sp^3 .



Ο αριθμός οξειδωσης του C στο C_2H_2 είναι $2x + 2(+1) = 0 \Rightarrow x = -1$ και στο $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ είναι $2x + 2(+1) + 2(-1) = 0 \Rightarrow x = 0$

Ο αριθμός οξειδωσης του C στο $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ είναι 0 και στο $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ είναι $2x + 2(+1) + 4(-1) = 0 \Rightarrow x = +1$

10. (α) Σχεδιάστε τις δομές Lewis των μορίων AsF_5 και IF_5 (σε αέρια κατάσταση)

(β) Πώς χαρακτηρίζεται η γεωμετρία τους;

(γ) Τι είδους υβριδικά τροχιακά χρησιμοποιεί το κεντρικό άτομο σε κάθε μία εξ αυτών;

(δ) Ποιο από τα δύο μόρια δεν εμφανίζει μόνιμη διπολική ροπή;

ΑΠ. (α) Οι δομές Lewis των AsF_5 (40 ηλεκτρόνια σθένους) και IF_5 (42 ηλεκτρόνια σθένους) θα έχουν ως εξής:



(β) Στο μόριο AsF_5 , γύρω από το As (κεντρικό άτομο), υπάρχουν 5 δεσμικά και 0 μονήρη ηλεκτρονικά ζεύγη, δηλαδή το AsF_5 ανήκει στο γενικό τύπο AB_5 και, σύμφωνα με το πρότυπο VSEPR, η γεωμετρία των πέντε ηλεκτρονικών ζευγών είναι **τριγωνική διπυραμιδική**, όπως και η μοριακή γεωμετρία.

Στο μόριο IF_5 , γύρω από το I (κεντρικό άτομο), υπάρχουν 5 δεσμικά και 1 μονήρες ηλεκτρονικό ζεύγος, δηλαδή το IF_5 ανήκει στο γενικό τύπο AB_5E και, σύμφωνα με το πρότυπο VSEPR, η γεωμετρία των έξι ηλεκτρονικών ζευγών είναι οκταεδρική, αλλά η μοριακή γεωμετρία είναι **τετραγωνική πυραμιδική**.

(γ) Ο υβριδισμός του κεντρικού ατόμου As στο μόριο AsF_5 είναι sp^3d , αφού η τριγωνική διπυραμιδική γεωμετρία αντιστοιχεί σε αυτού του τύπου τον υβριδισμό. Στο μόριο IF_5 , ο υβριδισμός του κεντρικού ατόμου I είναι sp^3d^2 (Ενότητα 10.3).

(δ) Σύμφωνα με την Ενότητα 10.2 και το Πρδ 10.3, μόνιμη διπολική ροπή ($\mu_{\text{ολ}} \neq 0$) παρουσιάζει το μόριο IF_5 , αφού έχει τον γενικό τύπο AB_5E και μεταξύ των ατόμων I και F υπάρχει διαφορά ηλεκτραρνητικότητας. Αντίθετα, το AsF_5 με τύπο AB_5 είναι **απόλυτα συμμετρικό** και έχει $\mu_{\text{ολ}} = 0$, δηλαδή ΔΕΝ εμφανίζει μόνιμη διπολική ροπή.