

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ)

Θέμα Α:**A1.** α**A2.** α**A3.** δ**A4.** δ**A5.** 1) Λ, 2) Λ, 3) Λ, 4) Σ, 5) Λ**Θέμα Β:****B1.**i. ${}_{17}\text{Cl}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, 3^η περίοδος, VIIA ή 17^η ομάδα ${}_{53}\text{I}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$, 5^η περίοδος, VIIA ή 17^η ομάδαΜε βάση τη μεταβολή ηλεκτραρνητικότητας στον Π.Π. πιο ηλεκτραρνητικό είναι το ${}_{17}\text{Cl}$ ii. Αφού το ${}_{53}\text{I}$ είναι πιο ογκώδες (εξαιτίας της μεταβολής στο Π.Π. της ατομικής ακτίνας) τότε ισχυρότερο οξύ είναι το HI σε σύγκριση με το HCl, άρα για τις συζυγείς βάσεις ισχύει ότι η βάση I⁻ είναι ασθενέστερη της Cl⁻, γιατί από ένα ισχυρό οξύ προκύπτει ασθενής συζυγή βάση.iii. Αφού το ${}_{17}\text{Cl}$ είναι ηλεκτραρνητικότερο του ${}_{53}\text{I}$ το οξύ HIO είναι ασθενέστερο του HClO, άρα το HClO έχει το μικρότερο pH.**B2.**i. $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ii. $\text{p}K_a = 6,4 \Rightarrow K_a = 10^{-6,4}$ $\text{pH} = 7,4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7,4} \text{ M}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \Rightarrow \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{10^{-7,4}}{10^{-6,4}} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

B3.i. Το NH_4Cl δίστανται: $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ ενώ επικρατεί ο ιοντισμός $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, άρα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος στα ιόντα NH_4^+ , οπότε ο ιοντισμός της NH_3 μετατοπίζεται προς τα αριστερά άρα η συγκέντρωση της NH_3 αυξάνεται άρα η ισορροπία (1) σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier θα μετατοπισθεί προς τα δεξιά, προκειμένου να αναιρέσει την αύξηση της συγκέντρωσης της NH_3 .ii. Το αέριο που εκλύεται είναι η NH_3 οπότε το διαλύμα που σχηματίζεται είναι βασικό και χρωματίζεται ερυθρό λόγω της φαινολοφθαλεΐνης. Άρα η συγκέντρωση της NH_3 θα

μειωθεί οπότε η ισορροπία (1) σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier θα μετατοπισθεί προς τα αριστερά.

B4.

- Η ταχύτητα u_2 θα ακολουθήσει την καμπύλη β γιατί οι καταλύτες αυξάνουν την ταχύτητα των δύο αμφίδρομων αντιδράσεων χωρίς να επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.
- Η ταχύτητα u_2 θα ακολουθήσει την καμπύλη δ γιατί η θέση της χημικής ισορροπίας δεν επηρεάζεται από τη μεταβολή του όγκου, αφού δεν παρατηρείται μεταβολή των mol των αερίων.
- Παρατηρούμε ότι οι ταχύτητες των αμφίδρομων αντιδράσεων μειώνονται, άρα ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε με αποτέλεσμα να μειωθούν οι συγκεντρώσεις των ουσιών στο δοχείο, άρα και μείωση της ταχύτητας της αντίδρασης.

Θέμα Γ:**Γ1.**

i.

mol	2SO_2	+	O_2	$\rightleftharpoons$	2SO_3
Αρχικά	n		n		
Αντιδρούν	2x		x		
Παράγονται					2x
Τελικά	n-2x		n-x		2x

$$A(\%) = 50\% \Rightarrow \frac{2x}{n} = 0,5 \Rightarrow n = 4x$$

$$K_c = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{n-2x}{V}\right)^2 \cdot \frac{n-x}{V}} = 4 \Rightarrow \frac{48}{3x} = 4 \Rightarrow x = 4 \text{ mol} \text{ άρα } n = 16 \text{ mol}$$

Άρα στη Χ.Ι. $n_{\text{SO}_2} = 8 \text{ mol}$, $n_{\text{O}_2} = 12 \text{ mol}$, $n_{\text{SO}_3} = 8 \text{ mol}$

Από στοιχειομετρία της αντίδρασης (1): 11 mol O_2 παράγουν 8 mol SO_2
 $x \text{ mol} \quad \gg \quad 16 \text{ mol}$

άρα $x = 22 \text{ mol O}_2$

και 11 mol O_2 παράγουν $2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$

$22 \text{ mol} \quad \gg \quad y \text{ mol}, \quad \text{όπου } y = 4 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$

ii. Από στοιχειομετρία της αντίδρασης (1):

4 mol FeS_2 παράγουν 8 mol SO_2

$\omega \text{ mol} \quad \gg \quad 16 \text{ mol}, \quad \text{όπου } \omega = 8 \text{ mol FeS}_2$

$$n_{\text{FeS}_2} = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = 8 \cdot 120 = 960 \text{ g}$$

960g FeS₂ περιέχονται σε 20000g γαιάνθρακα

x g >> 100g, όπου x = 4,8 ή 4,8 % w/w σε FeS₂

Γ2.

i.

mol	SO ₂	+	NO ₂	⇌	SO ₃	+	NO
X.I. ₁	1		1,5		8		3

$$K_c = \frac{\frac{8}{V} \cdot \frac{3}{V}}{\frac{1}{V} \cdot \frac{1,5}{V}} = 16$$

ii.

mol	SO ₂	+	NO ₂	⇌	SO ₃	+	NO
Μεταβολή	1,5		1,5		8		8

$$Q_c = \frac{\frac{8}{V} \cdot \frac{8}{V}}{\frac{1,5}{V} \cdot \frac{1,5}{V}} = 28,4 > K_c, \text{ άρα η ισορροπία θα μετατοπισθεί προς τα αριστερά.}$$

mol	SO ₂	+	NO ₂	⇌	SO ₃	+	NO
Μεταβολή	1,5		1,5		8		8
Αντιδρούν					y		y
Παράγονται	y		y				
X.I. ₂	1,5 + y		1,5 + y		8 - y		8 - y

Άρα n_{SO2} = n_{NO2} = 1,9 mol και n_{SO3} = n_{NO} = 7,6 mol

iii. Αφού η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά και απορροφήθηκε θερμότητα, η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη και το ποσό της θερμότητας ισούται με;

$$Q = 10 \text{ kJ} \Rightarrow 0,4|\Delta H| = 10 \Rightarrow |\Delta H| = 25 \text{ kJ} \text{ ή } \Delta H = - 25 \text{ kJ}$$

Γ3.

i. Ο νόμος της ταχύτητας της δεδομένης αντίδρασης είναι $u = [\text{SO}_2]^x \cdot [\text{O}_3]^y$

Αντικαθιστώντας τις τιμές των τριών πειραμάτων στο νόμο της ταχύτητας έχουμε:

$$0,05 = k 0,25^x 0,4^y \quad (1)$$

$$0,05 = k 0,25^x 0,2^y \quad (2)$$

$$0,2 = k 0,5^x 0,3^y \quad (3)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει $y = 0$ και με διαίρεση κατά μέλη των (2) και (3) προκύπτει $x = 2$. Άρα η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης ως προς το O_3 και δευτέρας τάξης ως προς το SO_2 .

Άρα $u = k[SO_2]^2$ και η συνολική τάξη της αντίδρασης είναι 2.

ii. Με αντικατάσταση στη σχέση (1) των τιμών των x και y προκύπτει $k = 0,8 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$.

iii. Με τις κατάλληλες μετατροπές $u_{SO_3} = 4 \text{ g/min} = 0,1 \text{ M/min}$.

C (M)	SO_2	+	O_3	$\rightleftharpoons$	SO_3	+	O_2
Αρχικά	0,5		0,3				
Αντιδρούν	x		x				
Παράγονται							
Χ.Ι.	0,5 - x		0,3 - x		x		x

$$u_{SO_3} = \frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} \Rightarrow 0,1 = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 0,2 \text{ άρα } [O_3] = 0,1 \text{ M}$$

Γ4.

C (M)	H_2SO_4	+	H_2O	$\rightarrow$	HSO_4^-	+	H_3O^+
Αρχικά	c						
Αντιδρούν	c						
Παράγονται					c		c
Τελικά	-				c		c + x

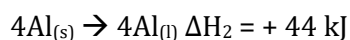
C (M)	HSO_4^-	+	H_2O	$\rightarrow$	SO_4^{2-}	+	H_3O^+
Αρχικά	c						
Αντιδρούν	x						
Παράγονται					x		x
Τελικά	c - x				x		c + x

Ισχύει $c > x$ άρα $[H_2SO_4] < [SO_4^{2-}] < [HSO_4^-] < [H_3O^+]$

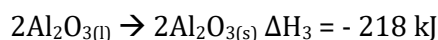
Θέμα Δ:

Δ1. Εφαρμόζοντας τους νόμους θερμοχημείας (Lavoisier – Laplace και Hess) έχουμε:

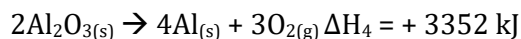
Πολλαπλασιάζουμε τη (2) με 4 και προκύπτει:



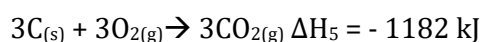
Αντιστρέφουμε τη (3) και την πολλαπλασιάζουμε με 2 οπότε προκύπτει:



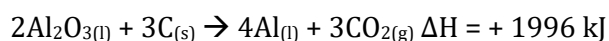
Αντιστρέφουμε τη (4) τρίτη χημική εξίσωση και την πολλαπλασιάζουμε με 2 οπότε προκύπτει:



Πολλαπλασιάζουμε τη (5) με 3 οπότε προκύπτει:



Προσθέτουμε τις επιμέρους εξισώσεις κατά μέλη οπότε προκύπτει ότι:



Δ2.

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{m}{Mr} \Rightarrow n = \frac{1020000}{102} = 10000 \text{ mol}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1) προκύπτουν 20000 mol Al

Η αντίδραση (1) έχει απόδοση 98% το υπόλοιπο 2% καταναλώνεται στην αντίδραση (6), δηλαδή

$$n_{\text{Al}} = \frac{2}{100} 20000 = 400 \text{ mol}$$

Επομένως από τη στοιχειομετρία της (6): 2 mol Al παράγουν 3 mol CO

$$400 \text{ mol Al} \gg x \text{ mol C,}$$

όπου $x = 600 \text{ mol}$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (7), επειδή: $n_c = \frac{m}{Mr} \Rightarrow n = \frac{600}{12} = 50 \text{ mol}$ έχουμε:

1 mol C παράγει 2 mol CO

50 mol $\gg x$, , όπου $x = 100 \text{ mol}$

Άρα συνολικά και από τις δύο αντιδρασεις $n_{\text{CO}} = 600 + 100 = 700 \text{ mol}$

$$n_{\text{CO}} = \frac{V}{V_m} \Rightarrow V = 700 \cdot 22,4 = 15680 \text{ L}$$

Δ3.

i. Από την ογκομέτρηση προκύπτει:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot 0,025 = 1 \cdot 0,015 \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,6 \text{ M}$$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = 0,6 \cdot 0,025 = 0,015 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = 0,015 \cdot 60 = 0,9 \text{ g}$$

1g μίγματος περιέχει 0,9g CH₃COOH

100g $\gg x$, , όπου $x = 90 \text{ g}$ ή 90% w/w σε CH₃COOH

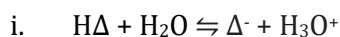
ii. Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (8):

2mol CO παράγουν 1mol CH₃COOH

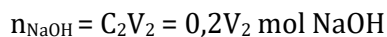
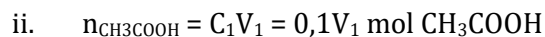
200mol $\gg x = 100 \text{ mol}$ θεωρητικά

Επειδή όμως η περιεκτικότητα του CH₃COOH στα προϊόντα είναι 90% θα έχουμε 90 mol οξέος.

Άρα η μάζα του είναι: $m = 90 \cdot 60 = 5400 \text{ g} = 5,4 \text{ kg}$.

Δ4.

$$K_a = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a \cdot [\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{-7} \cdot 100 = 10^{-5} \text{ M} \text{ άρα } \text{pH} = 5$$



Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα πρέπει να περισσεύει το CH_3COOH :

mol	CH_3COOH	+	NaOH	$\rightarrow$	CH_3COONa	+	H_2O
Αρχικά	$0,1 V_1$		$0,2 V_2$				
Αντιδρούν	$0,2 V_2$		$0,2 V_2$				
Παράγονται					$0,2 V_2$		
Τελικά	$0,2 V_2$		$0,2 V_2$		$0,2 V_2$		

Από την εξίσωση Henderson –Hasselbalch, έχουμε:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{\frac{0,2 V_2}{V_1 + V_2}}{\frac{0,1 V_1 - 0,2 V_2}{V_1 + V_2}} \Rightarrow 0,2 V_2 = 0,1 V_1 - 0,2 V_2$$

$$\Rightarrow 0,4 V_2 = 0,1 V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{1}$$

Επιμέλεια θεμάτων:

Κιρκή Σπυριδούλα, Χημικός M.Sc.