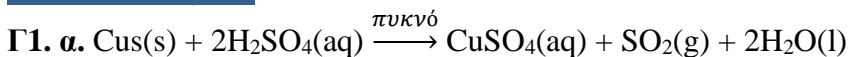


4^ο ΘΕΜΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**Περιεχόμενα**

2022 (Γ θέμα).....	2
2022 (Δ θέμα)	4
2022 (Γ θέμα - επαναληπτικές).....	6
2022 (Δ θέμα - επαναληπτικές)	8
2023 (Γ θέμα).....	10
2023 (Δ θέμα)	12
2023 (Δ θέμα - επαναληπτικές)	16
2024 (Δ θέμα)	18
2024 (Δ θέμα - επαναληπτικές)	22

2022 (Γ θέμα)

- β.** Στην αντίδραση $\text{Cu(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \xrightarrow{\text{πυκνό}} \text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$, ο χαλκός, Cu(s) , είναι το αναγωγικό, αφού ο αριθμός οξειδωσής του αυξάνεται από 0 σε +2, ενώ το H_2SO_4 είναι το οξειδωτικό, αφού ο αριθμός οξειδωσής του S μειώνεται από +6 σε +4.

Στην αντίδραση $\text{Fe(s)} + 6\text{HNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{πυκνό}} \text{Fe(NO}_3)_3(\text{aq}) + 3\text{NO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O(l)}$, ο σίδηρος, Fe(s) , είναι το αναγωγικό, αφού ο αριθμός οξειδωσής του αυξάνεται από 0 σε +3, ενώ το HNO_3 είναι το οξειδωτικό, αφού ο αριθμός οξειδωσής του N μειώνεται από +5 σε +4.

Γ2. α. Για τη χημική ισορροπία:

(mol)	$\text{SO}_2(\text{g})$	+	$\text{NO}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{SO}_3(\text{g})$	+	$\text{NO}(\text{g})$
X.I.	0,2		0,6		0,6		0,6

η σταθερά K_c είναι:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{\frac{0,6}{V} \cdot \frac{0,6}{V}}{\frac{0,2}{V} \cdot \frac{0,6}{V}} = 3$$

β. Ισχύει:

(mol)	$\text{SO}_2(\text{g})$	+	$\text{NO}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{SO}_3(\text{g})$	+	$\text{NO}(\text{g})$
Αρχικά	α		β				
Α/Π	-x		-x		+x		+x
X.I.	0,2		0,6		0,6		0,6

Άρα: $x = 0,6 \text{ mol}$

$$\alpha = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ mol}$$

$$\beta = 0,6 + 0,6 = 1,2 \text{ mol}$$

Τότε η απόδοση υπολογίζεται ως προς το SO_2 :

$$\alpha = \frac{0,6}{0,8} = 0,75 \text{ ή } 75\%$$

- γ.** Έστω $y \text{ mol}$ SO_2 προστίθενται επιπλέον στο αρχικό μίγμα SO_2 και NO_2 ώστε το SO_2 να βρεθεί σε περίσσεια και η απόδοση της αντίδρασης να παραμείνει η ίδια, αλλά υπολογιζόμενη ως προς το NO_2 αυτή τη φορά:

(mol)	SO ₂ (g)	+ NO ₂ (g)	⇌	SO ₃ (g)	+ NO(g)
Αρχικά	0,8+y	1,2			
Α/Π	- ω	- ω		+ ω	+ ω
Χ.Ι.	0,8+y-ω	1,2-ω		ω	ω

όπου: $\omega = 0,75 \cdot 1,2 = 0,9 \text{ mol}$

Άρα:

(mol)	SO ₂ (g)	+ NO ₂ (g)	⇌	SO ₃ (g)	+ NO(g)
Αρχικά	0,8+y	1,2			
Α/Π	- 0,9	- 0,9		+ 0,9	+ 0,9
Χ.Ι.	y-0,1	0,3		0,9	0,9

Οπότε:

$$K_c = \frac{[SO_3] \cdot [NO]}{[SO_2] \cdot [NO_2]} \Rightarrow 3 = \frac{\frac{0,9}{V} \cdot \frac{0,9}{V}}{\frac{y-0,1}{V} \cdot \frac{0,3}{V}} \Rightarrow y - 0,1 = 0,9 \Rightarrow y = \mathbf{1 \text{ mol}}$$

Γ3. α. Ο νόμος της ταχύτητας για την αντίδραση $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ είναι ο ακόλουθος:

$$v = k \cdot [NO]^X \cdot [O_2]^Y$$

Παίρνει τη μορφή:

Για το πείραμα 1: $3,2 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}} = k \cdot [2 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [5 \cdot 10^{-3} M]^Y$ (1)

Για το πείραμα 2: $12,8 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}} = k \cdot [4 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [5 \cdot 10^{-3} M]^Y$ (2)

Για το πείραμα 3: $1,6 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}} = k \cdot [2 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [2,5 \cdot 10^{-3} M]^Y$ (3)

Διαιρώ κατά μέλη τις (1) & (2):

$$\frac{(1)}{(2)} : \frac{3,2 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}}}{12,8 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}}} = \frac{k \cdot [2 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [5 \cdot 10^{-3} M]^Y}{k \cdot [4 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [5 \cdot 10^{-3} M]^Y} \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^X \Rightarrow X = 2$$

Διαιρώ κατά μέλη τις (1) & (3):

$$\frac{(1)}{(3)} : \frac{3,2 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}}}{1,6 \cdot 10^{-3} \frac{M}{\text{min}}} = \frac{k \cdot [2 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [5 \cdot 10^{-3} M]^Y}{k \cdot [2 \cdot 10^{-2} M]^X \cdot [2,5 \cdot 10^{-3} M]^Y} \Rightarrow 2 = 2^Y \Rightarrow Y = 1$$

Ο νόμος της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:

$$v = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$$

β. Εφαρμόζω το νόμο ταχύτητας για το πείραμα 1:

$$3,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{min}} = k \cdot [2 \cdot 10^{-2} \text{M}]^2 \cdot [5 \cdot 10^{-3} \text{M}] \Rightarrow k = 1600 \frac{1}{\text{M}^2 \cdot \text{min}}$$

2022 (Δ θέμα)

Δ2. Έστω n_B τα mol της πρωτοταγούς αμίνης RNH_2 που περιέχονται στο υδατικό διάλυμά της.

Έστω C_0 η συγκέντρωση του HCl στο πρότυπο διάλυμα.

Κατά την ογκομέτρηση, γίνεται η αντίδραση:

(mol)	RNH_2	+	HCl	→	RNH_3Cl
	n		n		; = n

Με την προσθήκη $20+40=60$ mL διαλύματος HCl (άρα $n_0 = C_0 \cdot 0,06$ mol) καταλήγουμε στο ισοδύναμο σημείο:

(mol)	RNH_2	+	HCl	→	RNH_3Cl
Αρχικά	n_B		$C_0 \cdot 0,06$		
Α/Π	$-C_0 \cdot 0,06$		$-C_0 \cdot 0,06$		$+C_0 \cdot 0,06$
Ι.Σ.	—		—		$C_0 \cdot 0,06$

οπότε: $n_B = C_0 \cdot 0,06$ mol

ενώ με την προσθήκη 20 mL

(mol)	RNH_2	+	HCl	→	RNH_3Cl
Αρχικά	$n_B = C_0 \cdot 0,06$		$C_0 \cdot 0,02$		
Α/Π	$-C_0 \cdot 0,02$		$-C_0 \cdot 0,02$		$+C_0 \cdot 0,02$
Τελικά	$C_0 \cdot 0,04$		—		$C_0 \cdot 0,02$

Άρα, έχουμε ρυθμιστικό $\text{RNH}_2/\text{RNH}_3^+$, όπου:

$$[\text{RNH}_2] = \frac{C_0 \cdot 0,04}{V} \text{ M}$$

$$[\text{RNH}_3\text{Cl}] = \frac{C_0 \cdot 0,02}{V} \text{ M}$$

Το RNH_3Cl δίσταται:

(M)	RNH_3Cl	→	RNH_3^+	+	Cl^-
Αρχικά	$\frac{C_0 \cdot 0,02}{V}$				
Τελικά	—		$\frac{C_0 \cdot 0,02}{V}$		$\frac{C_0 \cdot 0,02}{V}$

Η RNH_2 ιοντίζεται:

(M)	RNH_2	+	H_2O	⇌	RNH_3^+	+	OH^-
Αρχικά	$\frac{C_0 \cdot 0,04}{V}$				$\frac{C_0 \cdot 0,02}{V}$		

I/Π	- x	+ x	+ x
I.I.	$\frac{C_0 \cdot 0,04}{V} - x$	$\frac{C_0 \cdot 0,02}{V} + x$	x

$$\text{Ισχύουν οι προσεγγίσεις: } \frac{C_0 \cdot 0,04}{V} - x \cong \frac{C_0 \cdot 0,04}{V} \quad \& \\ \frac{C_0 \cdot 0,02}{V} + x \cong \frac{C_0 \cdot 0,02}{V}$$

Τότε:

$$K_b = \frac{[\text{RNH}_3^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{RNH}_2]} = \frac{C_0 \cdot 0,02 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{C_0 \cdot 0,04} = 4 \cdot 10^{-4}$$

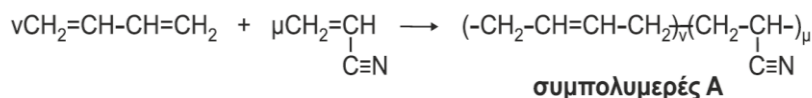
Δ3.

$$\text{i) } \Pi \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow 0,082 \text{ atm} \cdot 0,3 \text{ L} = \frac{53,8 \text{ g}}{M_r} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_r = 53800 \text{ g/mol}$$

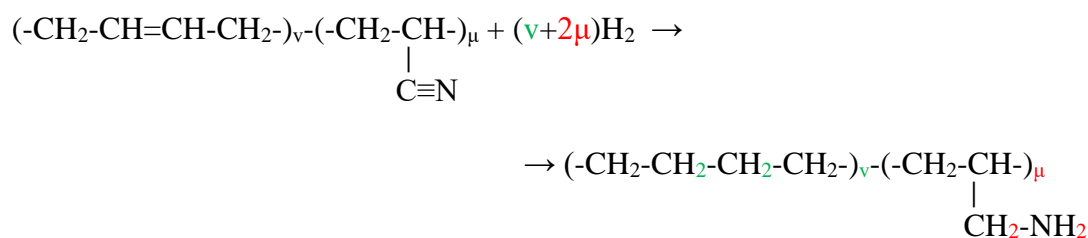
Άρα $M_r = 53800$

ii)



$$\text{Για το συμπολυμερές Α: } n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,38 \text{ g}}{53800 \text{ g/mol}} = 10^{-4} \text{ mol}$$

Η αντίδραση συμπολυμερούς Α με H_2 είναι η ακόλουθη:



Η αναλογία είναι:

$$1 \text{ mol A αντιδρά με } (v+2\mu) \text{ mol H}_2 \text{ και παράγεται } 1 \text{ mol προϊόντος} \\ 10^{-4} \quad ;=(v+2\mu) \cdot 10^{-4} \quad ;=10^{-4}$$

$$\text{Για HCl: } n=C \cdot V \Rightarrow n=1\text{M} \cdot 0,02\text{L} \Rightarrow n=0,02 \text{ mol}$$

Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι:



$$\begin{array}{ll} 1 \text{ mol} & \mu \text{ mol} \\ 10^{-4} & 2 \cdot 10^{-2} \end{array}$$

Άρα $\mu=200$.

Από το M_r του συμπολυμερούς Α:
 $53800 = 54 \cdot v + 53 \cdot 200 \Rightarrow v = 800$

Για το H_2 καταναλώθηκαν:
 $m = n \cdot M_r = (v+2\mu) \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 1200 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 0,24 \text{ g}$

2022 (Γ θέμα - επαναληπτικές)

Γ2.

α. Για το αλκυλοχλωρίδιο Α : $M_r = 50,5 \Rightarrow$
 $\Rightarrow 12 \cdot v + 2 \cdot v + 1 + 35,5 = 50,5 \Rightarrow 14 \cdot v = 14 \Rightarrow$
 $\Rightarrow v = 1$

Άρα, Α: CH_3Cl
 $n = \frac{m}{M_r} = \frac{10,1}{50,5} = 0,2 \text{ mol}$

και $M_r = 50,5$.

(mol)	CH_3Cl	+	$NaCN$	\rightarrow	CH_3CN	+	$NaCl$
Αρχικά	0,2						
Α/Π	- x				+ x		
Τελικά	0,2 - x				x		

B: CH_3CN

Στο δείγμα Δ_1 περιέχονται $x/2 \text{ mol B}$.

(mol)	CH_3CN	+	$2H_2$	\rightarrow	$CH_3CH_2NH_2$
Αρχικά	$x/2$				
Τελικά	—				$x/2$

Γ: $CH_3CH_2NH_2$

Στο δείγμα Δ_2 περιέχονται $x/2 \text{ mol B}$.

(mol)	CH_3CN	+	$2H_2O$	$\xrightarrow{+H^+}$	CH_3COOH	+	NH_4^+
Αρχικά	$x/2$						
Τελικά	—				$x/2$		

Δ: CH_3COOH

β. Για $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$: $M_r = 12+3+12+2+14+2 = 45$

$$n = \frac{x}{2} = \frac{m}{M_r} = \frac{1,8}{45} = 0,04 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M}$$

Η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ιοντίζεται ως εξής:

(M)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$
Αρχικά	0,2
I/Π	-y
I.I.	0,2 - y
	+y
	y
	+y
	y

$\text{pH} = 11,5$, άρα $\text{pOH} = 2,5$. Τότε: $[\text{OH}^-] = y = 10^{-2,5} \text{ M}$

Αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις: $0,2 - y \cong 0,2$.

$$K_b = \frac{y^2}{C} = \frac{(10^{-2,5})^2}{0,2} = 5 \cdot 10^{-5}$$

γ. Παραπάνω υπολόγισα:

$$\frac{x}{2} = 0,04 \Rightarrow x = 0,08 \text{ mol}$$

Άρα, η απόδοση της παρασκευής του CH_3CN είναι:

$$\alpha = \frac{0,08}{0,2} = 0,4 \text{ ή } 40\%$$

δ. Για CH_3COOH : $n = \frac{x}{2} = 0,04 \text{ mol}$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Το CH_3COOH ιοντίζεται ως εξής:

(M)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχικά	0,1
I/Π	-ω
I.I.	0,1 - ω
	+ω
	ω
	+ω
	ω

Αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις: $0,1 - \omega \cong 0,1$.

$$K_a = \frac{\omega^2}{C} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\omega^2}{0,1} \Rightarrow \omega = 10^{-3}$$

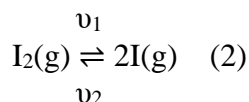
Άρα: $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(\omega) = 3$

2022 (Δ θέμα - επαναληπτικές)

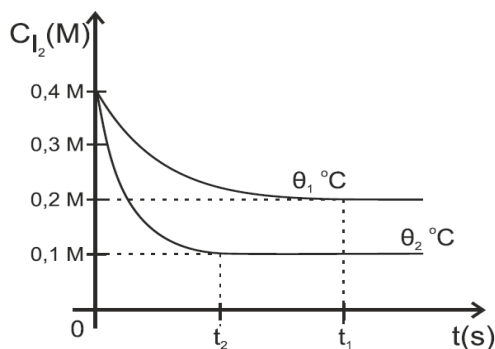
β. Οξειδωτικό σώμα είναι το NaIO_3 , γιατί το I ανάγεται, μειώνοντας τον αριθμό οξειδωσίας του από +5 σε -1.

Αναγωγικό σώμα είναι το NaI , γιατί το I οξειδώνεται, αφού ο αριθμός οξειδωσίας του αυξάνεται από -1 σε 0.

Το I_2 που παράγεται διοχετεύεται σε δοχείο όγκου V, όπου πραγματοποιείται η ακόλουθη αντίδραση:



Η αντίδραση (2) πραγματοποιείται σε διαφορετικές θερμοκρασίες θ_1 και θ_2 . Παρακάτω παραιστάνονται οι αντίστοιχες καμπύλες αντίδρασης.



Δ2. Μεγαλύτερη θερμοκρασία είναι η θ_2 .

Αιτιολόγηση:

Η αντίδραση (2) φτάνει σε ισορροπία, όταν σταθεροποιείται η συγκέντρωση του I_2 . Αυτό συμβαίνει τη χρονική στιγμή t_1 για τη θερμοκρασία θ_1 και τη χρονική στιγμή t_2 για τη θερμοκρασία θ_2 .

Επειδή $t_2 < t_1$, στη θερμοκρασία θ_2 η ισορροπία επιτυγχάνεται γρηγορότερα. Σύμφωνα με τη θεωρία, η αυξημένη θερμοκρασία επιταχύνει την αποκατάσταση της ισορροπίας. Δηλαδή μεγαλύτερη θερμοκρασία είναι η θ_2 .

Δ3. α. Για θερμοκρασία θ_1 :

(M)	$\text{I}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2\text{I}(\text{g})$
Αρχικά	0,4		
Α/Π	- x		+ 2x
Ισορ.	0,2		2x

Τότε: $x = 0,2 \text{ M}$,

οπότε:

(M)	I ₂ (g)	⇌	2I(g)
Αρχικά	0,4		
Α/Π	- 0,2		+ 2·0,2
Ισορ.	0,2		0,4

Η σταθερά K_{C_1} είναι:

$$K_{C_1} = \frac{[I]^2}{[I_2]} \Rightarrow K_{C_1} = \frac{0,4^2}{0,2} \Rightarrow K_{C_1} = 0,8$$

$$\alpha_1 = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ ή } 50\%$$

Για θερμοκρασία θ_2 :

(M)	I ₂ (g)	⇌	2I(g)
Αρχικά	0,4		
Α/Π	- y		+ 2y
Ισορ.	0,1		2y

Τότε: $y = 0,3 \text{ M}$,

οπότε:

(M)	I ₂ (g)	⇌	2I(g)
Αρχικά	0,4		
Α/Π	- 0,3		+ 2·0,3
Ισορ.	0,1		0,6

Η σταθερά K_{C_2} είναι:

$$K_{C_2} = \frac{[I]^2}{[I_2]} \Rightarrow K_{C_2} = \frac{0,6^2}{0,1} \Rightarrow K_{C_2} = 3,6$$

$$\alpha_2 = \frac{0,3}{0,4} = 0,75 \text{ ή } 75\%$$

β. Η αντίδραση είναι **ενδόθερμη**, γιατί σε μεγαλύτερη θερμοκρασία (θ_2) η σταθερά ισορροπίας είναι μεγαλύτερη από ότι σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Δηλαδή, με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, οπότε αυξάνεται ο αριθμητής και μειώνεται ο παρονομαστής στη σχέση της K_C .

γ. Σε μεγαλύτερη θερμοκρασία, η απόδοση είναι μεγαλύτερη, άρα η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, επειδή είναι ενδόθερμη.

Δ4. α. Η ταχύτητα v_2 αρχικά έχει τιμή ίση με 0, αφού δεν υπάρχει ποσότητα μονοατομικού I. Καθώς προχωρά η αντίδραση, και παράγεται μονοατομικό I, η τιμή της v_2

αυξάνεται και παίρνει τη **μέγιστη τιμή από τη στιγμή που αποκαθίσταται η χημική ισορροπία.**

Από εκείνη τη στιγμή και έπειτα είναι **ίση με την ταχύτητα v_1** , γιατί αυτός είναι ο ορισμός της ισορροπίας, δύο αντιδράσεις που εξελίσσονται προς αντίθετες κατευθύνσεις με την ίδια ταχύτητα.

- β.** Τη στιγμή που η v_2 γίνεται μέγιστη, η συγκέντρωση του I_2 είναι πλέον σταθερή και άρα η μεταβολή της συγκέντρωσής του είναι ίση με μηδέν, και κατά συνέπεια, η τιμή του ρυθμού μεταβολής της συγκέντρωσής του, $\frac{d[I_2]}{dt}$, είναι επίσης ίση με μηδέν.

- Δ5.** Αν στη θερμοκρασία θ_1 , η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 25%, τότε η αρχική συγκέντρωση του I_2 υπολογίζεται ως εξής:

(M)	$I_2(g)$	\rightleftharpoons	$2I(g)$
Αρχικά	C		
Α/Π	$-C \cdot 0,25$		$+ 2 \cdot C \cdot 0,25$
Ισορ.	$0,75 \cdot C$		$0,5 \cdot C$

Η σταθερά K_{C_1} είναι:

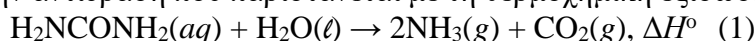
$$K_{C_1} = \frac{[I]^2}{[I_2]} \Rightarrow 0,8 = \frac{(0,5 \cdot C)^2}{0,75 \cdot C} \Rightarrow C = 2,4 \text{ M}$$

2023 (Γ θέμα)

Γ1.α. Για οποιαδήποτε αντίδραση ισχύει:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{προϊόντων}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{αντιδρώντων})$$

Οπότε για την αντίδραση που παριστάνεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1):



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \\ &= 2 \cdot \Delta H_f^\circ(NH_3(g)) + \Delta H_f^\circ(CO_2(g)) - \Delta H_f^\circ(H_2NCONH_2(g)) - \Delta H_f^\circ(H_2O(l)) = \\ &= 2(-46) - 394 - (-320) - (-286) = \\ &= +120 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Για H_2NCONH_2 : $M_r = 60$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1):

1 mol H_2NCONH_2 αντιδρά και απορροφώνται 120 kJ
0,1 mol ; = **12 kJ**

β. Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1):

Όταν απορροφώνται 120 kJ , παράγονται 2 mol NH₃

Όταν απορροφώνται 12 kJ , παράγονται ; = 0,2 mol NH₃

Σε χρόνο t = 10 s έχει διασπαστεί το 20% της ποσότητας αμμωνίας (NH₃), σύμφωνα με την αντίδραση (2):

(mol)	2NH ₃ + 3CuO → N ₂ + 3Cu + 3H ₂ O
Αρχικά	0,2
Α/Π	-0,2·0,2 = -0,04
t=10s	0,16

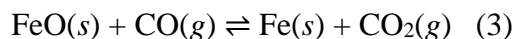
Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$v_{\mu} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{-0,04 \text{ mol}}{10 \text{ s}} = 0,004 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Η μέση ταχύτητα κατανάλωσης της αμμωνίας (NH₃) προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$v_{\text{NH}_3} = 2 \cdot v_{\mu} = 0,008 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Γ2. Η σταθερά ισορροπίας για την ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση (3):



δίνεται από τη σχέση:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]}$$

και εφόσον στη θέση της χημικής ισορροπίας υπάρχουν 0,25 mol CO, 1,25 mol CO₂, 0,25 mol FeO και 1,25 mol Fe, σε θερμοκρασία θ, θα έχει την τιμή:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} = \frac{\frac{1,25}{V}}{\frac{0,25}{V}} = 5$$

Αν απομακρυνθεί από το δοχείο ποσότητα του CO₂, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, ώστε ένα παραχθεί CO₂. Η ποσότητα του CO μειώνεται και μάλιστα στη νέα θέση ισορροπίας είναι το 1/5 της ποσότητας του στην αρχική θέση της χημικής ισορροπίας, οπότε:

(mol)	FeO(s)	+	CO(g)	⇌	Fe(s)	+	CO ₂ (g)
Αρχική Χημ. Ισ.	0,25		0,25		1,25		1,25
Απομακρύνονται							- x
Νέα Αρχ. Κατ.	0,25		0,25		1,25		1,25 - x
Α / Π	- ω		- ω		+ ω		+ ω
Νέα Χημ. Ισορ.	0,25 - ω		0,25 - ω		1,25 + ω		1,25 - x + ω

Στη νέα χημ. ισορ. η ποσότητα του CO είναι το 1/5 της αρχικής. Άρα, μπορώ να υπολογίσω το ω:

$$0,25 - \omega = \frac{1}{5} \cdot 0,25 \Rightarrow 0,25 - \omega = 0,05 \Rightarrow \omega = 0,2 \text{ mol}$$

Τότε και η ποσότητα του CO₂ είναι: $1,25 - x + \omega = (1,45 - x) \text{ mol}$

Από τη σταθερά ισορροπίας υπολογίζω το x:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \Rightarrow 5 = \frac{\frac{1,45 - x}{V}}{\frac{0,05}{V}} = 5 \Rightarrow x = \mathbf{1,2 \text{ mol}}$$

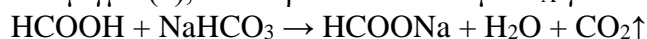
Γ3. Υδατικό διάλυμα όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO₃) – Διάλυμα Δ_A – αντιδρά με καρβοξυλικά οξέα παράγοντας αέριο διοξείδιο του άνθρακα. Άρα, προσθέτοντας μικρή ποσότητα του διαλύματος Δ_A σε δείγματα των τριών δοχείων, **ΔΕ θα παρατηρήσουμε έκλυση φυσαλίδων στο δείγμα του δοχείου 3**, αφού δεν περιέχεται καρβοξυλικό οξύ σ' αυτό. Έτσι, θα διακρίνουμε το δοχείο 3 από τα άλλα δύο.

Υδατικό διάλυμα ιωδίου (I₂) σε υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) – Διάλυμα Δ_B – δίνει με 2-κετόνες, αιθανάλη και αιθανόλη, την αλογονοφορμική αντίδραση, παράγοντας κίτρινο ίζημα (ιωδοφόρμιο, CHI₃).

Άρα, προσθέτοντας μικρή ποσότητα του διαλύματος Δ_B σε δείγματα των δοχείων υπ' αριθμ. 1 & 2, **θα παρατηρήσουμε κίτρινο ίζημα στο δείγμα του δοχείου 2**, λόγω της αντίδρασης της προπανόνης (2-κετόνη) με το ιώδιο, σε βασικό περιβάλλον.

Το δοχείο, στο δείγμα του οποίου δε θα παρατηρήσουμε κίτρινο ίζημα είναι το δοχείο υπ' αριθμ. 1.

Στο μίγμα (2), όταν προστεθεί διάλυμα Δ_A γίνεται η αντίδραση:



Στο μίγμα (2), όταν προστεθεί διάλυμα Δ_B γίνεται η αντίδραση:



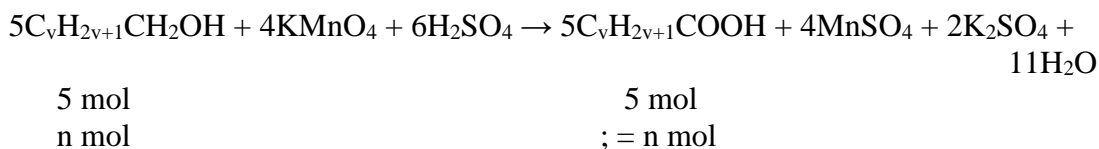
2023 (Δ θέμα)

Δ1. Για την αλκοόλη C_vH_{2v+1}CH₂OH ισχύει:

$$M_r = 14v + 32$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{3,7}{14v + 32} \text{ mol}$$

Η αλκοόλη Α αντιδρά πλήρως με υδατικό διάλυμα KMnO₄ παρουσία H₂SO₄ και παράγεται οξύ Β:



Για το NaOH ισχύει: $n = C \cdot V = 0,5M \cdot 0,12L = 0,06 \text{ mol}$

Αφού στο Υ1 περισεύει NaOH:

(mol)	$C_vH_{2v+1}COOH$	+	NaOH	→	$C_vH_{2v+1}COONa$	+	H_2O
Αρχικά	n		0,06				
Α/Π	- n		- n		+ n		
X.I.	—		0,06 - n		n		

Η ποσότητα του NaOH, (0,06-n) mol απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή της:

$$n(HCl) = C \cdot V = 0,2M \cdot 0,05L = 0,01 \text{ mol}$$

(mol)	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H_2O
Αρχικά	0,01		0,06 - n				
Α/Π	- 0,01		- 0,01		+ 0,01		
X.I.	—		—		0,01		

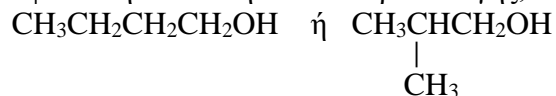
$$\text{Άρα: } 0,06 - n = 0,01 \Rightarrow n = 0,05 \text{ mol}$$

Τότε:

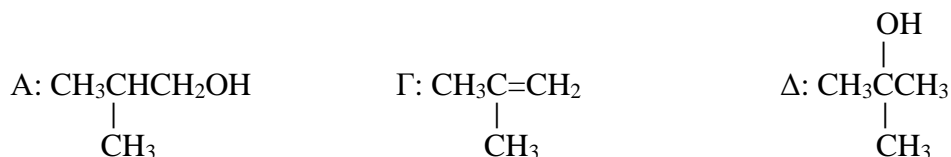
$$n = 0,05 \Rightarrow 0,05 = \frac{3,7}{14v+32} \Rightarrow 14v + 32 = 74 \Rightarrow 14v = 42 \Rightarrow v = 3$$

α) Ο μοριακός τύπος της αλκοόλης Α είναι C_4H_9OH .

β) Εφόσον η αλκοόλη Α είναι πρωτοταγής, οι δυνατοί συντακτικοί τύποι είναι:



Η ένωση Γ είναι αλκένιο και η Δ τριτοταγής αλκοόλη, αφού δεν οξειδώνεται με υδατικό διάλυμα $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4 χωρίς διάσπαση της ανθρακικής της αλυσίδας. Άρα, η Δ, και κατά συνέπεια και οι Α & Γ έχουν τριτοταγές άτομο άνθρακα. Οπότε:



Δ2. Εφόσον η C_3H_7OH οξειδώνεται σε μίγμα αλδεΐδης και οξέος, η προπανόλη είναι πρωτοταγής, $CH_3CH_2CH_2OH$.

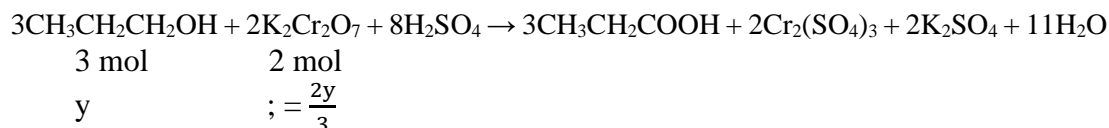
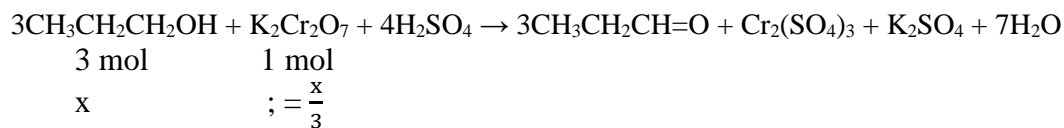
Για την 1-προπανόλη ισχύει:

$$M_r = (3 \cdot 12) + (7 \cdot 1) + 16 + 1 = 60$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mol}$$

Έστω x mol της 1-προπανόλης οξειδώνονται σε αλδεΐδη και y mol σε οξύ.

$$x + y = 0,05 \quad (1)$$



Για το δ/μα $K_2Cr_2O_7$:

$$n = C \cdot V = \frac{1}{3} M \cdot 0,07L = \frac{0,07}{3} \text{ mol}$$

$$\frac{x}{3} + \frac{2y}{3} = \frac{0,07}{3} \Rightarrow x + 2y = 0,07 \quad (2)$$

Από (1) & (2) :

$$x = 0,03 \text{ mol}$$

$$y = 0,02 \text{ mol}$$

Από τα 0,05 mol 1-προπανόλης, τα 0,02 οξειδώνονται σε οξύ.

$$\frac{0,02}{0,05} = 40\% \quad ; = 40$$

Άρα 40% της 1-προπανόλης μετατρέπεται σε προπανικό οξύ.

Δ3. Για CH_3COOH : $n = C \cdot V = 0,1M \cdot 2L = 0,2 \text{ mol}$

Για $Ca(OH)_2$: $n = C \cdot V = 0,05M \cdot VL = 0,05 \cdot V \text{ mol}$

Για να προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα, πρέπει το CH_3COOH να είναι σε περίσσεια:

(mol)	$2CH_3COOH$	+	$Ca(OH)_2$	\rightarrow	$(CH_3COO)_2Ca$	+	$2H_2O$
Αρχικά	0,2		$0,05 \cdot V$				
Α/Π	$-0,1 \cdot V$		$-0,05 \cdot V$		$+0,05 \cdot V$		
Τελικά	$0,2 - 0,1 \cdot V$		—		$0,05 \cdot V$		

Στο Y_2 περιέχονται:

$$V_{\text{τελ}} = (2+V) \text{ L}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH}: n = \frac{0,2-0,1 \cdot V}{2+V} \text{ M}$$

$$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}: n = \frac{0,05 \cdot V}{2+V} \text{ M}$$

Το $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ δίσταται:

(M)	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	\rightarrow	$2\text{CH}_3\text{COO}^-$	$+$	Ca^{2+}
Αρχικά	$\frac{0,05 \cdot V}{2+V}$				
Τελικά	—		$\frac{0,1 \cdot V}{2+V}$		$\frac{0,05 \cdot V}{2+V}$

Το Ca^{2+} δεν ιοντίζεται.

Το CH_3COOH ιοντίζεται:

(M)	CH_3COOH	$+$	H_2O	\rightleftharpoons	CH_3COO^-	$+$	H_3O^+
Αρχικά	$\frac{0,2 - 0,1 \cdot V}{2+V}$				$\frac{0,1 \cdot V}{2+V}$		
I/Π	$-x$				$+x$		$+x$
I.I.	$\frac{0,2 - 0,1 \cdot V}{2+V} - x$				$\frac{0,1 \cdot V}{2+V} + x$		x

Επειδή $\text{pH}=5$, τότε $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$

και επειδή ισχύουν οι προσεγγίσεις:

$$K_a = \frac{\frac{0,1 \cdot V}{2+V} \cdot x}{\frac{0,2 - 0,1 \cdot V}{2+V}} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\frac{0,1 \cdot V}{2+V} \cdot 10^{-5}}{\frac{0,2 - 0,1 \cdot V}{2+V}} \Rightarrow 0,1 \cdot V = 0,2 - 0,1 \cdot V \Rightarrow V = 1 \text{ L}$$

Δ4. Για CH_3ONa : $C = \frac{n}{V} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$

Το CH_3ONa δίσταται:

(M)	CH_3ONa	\rightarrow	CH_3O^-	$+$	Na^+
Αρχικά	0,1				
Τελικά	—		0,1		0,1

Το Na^+ δεν ιοντίζεται.

Το CH_3O^- ιοντίζεται ως ισχυρή βάση:

(M)	CH_3O^-	$+$	H_2O	\rightarrow	CH_3OH	$+$	OH^-
Αρχικά	0,1						
Τελικά	—				0,1		0,1

Τότε:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0,1 = 1$$

$$pH = 13$$

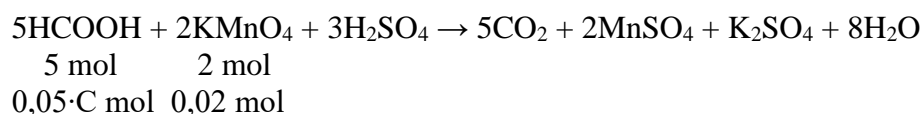
2023 (Δ θέμα - επαναληπτικές)

Δ1. Υπολογίζω τον αριθμό mol:

$$HCOOH : n = C \cdot V = C \cdot 0,05 \text{ mol}$$

$$KMnO_4 : n = C' \cdot V' = 0,5 \text{ M} \cdot 0,04 \text{ L} = 0,02 \text{ mol}$$

α. Το HCOOH αντιδρά με το KMnO₄ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



$$\text{Άρα: } C = 1 \text{ M}$$

β. pH=2 => [H₃O⁺]=10⁻²M

Το HCOOH ιοντίζεται ως εξής:

(M)	HCOOH	+	H ₂ O	⇌	HCOO ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	1						
I/Π	-x				+x		+x
I.I.	1-x ≅ 1				x		x = 10 ⁻²

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \Rightarrow K_a = 10^{-4}$$

Δ2. Στο αραιωμένο διάλυμα, Y₃, έστω C η συγκέντρωση του HCOOH. Τότε:

(M)	HCOOH	+	H ₂ O	⇌	HCOO ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	C						
I/Π	-α·C				+α·C		+α·C
I.I.	C-α·C ≅ C				α·C		α·C

Όπου α=0,03. Η συγκέντρωση του HCOOH στο Y₃ προσδιορίζεται ως εξής:

$$K_a = \alpha^2 \cdot C \Rightarrow C = \frac{K_a}{\alpha^2} \Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{0,03^2} \Rightarrow C = \frac{1}{9} \text{ M}$$

Το διάλυμα Y₃ προκύπτει με αραιώση, για την οποία ισχύει:

$$C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} \Rightarrow 1 \text{ M} \cdot V_{\text{αρχ}} = \frac{1}{9} \text{ M} \cdot 0,45 \text{ L} \Rightarrow V_{\text{αρχ}} = 0,05 \text{ L}$$

Άρα, πρέπει να προστεθούν:

450 - 50 = **400 mL** (ή 0,4 L) νερού

Δ3. Για την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας ισχύει:

(mol)	CO ₂ (g)	+	H ₂ (g)	⇌	CO(g)	+	H ₂ O(g)
Αρχικά	0,05		x				
Αντ./Παρ	- y		- y		+ y		+ y
X.I.	0,05 - y		x - y		y		y

Στη χημική ισορροπία ισχύει:

$$0,05 - y + x - y + y + y = 0,1 \Rightarrow x = 0,05 \text{ mol}$$

Η σταθερά ισορροπίας είναι:

$$K_C = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{y}{V} \cdot \frac{y}{V}}{\frac{0,05 - y}{V} \cdot \frac{0,05 - y}{V}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{y}{0,05 - y} \Rightarrow 0,1 - 2y = y \Rightarrow y = \frac{1}{30} \text{ M}$$

Η απόδοση είναι:

$$\alpha = \frac{y}{0,05} = \frac{\frac{1}{30}}{\frac{5}{100}} = \frac{100}{150} = \frac{2}{3} \text{ (ή } 0,67 \text{ ή } 67\%)$$

Δ4. Υπολογίζω τον αριθμό mol:

$$\text{HCOOH: } n = C \cdot V \Rightarrow n = 1 \cdot 0,08 \Rightarrow n = 0,08 \text{ mol}$$

$$\text{Ca(OH)}_2: n = C \cdot V \Rightarrow n = C \cdot 0,4 \text{ mol}$$

Με την ανάμιξη των διαλυμάτων, το HCOOH αντιδρά με το Ca(OH)₂. Για να προκύπτει διάλυμα με pH=4, αυτό σημαίνει ότι σε περίσσεια βρίσκεται το οξύ, HCOOH.

Μάλιστα, παρατηρώ ότι pH=pK_a, δηλαδή προκύπτει ρυθμιστικό όπου το HCOOH είναι σε ίδια συγκέντρωση με τη συζυγή του βάση, HCOO⁻.

Δηλαδή:

(mol)	2HCOOH	+	Ca(OH) ₂	⇌	(HCOO) ₂ Ca	+	2H ₂ O
Αρχικά	0,08		0,4·C				
Αντ./Παρ	- 0,8·C		- 0,4·C		+ 0,4·C		
X.I.	0,08 - 0,8·C		-		0,4·C		

Στο τελικό διάλυμα, με V=480 mL, υπάρχουν:

$$[\text{HCOOH}] = \frac{0,08 - 0,8 \cdot C}{0,48} \text{ M}$$

$$[(\text{HCOO})_2\text{Ca}] = \frac{0,4 \cdot C}{0,48} \text{ M}$$

Το άλας $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ δίσταται:

(M)	$(\text{HCOO})_2\text{Ca}$	\rightarrow	2HCOO^-	+	Ca^{2+}
Αρχικά	$\frac{0,4 \cdot C}{0,48}$				
Τελικά	—		$\frac{0,8 \cdot C}{0,48}$		$\frac{0,4 \cdot C}{0,48}$

Το Ca^{2+} δεν ιοντίζεται, ως συζυγές οξύ ισχυρής βάσης.

Το οξύ ιοντίζεται:

(M)	HCOOH	+	H_2O	\rightleftharpoons	HCOO^-	+	H_3O^+
Αρχικά	$\frac{0,08 - 0,8 \cdot C}{0,48}$				$\frac{0,8 \cdot C}{0,48}$		
I/Π	- x				+ x		+ x
I.I.	$\frac{0,08 - 0,8 \cdot C}{0,48} - x$				$\frac{0,8 \cdot C}{0,48} + x$		x

Επειδή $\text{pH}=4$, τότε: $x=[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-4} \text{ M}$,

ισχύουν οι προσεγγίσεις και το διάλυμα είναι ρυθμιστικό:

$$K_a = \frac{\frac{0,8 \cdot C}{0,48} \cdot x}{\frac{0,08 - 0,8 \cdot C}{0,48}} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{0,8 \cdot C}{0,48} \cdot 10^{-4} \Rightarrow 1 = \frac{0,8 \cdot C}{0,08 - 0,8 \cdot C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,08 = 1,6 \cdot C \Rightarrow C = 0,05 \text{ M}$$

2024 (Δ θέμα)

Δ1.

Το CH_3COOH ιοντίζεται:

(M)	CH_3COOH	+	H_2O	\rightleftharpoons	CH_3COO^-	+	H_3O^+
Αρχικά	1						y
I/Π	- x				+ x		+ x
I.I.	1 - x				x		x + y

Ισχύει : $1 - x \simeq 1$

$$K_a = 10^{-5} = \frac{x \cdot (x + y)}{1} \Rightarrow 10^{-5} = x \cdot (x + y) \quad (1)$$

Το HCOOH ιοντίζεται:

(M)	HCOOH	+	H ₂ O	⇌	HCOO ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	0,8						x
I/Π	-y				+y		+y
I.I.	0,8 - y				y		x + y

Ισχύει : $0,8 - y \simeq 0,8$

$$K_a = 10^{-4} = \frac{y \cdot (x + y)}{0,8} \Rightarrow 8 \cdot 10^{-5} = y \cdot (x + y) \quad (2)$$

Προσθέτω κατά μέλη τις (1) & (2):

$$(x+y)^2 = 9 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x+y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-2,5} \text{ M}$$

Δ2.

α. Έστω V_1 ο όγκος του διαλύματος της NH_3 , άρα : $n = C \cdot V = 0,5 \cdot V_1 \text{ mol}$

Έστω V_2 ο όγκος του διαλύματος του HBr , άρα : $n = C \cdot V = V_2 \text{ mol}$

Για να προκύπτει ρυθμιστικό, πρέπει η NH_3 (ασθενής ηλεκτρολύτης) να είναι σε περίσσεια.

(mol)	NH ₃	+	HBr	→	NH ₄ Br
Αρχικά	$0,5 \cdot V_1$		V_2		
Αντ./Παρ.	$-V_2$		$-V_2$		$+V_2$
Τελικά	$0,5 \cdot V_1 - V_2$		—		V_2

Στο τελικό διάλυμα υπάρχουν:

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,5 \cdot V_1 - V_2}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4\text{Br}] = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

Το άλας NH_4Br δίσταται:

(M)	NH ₄ Br	→	NH ₄ ⁺	+	Br ⁻
Αρχικά	$\frac{V_2}{V_1 + V_2}$				
Τελικά	—		$\frac{V_2}{V_1 + V_2}$		$\frac{V_2}{V_1 + V_2}$

Η NH_3 ιοντίζεται:

(M)	NH_3	+	H_2O	\rightleftharpoons	NH_4^+	+	OH^-
Αρχικά	$\frac{0,5 \cdot V_1 - V_2}{V_1 + V_2}$				$\frac{V_2}{V_1 + V_2}$		
I/Π	- x				+ x		+ x
I.I.	$\frac{0,5 \cdot V_1 - V_2}{V_1 + V_2} - x$				$\frac{V_2}{V_1 + V_2} + x$		x

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = x = 10^{-5} \text{ M}$$

Ισχύουν οι προσεγγίσεις, οπότε για το ρυθμιστικό:

$$K_b = \frac{\frac{V_2}{V_1 + V_2} \cdot x}{\frac{0,5 \cdot V_1 - V_2}{V_1 + V_2}} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{V_2 \cdot 10^{-5}}{0,5 \cdot V_1 - V_2} \Rightarrow V_2 = 0,5 \cdot V_1 - V_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = 4 \cdot V_2$$

Άρα, χρησιμοποιείται όλος ο όγκος του διαλύματος της NH_3 και 25 mL από το διάλυμα HBr , συνολικά:

$$100 + 25 = \mathbf{125 \text{ mL}}$$

β. $\text{pH} = 9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M}$

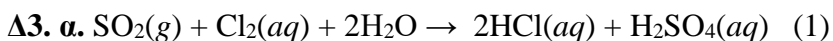
Ο δείκτης $\text{H}\Delta$ ιοντίζεται στο Y_3 :

(M)	$\text{H}\Delta$	+	H_2O	\rightleftharpoons	Δ^-	+	H_3O^+
Αρχικά	C						
I/Π	- x				+ x		+
I.I.	$C - x$				x		$x = 10^{-9}$

$$K_a = 10^{-9} = \frac{x \cdot 10^{-9}}{C - x} \Rightarrow x = C - x \Rightarrow 2 \cdot x = C$$

αλλά και:

$$x = \alpha \cdot C \Rightarrow x = \alpha \cdot 2 \cdot x \Rightarrow \alpha = \mathbf{0,5}$$



β. Έστω ότι στα 10 g δείγματος περιέχονται x mol S ($m=32 \cdot x$ g).

Το S καίγεται:

(mol)	S	+	O_2	\rightarrow	SO_2
Αρχικά	x				—

Τελικά	—	x
--------	---	---

Το SO₂ αντιδρά σύμφωνα με την (1):

(M)	SO ₂	+	Cl ₂	+	2H ₂ O	→	2HCl	+	H ₂ SO ₄
Αρχικά	x						—		—
Τελικά	—						2x		x

Τα οξέα εξουδετερώνονται από NaOH: $n = C \cdot V = 2M \cdot 0,5L = 1 \text{ mol}$

Για το HCl:

(mol)	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H ₂ O
Αρχικά	2x		1		—		—
Αντ. /Παράγ.	- 2x		- 2x		2x		
Τελικά	—		1 - 2x		2x		

Για το H₂SO₄:

(mol)	H ₂ SO ₄	+	2NaOH	→	Na ₂ SO ₄	+	2H ₂ O
Αρχικά	x		1 - 2x		—		—
Αντ. /Παράγ.	- x		- 2x		x		
Τελικά	—		1 - 4x		x		

$$1 - 4x = 0 \Rightarrow x = 0,25 \text{ mol}$$

Άρα και για το S, αρχικά είχα: $x = 0,25 \text{ mol}$

$$m = n \cdot M_r = 0,25 \cdot 32 = 8 \text{ g}$$

Στα 10 g δείγματος περιέχονται 8 g S
100 ; = 80

Άρα η % περιεκτικότητα του δείγματος σε S(s) είναι **80% w/w**.

(μονάδες 5)

γ. Το τελικό διάλυμα είναι **βασικό**.

Αιτιολόγηση:

Στο τελικό διάλυμα περιέχονται μόνο τα άλατα NaCl & Na₂SO₄.

Το NaCl δίσταται:



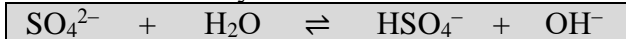
Τα ιόντα Na⁺ & Cl⁻ δεν ιοντίζονται γιατί είναι συζυγή ζεύγη ισχυρών ηλεκτρολυτών (NaOH & HCl αντίστοιχα).

Το Na₂SO₄ δίσταται:



Το ιόν Na⁺ δεν ιοντίζεται γιατί προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH.

Το ιόν SO_4^{2-} ιοντίζεται:



Άρα στο τελικό διάλυμα υπάρχουν σε μεγαλύτερη συγκέντρωση OH^- , δηλαδή το διάλυμα είναι βασικό.

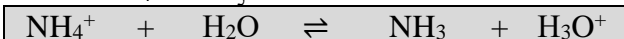
2024 (Δ Θέμα - επαναληπτικές)

Δ1. Στο διάλυμα Y2 περιέχεται NH_4Cl , το οποίο δίσταται:

(M)	NH_4Cl	\rightarrow	NH_4^+	+	Cl^-
Αρχικά	C				
Τελικά	—		C		C

Το ιόν Cl^- δεν ιοντίζεται γιατί είναι συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HCl .

Το ιόν NH_4^+ ιοντίζεται:



Άρα το διάλυμα Y2 είναι όξινο ($\text{pH} < 7$), αφού τα H_3O^+ είναι σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από τα OH^- .

Ο δείκτης κίτρινο της αλιζαρίνης έχει κίτρινο χρώμα για

$$\text{pH} = \text{pK}_a - 1 = 11 - 1 = 10.$$

και κόκκινο χρώμα για

$$\text{pH} = \text{pK}_a + 1 = 11 + 1 = 12.$$

Άρα, αφού το διάλυμα Y2 έχει όξινο $\text{pH} (< 7)$, θα αποκτήσει κίτρινο χρώμα.

Δ2. Υπολογίζω τη συγκέντρωση του NH_4Cl στο διάλυμα Y2:

$$M_r = 14 + 4 + 35,5 = 53,5$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{10,7}{53,5} = 0,2 \text{ mol}$$

$$C_{Y_1} = \frac{n}{V} = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 2 \text{ M}$$

$$C_{Y_1} \cdot V_1 = C_{Y_2} \cdot V_2 \Rightarrow 2 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ L} = C_{Y_2} \cdot 0,1 \text{ L} \Rightarrow C_{Y_2} = 0,2 \text{ M}$$

Στα 10 mL του Y2 περιέχονται:

$$n = C \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ L} = 0,002 \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl}$$

τα οποία αντιδρούν πλήρως με το NaOH, στο σημείο ολοκλήρωσης της ογκομέτρησης, σύμφωνα με την εξίσωση:

(mol)	NH ₄ Cl	+	NaOH	→	NaCl	+	NH ₃	+	H ₂ O
Αρχικά	0,002		x		—		—		—
Αντ. /Παράγ.	-0,002		-0,002		+0,002		+0,002		
Τελικά	—		—		0,002		0,002		

Άρα, καταναλώθηκαν $x = 0,002 \text{ mol NaOH}$, οπότε ο όγκος του δ/τος NaOH είναι:

$$V = \frac{n}{C} = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,2 \text{ M}} = \mathbf{0,01 \text{ L} \text{ ή } 10 \text{ mL}}$$

Δ3. Στα 20 mL του διαλύματος Y2 περιέχονται:

$$n = C \cdot V = 0,2\text{M} \cdot 0,02\text{L} = 0,004 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$$

Το διάλυμα Y3 έχει όγκο : 20 mL (10 mL του Y2 + 10 mL δ/τος NaOH) , και περιέχει 0,002 mol NaOH και 0,002 mol NH₃.

Το διάλυμα Y4 έχει όγκο 40 mL και περιέχει:

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,04 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{0,004 \text{ mol}}{0,04 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{NaCl}] = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,04 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

Το NaCl δίσταται:



Τα ιόντα Na⁺ & Cl⁻ δεν ιοντίζονται γιατί είναι συζυγή ζεύγη ισχυρών ηλεκτρολυτών (NaOH & HCl αντίστοιχα).

Άρα, το Y4 είναι ρυθμιστικό διάλυμα, αφού περιέχει μια ασθενή βάση, NH₃, και το συζυγές της οξύ NH₄⁺.

Το άλας NH₄Cl δίσταται:

(M)	NH ₄ Cl	→	NH ₄ ⁺	+	Cl ⁻
Αρχικά	0,1				
Τελικά	—		0,1		0,1

Η NH₃ ιοντίζεται:

(M)	NH ₃	+	H ₂ O	⇌	NH ₄ ⁺	+	OH ⁻
Αρχικά	0,05				0,1		
I/Π	-x				+x		+x
I.I.	0,05 - x				0,1 + x		x

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} = x$$

Ισχύουν οι προσεγγίσεις, οπότε για το ρυθμιστικό:

$$K_b = \frac{0,1 \cdot 10^{-5}}{0,05} \Rightarrow K_b = 2 \cdot 10^{-5}$$

Δ4. Στο Υ3 υπάρχουν NH_3 & NaCl :

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,02 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{NaCl}] = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,02 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Το NaCl δεν επηρεάζει το pH, όπως προανέφερα.

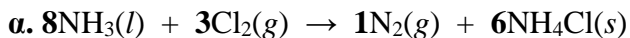
Η NH_3 ιοντίζεται:

(M)	NH_3	+	H_2O	\rightleftharpoons	NH_4^+	+	OH^-
Αρχικά	0,1						
I/Π	- x				+ x		+ x
I.I.	0,1 - x				x		x

Ισχύουν οι προσεγγίσεις, οπότε:

$$K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-6} = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Δ5.



β. Οξειδωτικό σώμα είναι το Cl_2 , γιατί το Cl ανάγεται, μειώνοντας τον αριθμό οξείδωσής του από 0 σε -1.

Αναγωγικό σώμα είναι η NH_3 , γιατί το N σε 2 μόρια αμμωνίας ανάγεται, αυξάνοντας τον αριθμό οξείδωσής του από -3 σε 0.

γ. Έχω υπολογίσει ότι τα 10,7 g στερεού NH_4Cl αντιστοιχούν σε 0,2 mol.

Άρα:

(mol)	$8\text{NH}_3(l)$	+	$3\text{Cl}_2(g)$	\rightarrow	$\text{N}_2(g)$	+	$6\text{NH}_4\text{Cl}(s)$
					1		6
					x		0,2

$$x = \frac{0,2}{6} = \frac{1}{30} \text{ mol}$$

$$V = \frac{1}{30} \cdot 22,4 = \frac{2,24}{3} \text{L N}_2$$