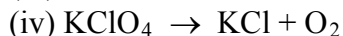
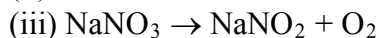
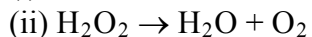
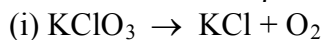


# ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

## ΘΕΜΑΤΑ

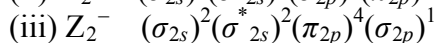
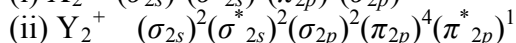
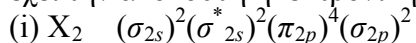
1. Δίνονται οι αντιδράσεις:



(α) Ποιες από αυτές τις αντιδράσεις είναι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής;

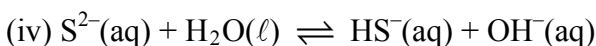
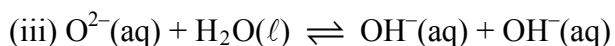
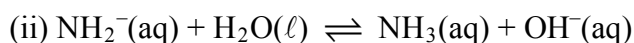
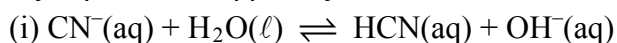
(β) Ισοσταθμίστε όλες τις χημικές εξισώσεις. (γ) Πόσα γραμμάρια οξυγόνου μπορούν να ληφθούν από τη διάσπαση 8,0 mol αντιδρώντος σε καθεμία από αυτές τις αντιδράσεις;

2. (α) Ταυτοποιήστε το στοιχείο X, Y, Z της δεύτερης περιόδου το οποίο, ως διατομικό μόριο ή ιόν έχει την ακόλουθη ηλεκτρονική διάταξη σθένους:



(β) Πόση είναι η τάξη δεσμού στο (ii);

3. (α) Κατά τη θεωρία των Brønsted – Lowry, ποιο είναι το οξύ και ποια είναι η βάση σε καθεμία από τις παρακάτω ισορροπίες;



(β) Προς ποια πλευρά είναι μετατοπισμένη η καθεμία από τις παραπάνω ισορροπίες;

*Παρατήρηση:* Για το (α), σε κάθε ισορροπία, θα βρείτε δύο οξέα και δύο βάσεις. Για το (β), οι συγκρίσεις ισχύος των οξέων ή βάσεων δεν απαιτούν τη γνώση των σταθερών διαστάσεως.

4. Για το άτομο του τιτανίου, γράψτε (α) τη θεμελιώδη ηλεκτρονική του δομή, (β) την ηλεκτρονική δομή για τη χαμηλότερη ενεργειακά διεγερμένη κατάσταση και (γ) μια απαγορευμένη (ή αδύνατη) ηλεκτρονική δομή.

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

6. Πειραματικά, αποδεικνύεται ότι το μόριο  $\text{PF}_2\text{Cl}_3$  είναι μη πολικό. Με βάση αυτή την πληροφορία, χαρακτηρίστε και σχεδιάστε τη γεωμετρία του μορίου.

7. Η ουρία,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , αποτελεί προϊόν του μεταβολισμού των πρωτεϊνών. Ένα υδατικό διάλυμα ουρίας έχει πυκνότητα 1,087 g/mL και συγκέντρωση κατά μάζα 32,0%. Υπολογίστε τη γραμμομοριακή συγκέντρωση της ουρίας στο διάλυμα.

8. Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα για τα διαλύματα (α), (β) και (γ) στους 25°C:

	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]	pH	[OH <sup>-</sup> ]	pOH
(α)	$3,6 \times 10^{-5} M$			
(β)		4,90		
(γ)			$7,2 \times 10^{-9} M$	

Ποιο διάλυμα είναι περισσότερο όξινο;

9. Το αντιμόνιο απαντάται στη φύση υπό μορφή δύο ισοτόπων. Το πρώτο έχει ατομική μάζα 120,9038 amu και το δεύτερο 122,9042 amu.

(α) Υπολογίστε την κλασματική αφθονία των δύο ισοτόπων του αντιμονίου.

(β) Γράψτε το σύμβολο για καθένα ισότοπο του αντιμονίου και βρείτε τον αριθμό των πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα καθενός ισότοπου.

10. Παρασκευάζετε ένα διάλυμα με προσθήκη και ανάδευση 1,100 g φθοριδίου του ασβεστίου σε 1,00 λίτρο νερού, στους 25°C. Εφαρμόζοντας αναλυτικές μεθόδους, βρίσκετε ότι από την αρχική ποσότητα έχουν διαλυθεί 0,0163 g φθοριδίου του ασβεστίου. Με βάση αυτά τα δεδομένα, υπολογίστε την  $K_{sp}$  του φθοριδίου του ασβεστίου.

Δεδομένα:

A.B. (amu): Ca = 40,078, F = 18,998, Sb = 121,760

Z (Sb) = 51

Ταχύτητα φωτός =  $2,998 \times 10^8$  m/s, σταθερά Planck =  $6,63 \times 10^{-34}$  J s

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

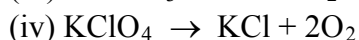
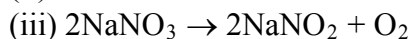
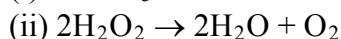
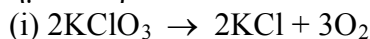
**Απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση δεν αξιολογούνται.**

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

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. (α) Όλες οι αντιδράσεις είναι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, δεδομένου ότι το O από την αρνητική οξειδωτική βαθμίδα  $-2$  ή  $-1$  μεταβαίνει στην οξειδωτική βαθμίδα 0.

(β) Οι εξισώσεις αυτές συμπληρώνονται εύκολα με απλή επισκόπηση ή με τη μέθοδο των ημιαντιδράσεων:



(γ) Το A.B. του οξυγόνου είναι 16,00 amu, οπότε 1 mol  $\text{O}_2$  έχει μάζα 32,00 g.

(i) Τα 8,0 mol  $\text{KClO}_3$  δίνουν 12,0 mol  $\text{O}_2$  ή  $12,0 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g/mol} = 384 \text{ g}$  οξυγόνου

(i) Τα 8,0 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  δίνουν 4,00 mol  $\text{O}_2$  ή  $4,00 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g/mol} = 128 \text{ g}$  οξυγόνου

(i) Τα 8,0 mol  $\text{NaNO}_3$  δίνουν 4,00 mol  $\text{O}_2$  ή  $4,00 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g/mol} = 128 \text{ g}$  οξυγόνου

(i) Τα 8,0 mol  $\text{KClO}_4$  δίνουν 16,0 mol  $\text{O}_2$  ή  $16,0 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g/mol} = 512 \text{ g}$  οξυγόνου

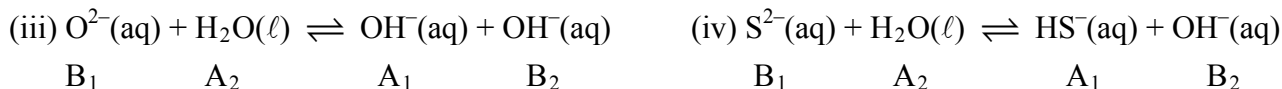
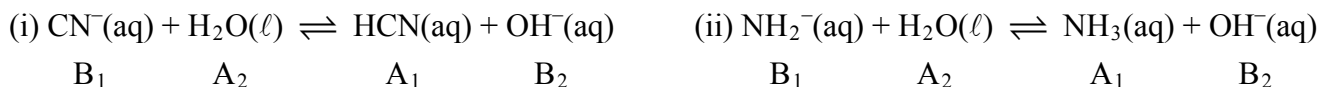
2. (α) (i) Επειδή τα ηλεκτρόνια σθένους στο  $\text{X}_2$  είναι 10, το άτομο X έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους και άρα ανήκει την Ομάδα 5A  $\Rightarrow \text{X}_2 = \text{N}_2$  (άζωτο).

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

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

(β) Η τάξη δεσμού (τ.δ.) δίνεται από τη σχέση τ.δ. = (δεσμικά e – αντιδεσμικά e) / 2 =  $(8 - 3) / 2 = 2,5$

3. (α) Κατά τη θεωρία των Brønsted – Lowry, οξύ είναι ο πρωτονιοδότης και βάση ο πρωτονιοδέκτης. Έτσι έχουμε τις συζυγίες οξέων (A) – βάσεων (B):



(β) Μια οξεοβασική ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς την πλευρά του ασθενέστερου οξέος (ή της ασθενέστερης βάσεως).

(i) Το  $\text{H}_2\text{O}$  είναι ασθενέστερο οξύ από το  $\text{HCN}$ . Άρα, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

(ii) Η  $\text{NH}_3$ , ως οξύ, είναι ασθενέστερη από το  $\text{H}_2\text{O}$ . Άρα, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

(iii) Το  $\text{OH}^-$ , ως οξύ, είναι ασθενέστερο οξύ από το  $\text{H}_2\text{O}$ . Άρα, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

(iv) Το  $\text{S}^{2-}$  είναι ασθενέστερη βάση από το  $\text{OH}^-$ . Άρα, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

4. (α) Το άτομο του τιτανίου (Ti), με ατομικό αριθμό 22, έχει θεμελιώδη ηλεκτρονική δομή  $[Ar]3d^24s^2$  (μέταλλο μετάπτωσης).

(β) Ενεργειακά, ο αμέσως επόμενος υποφλοιός είναι ο  $4p$ . Επομένως, μια ηλεκτρονική δομή με τη χαμηλότερη ενεργειακά διεγερμένη κατάσταση θα είναι η  $[Ar]3d^24s^14p^1$ .

(γ) Μια απαγορευμένη (ή αδύνατη) ηλεκτρονική δομή θα αντίκειται στον κανόνα του Hund ή στην απαγορευτική αρχή του Pauli. Π.χ., η ηλεκτρονική δομή  $[Ar]3d^24s^2$ , με τα δύο  $3d^2$  ηλεκτρόνια συζευγμένα, αντίκειται στον κανόνα του Hund (κανόνας της μέγιστης πολλαπλότητας του spin), ενώ η δομή στην οποία τα δύο  $4s$  ηλεκτρόνια έχουν παράλληλα spin αντίκειται στην απαγορευτική αρχή του Pauli (δύο ηλεκτρόνια έχουν και τους 4 κβαντικούς αριθμούς ίδιους).

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

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

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

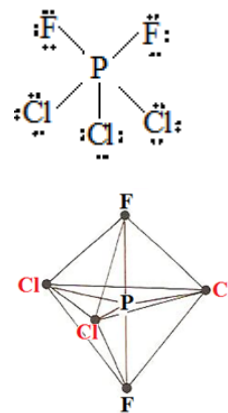
Η ενέργεια ενός mole ( $6,022 \times 10^{23}$ ) φωτονίων είναι:

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

6. Κατά τα γνωστά, γράφουμε τον τύπο Lewis του μορίου (ο P είναι το κεντρικό άτομο και ανήκει στην ομάδα 5A).

Βλέπουμε ότι το μόριο ανήκει στον γενικότερο τύπο  $AB_5$  και συνεπώς η μοριακή του γεωμετρία θα είναι *τριγωνική διπυραμίδα*, όπου έχουμε τρεις ισοδύναμες ισημερινές και δύο ισοδύναμες αξονικές θέσεις για τα περιφερειακά άτομα.

Για να είναι το μόριο μη πολικό, θα πρέπει οι επιμέρους διπολικές ροπές των δεσμών να αλληλοαναιρούνται. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο όταν τα δύο άτομα F καταλαμβάνουν τις αξονικές θέσεις (και, φυσικά, τα τρία άτομα Cl τις ισημερινές θέσεις). Σε οποιαδήποτε άλλη θέση τα άτομα F και Cl δίνουν συνισταμένη διπολική ροπή διάφορη του μηδενός. Έτσι, η δομή του μορίου  $PF_2Cl_3$  θα είναι η διπλανή.



7. Γραμμομοριακή συγκέντρωση είναι τα moles της διαλυμένης ουσίας σε ένα λίτρο διαλύματος.

Η γραμμομοριακή μάζα της ουρίας είναι  $60,0 \text{ g/mol}$ . Συγκέντρωση κατά μάζα  $32,0\%$  σημαίνει ότι σε  $100 \text{ g}$  διαλύματος περιέχονται  $32,0 \text{ g}$  ουρίας. Ο όγκος  $V$  ενός τέτοιου διαλύματος υπολογίζεται από τον τύπο της πυκνότητας  $d = m/V \Rightarrow V = m/d = 100 \text{ g} / 1,087 \text{ g/mL} = 92,0 \text{ mL}$ . Αφού στα  $92,0 \text{ mL}$  διαλύματος περιέχονται  $32,0 \text{ g}$  ουρίας, στα  $1000 \text{ mL}$  διαλύματος θα περιέχονται  $348 \text{ g}$  ουρίας ή  $348 \text{ g} / 60,0 \text{ g/mol} = 5,80 \text{ mol}$  ουρίας. Άρα, η συγκέντρωση του διαλύματος είναι  $5,80 \text{ M}$ .

8. Οι σχέσεις που θα χρειασθούμε είναι:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,00 \text{ και } [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$\begin{aligned}(\alpha) \text{ pH} &= -\log[3,6 \times 10^{-5}] = 5 - \log 3,6 = 4,44 \\ [\text{OH}^-] &= (1,0 \times 10^{-14}) / (3,6 \times 10^{-5}) = 2,8 \times 10^{-10} \text{ M} \\ \text{pOH} &= 14,00 - \text{pH} = 14,00 - 4,44 = 9,56\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\beta) [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-4,90} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ M} \\ [\text{OH}^-] &= (1,0 \times 10^{-14}) / (1,3 \times 10^{-5}) = 7,7 \times 10^{-10} \text{ M} \\ \text{pOH} &= 14,00 - \text{pH} = 14,00 - 4,90 = 9,10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\gamma) \text{ pOH} &= -\log[7,2 \times 10^{-9}] = 9 - \log 7,2 = 8,14 \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= (1,0 \times 10^{-14}) / (7,2 \times 10^{-9}) = 1,4 \times 10^{-6} \text{ M} \\ \text{pH} &= 14,00 - \text{pOH} = 14,00 - 8,14 = 5,86\end{aligned}$$

	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	pH	$[\text{OH}^-]$	pOH
(α)	$3,6 \times 10^{-5} \text{ M}$	4,44	$2,8 \times 10^{-10} \text{ M}$	9,56
(β)	$1,3 \times 10^{-5} \text{ M}$	4,90	$7,7 \times 10^{-10} \text{ M}$	9,10
(γ)	$1,4 \times 10^{-6} \text{ M}$	5,86	$7,2 \times 10^{-9} \text{ M}$	8,14

Πιο όξινο είναι το διάλυμα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$  ή το χαμηλότερο pH, δηλαδή το διάλυμα (α).

9. (α) Δίνεται ότι το ατομικό βάρος του αντιμονίου είναι 121,760 amu. Αν  $x$  η ζητούμενη κλασματική αφθονία του πρώτου ισοτόπου, η κλασματική αφθονία του δευτέρου ισοτόπου θα είναι  $(1 - x)$  και θα ισχύει η εξίσωση

$$(120,9038x)\text{amu} + 122,9042(1 - x)\text{amu} = 121,760 \text{ amu}$$

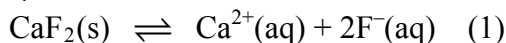
Λύνοντας ως προς  $x$  βρίσκουμε:  $x = 0,5719$  και  $(1 - x) = 0,4281$ .

Άρα, η κλασματική αφθονία του ισοτόπου του αντιμονίου με ατομική μάζα 120,9038 amu είναι 0,5719 ή 57,19% και του ισοτόπου με ατομική μάζα 122,9042 amu είναι 0,4281 ή 42,81%.

(β) Δίνεται ότι ο ατομικός αριθμός του αντιμονίου είναι 51. Εξάλλου, επειδή **ο μαζικός αριθμός ενός νουκλιδίου αποτελεί μια ακέραιη προσέγγιση της ατομικής μάζας**, ο μαζικός αριθμός  $A$  του πρώτου ισοτόπου είναι 121 και του δευτέρου 123. Έτσι, τα δύο ισότοπα είναι το  $^{121}_{51}\text{Sb}$  και  $^{123}_{51}\text{Sb}$ .

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 51 πρωτόνια και 70 νετρόνια, και στον πυρήνα του δευτέρου ισοτόπου υπάρχουν 51 πρωτόνια και 72 νετρόνια.

10. Το φθορίδιο του ασβεστίου,  $\text{CaF}_2$ , είναι ένα δυσδιάλυτο άλας και η αντίστοιχη εξίσωση ισορροπίας σε υδατικό διάλυμα είναι



Η ζητούμενη  $K_{sp}$  θα υπολογισθεί από τη σχέση:  $K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$

Αρχικά, λοιπόν πρέπει να υπολογίσουμε τις γραμμομοριακές συγκεντρώσεις των ιόντων  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{F}^{-}$ . Αυτές θα βρεθούν από τη διαλυμένη ποσότητα του  $\text{CaF}_2$  (0,0163 g/L). Επειδή 1 mol  $\text{CaF}_2$  έχει μάζα 78,074 g, τα 0,0163 g  $\text{CaF}_2$  θα αντιστοιχούν σε  $0,0163 \text{ g} / (78,074 \text{ g/mol}) = 2,09 \times 10^{-4} \text{ mol}$ . Άρα, η

συγκέντρωση του διαλυμένου  $\text{CaF}_2$  είναι  $2,09 \times 10^{-4} \text{ M}$ , δεδομένου ότι ο όγκος του διαλύματος είναι ένα λίτρο.

Σύμφωνα με την ισορροπία (1), η συγκέντρωση  $[\text{F}^-]$  θα είναι διπλάσια της συγκέντρωσης  $[\text{Ca}^{2+}]$ , δηλαδή, τελικά, θα έχουμε  $[\text{Ca}^{2+}] = 2,09 \times 10^{-4} \text{ M}$  και  $[\text{F}^-] = 4,18 \times 10^{-4} \text{ M}$ .

Με αντικατάσταση αυτών των τιμών στην έκφραση της  $K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$ , λαμβάνουμε:

$$K_{sp} = (2,09 \times 10^{-4})(4,18 \times 10^{-4})^2 = 3,65 \times 10^{-11}$$