

1^ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) γ A3) β A4) γ A5) α

ΘΕΜΑ Β

- B1) NaCl: Ιοντικός δεσμός
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$: Δυνάμεις διασποράς
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$: Δεσμός υδρογόνου και δυνάμεις διασποράς
 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$: Δεσμός υδρογόνου με περισσότερους δεσμούς υδρογόνου ανά μόριο από ότι η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Άρα ΣΒ: $\text{NaCl} > \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

- B2) α) **Λάθος.** Οι διπολικές ροπές μπορεί να αλληλοεξουδετερώνονται, οπότε το μόριο να είναι μη πολικό (πχ CO_2).
 β) **Λάθος.** Ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα (πχ υδατικό διάλυμα NaCl) και ένα μοριακό διάλυμα (πχ υδατικό διάλυμα ουρίας) που έχουν ίδια συγκέντρωση δεν είναι ισοτονικά.
 γ) **Σωστό.** Το CH_3-CH_3 είναι αλκάνιο, άρα μη πολικό μόριο, οπότε μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται ασθενείς δυνάμεις διασποράς.
 δ) **Σωστό.** Μεταξύ των μορίων της NH_3 αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου και δυνάμεις διασποράς, επομένως υγροποιείται πιο εύκολα από το F_2 (μη πολικό μόριο), μεταξύ των μορίων του οποίου αναπτύσσονται ασθενείς δυνάμεις διασποράς.
 ε) **Σωστό.** Μεταξύ των μορίων του Cl_2 (μη πολικό μόριο) αναπτύσσονται ασθενείς δυνάμεις διασποράς. Μεταξύ των μορίων του HCOOH αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου (διμερής μορφή) που είναι πιο ισχυροί έναντι των δυνάμεων διασποράς.

- B3) α) Το Cl_2 είναι μη πολικό μόριο και μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς.
 β) $M_r(\text{F}_2) < M_r(\text{Cl}_2)$. Άρα, το F_2 υγροποιείται πιο δύσκολα, καθώς οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενέστερες.
 γ) Το Br_2 , γιατί έχει μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα.

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1) $\text{NaCl} \rightarrow i = 2$ $\Pi_1 = 2 \cdot 0,05 \cdot RT$
 $\text{A}_x\text{B}_3 \rightarrow i = x + 3$ $\Pi_2 = (x+3) \cdot 0,02 \cdot RT$

Είναι ισοτονικά $\Pi_1 = \Pi_2 \rightarrow 0,1 = (x+3) \cdot 0,02$ οπότε $x = 2$.

Άρα, ο χημικός τύπος του άλατος είναι A_2B_3 .

2^ο Κριτήριο Αξιολόγησης

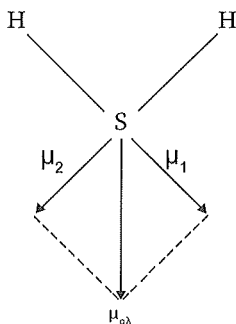
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) γ A3) γ A4) β A5) γ

ΘΕΜΑ Β

- B1) α) Στο H_2S ισχύει $\mu_{ολ} \neq 0$. Άρα το H_2S είναι ένα πολικό μόριο.



- β) Μεταξύ των μορίων του H_2S αναπτύσσονται δυνάμεις δίπολου-δίπολου, οι οποίες είναι ασθενέστερες των δεσμών υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού.

$$\Sigma B_{H_2S} < \Sigma B_{H_2O}$$

Επίσης το H_2S ως πολικό μόριο διαλύεται στον πολικό διαλύτη H_2O .

- γ) Το H_2S παρουσιάζει χαμηλό ΣB , άρα υγροποιείται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το H_2O .

B2)

- α) Αρχικό διάλυμα: $\Pi_1 = C_1 RT_1 = 0,2 \cdot R \cdot 300$ (1)

Προσθέτοντας διπλάσιο όγκο H_2O η συγκέντρωση υποτριπλασιάζεται.

$$\text{Τελικό διάλυμα: } \Pi_2 = C_2 RT_2 = \frac{0,2}{3} \cdot R \cdot 350$$
 (2)

$$\text{Άρα } \Pi_1 > \Pi_2$$

- β) Αρχικό διάλυμα: $\Pi_{αρχ} = C_{αρχ} RT \rightarrow 6 = C_{αρχ} RT$.

Προσθέτοντας διπλάσιο όγκο H_2O η συγκέντρωση υποτριπλασιάζεται.

$$\text{Τελικό διάλυμα: } \Pi_{τελ} = C_{τελ} RT = \frac{C_{αρχ} RT}{3} = \frac{\Pi_{αρχ}}{3} = \frac{6}{3} = 2 \text{ atm} \rightarrow \Pi_{τελ} = 2 \text{ atm}$$

- γ) Το I_2 ως μη πολικό μόριο εμφανίζει μεταξύ των μορίων του δυνάμεις διασποράς οι οποίες είναι σημαντικά ισχυρές λόγω της ιδιαίτερα μεγάλης σχετικής μοριακής μάζας του I_2 . Έτσι τα μόρια του I_2 έλκονται ισχυρά και βρίσκονται σε κοντινές θέσεις (στερεή κατάσταση).

- δ) Το F έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα από το Cl. Έτσι ο δεσμός H-F είναι περισσότερο πολωμένος σε σχέση με το δεσμό H-Cl. Άρα $\mu_{HF} > \mu_{HCl}$. Επίσης μεταξύ των μορίων του HF αναπτύσσονται ισχυροί δεσμοί υδρογόνου, ενώ μεταξύ των μορίων του HCl αναπτύσσονται ασθενέστερες δυνάμεις δίπολου-δίπολου. Άρα $\Sigma B_{HF} > \Sigma B_{HCl}$

ε) Έστω ότι αναμειγνύονται V_1 L διαλύματος γλυκόζης 0,2 M και V_2 L διαλύματος γλυκόζης 0,8 M.

Για την ανάμειξη:

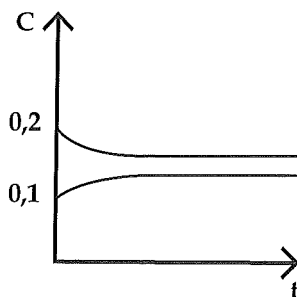
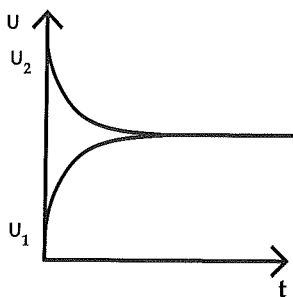
$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} \rightarrow 0,2V_1 + 0,8V_2 = 0,4(V_1 + V_2) \rightarrow V_1 = 2V_2$$

Άρα, θα χρησιμοποιηθεί όλος ο όγκος $V_1 = 10$ L και $V_2 = \frac{V_1}{2} = \frac{10}{2} = 5$ L

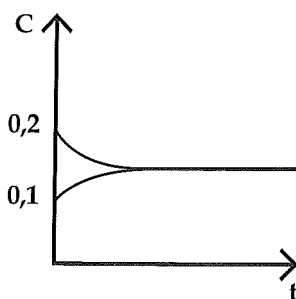
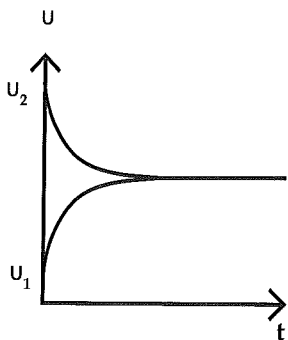
Συνεπώς ο μέγιστος όγκος θα είναι: $10 + 5 = 15$ L

B3) Στο δοχείο A λόγω της ανύψωσης της στάθμης του διαλύματος Δ_1 θα δημιουργηθεί υδροστατική πίεση η οποία θα αποτρέψει τα δύο διαλύματα να γίνουν ισοτονικά.

Έτσι θα διαφέρουν τα δύο διαλύματα και ως προς τη συγκέντρωσή τους. Οι ταχύτητες u_1 και u_2 θα εξισωθούν, αφού η ώσμωση θα σταματήσει.



Στο δοχείο B δε δημιουργείται υδροστατική πίεση, οπότε μετά το τέλος της ώσμωσης τα δύο διαλύματα γίνονται ισοτονικά. Ισχύει: $C_1' = C_2'$ και $u_1' = u_2'$

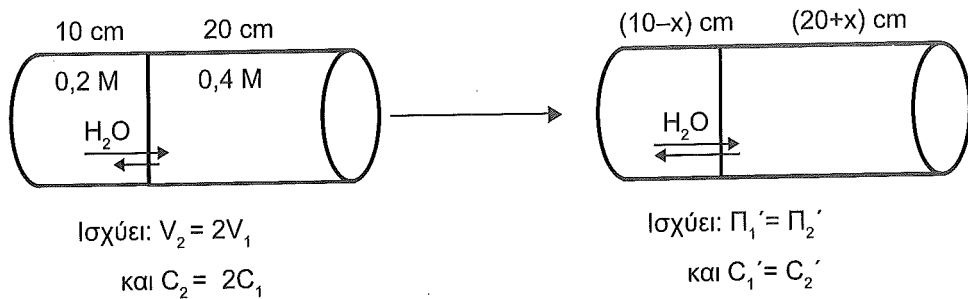


ΘΕΜΑ Γ

Γ1) $PV = nRT \rightarrow PV = \frac{mRT}{M_r} \rightarrow M_r = \frac{mRT}{PV} = \frac{6,4 \cdot 0,082 \cdot 300}{2,46 \cdot 0,5} = 128$

$$M_r(S_x) = x \cdot 32 = 128 \rightarrow x = 4$$

Γ2)



$$\frac{n_1}{V_1'} = \frac{n_2}{V_2'} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{n_1}{S(10-x)10^{-3}} = \frac{4n_1}{S(20+x)10^{-3}} \rightarrow x = 4 \text{ cm}$$

Γ3)

- α) Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 0,36 g C₆H₁₂O₆
Σε 500 mL διαλύματος περιέχονται x = 1,8 g C₆H₁₂O₆

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6: n = \frac{m}{M_r} = \frac{1,8}{180} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\Pi = \frac{nRT}{V} = \frac{0,1 \cdot 0,082 \cdot 80}{0,5} = 0,492 \text{ atm} \rightarrow \Pi = 0,492 \text{ atm}$$

- β) Προσθέτοντας επιπλέον γλυκόζη η ωσμωτική πίεση θα αυξηθεί κατά 50%.

$$\text{Αρα } \Pi_{\text{τελ}} = \Pi_{\text{αρχ}} + \frac{50}{100} \cdot \Pi_{\text{αρχ}} = 0,738 \text{ atm}$$

$$\Pi_{\text{τελ}} V = n_{\text{τελ}} RT \rightarrow n_{\text{τελ}} = \frac{\Pi_{\text{τελ}} V}{RT} = \frac{0,738 \cdot 0,5}{24,6} = 0,015 \text{ mol}$$

Αρα, προστέθηκαν: 0,01 - 0,015 = **0,005 mol γλυκόζης**

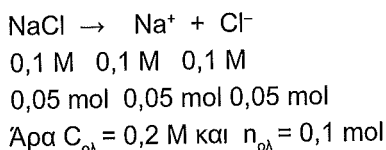
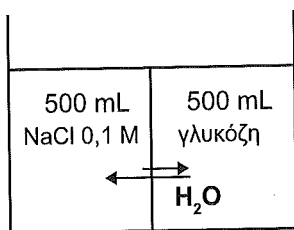
- γ) Προσθέτοντας H₂O η ωσμωτική πίεση θα μειωθεί κατά 50%.

$$\text{Αρα } \Pi_{\text{τελ}} = \Pi_{\text{αρχ}} - \frac{50}{100} \Pi_{\text{αρχ}} \rightarrow \Pi_{\text{αρχ}} = 0,246 \text{ atm}$$

$$\Pi_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} = n_{\text{αρχ}} RT \rightarrow V_{\text{τελ}} = \frac{n_{\text{αρχ}} RT}{\Pi_{\text{τελ}}} = \frac{0,01 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,246} = 1 \text{ L}$$

Αρα, προστέθηκαν: 1 - 0,5 = **0,5 L H₂O**

δ)



Αρα $\Pi_{\text{NaCl}} = 0,2 \text{ RT}$ (υπερτονικό)

Το διάλυμα της γλυκόζης έχει $C_{\text{γλυκοζ}} = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 \text{ M}$ (υποτονικό)

Έστω x L H_2O θα κινηθούν προς το διάλυμα $NaCl$, ώστε τα διαλύματα να γίνουν ισοτονικά. Στην ισορροπία ισχύει:

$$\Pi'_{NaCl} = \Pi'_{\gamma\lambda\upsilon\kappa\omicron\varsigma} \rightarrow C'_{NaCl} = C'_{\gamma\lambda\upsilon\kappa\omicron\varsigma} \rightarrow \frac{n_{o\lambda}}{0,5+x} = \frac{n_{\gamma\lambda}}{0,5-x} \rightarrow \frac{0,1}{0,5+x} = \frac{0,01}{0,5-x} \rightarrow x = 0,41 \text{ L } H_2O$$

Άρα ισχύει: $V_{\gamma\lambda\upsilon\kappa\omicron\varsigma} = 0,5 - 0,41$ ή $V_{\gamma\lambda\upsilon\kappa\omicron\varsigma} = 0,09 \text{ L}$

$$V_{NaCl} = 0,5 + 0,41 \text{ ή } V_{NaCl} = 0,91 \text{ L}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) $PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{6,15 \cdot 1}{0,082 \cdot 300} = 0,25 \text{ mol}$

β)	mol	$C_6H_{12}O_6$	\rightarrow	$2CH_3CH_2OH$	$+ 2CO_2$
αρχ	0,25		-	-	-
α/π	-x		+2x	+2x	+2x
τελ	0,25 - x		2x	2x	2x

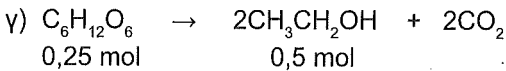
Το τελικό διάλυμα έχει $n_{o\lambda} = (0,25 + x)$ mol

$$\Pi_{\tau\epsilon\lambda} V = n_{o\lambda} RT \rightarrow n_{o\lambda} = \frac{11,48 \cdot 1}{0,082 \cdot 350} = 0,4 = 0,25 + x \rightarrow x = 0,15 \text{ mol}$$

Από τα 0,25 mol $C_6H_{12}O_6$ ζυμώθηκαν τα 0,15 mol $\left| \begin{array}{l} x = 60\% \text{ ποσοστό ζύμωσης} \\ x = ; \end{array} \right.$

Επίσης CH_3CH_2OH : $n = \frac{m}{M_r} \rightarrow m = n \cdot M_r = 0,3 \cdot 46 = 13,8 \text{ g}$

Σε 1000 mL διαλύματος περιέχονται 13,8 g CH_3CH_2OH $\left| \begin{array}{l} x = 1,38\% \text{ w/v περιεκτικότητα} \\ x = ; \end{array} \right.$

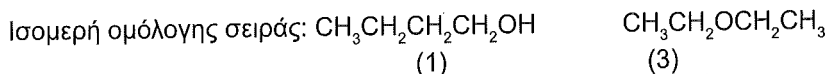
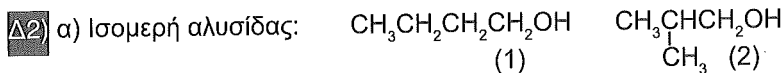


Στο τελικό διάλυμα θα υπάρχουν μόνο 0,5 mol CH_3CH_2OH .

$$\Pi_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{n_{\tau\epsilon\lambda} RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 0,082 \cdot 350}{1} \rightarrow \Pi_{\tau\epsilon\lambda} = 14,35 \text{ atm}$$

δ) Προσθέτουμε ω mol γλυκόζης. Θα ισχύει:

$$\Pi_{\gamma\lambda\upsilon\kappa\omicron\varsigma} = \Pi_{KCl} \rightarrow \frac{n_{o\lambda} RT}{V} = C_{o\lambda} RT = \frac{(0,25 + \omega)}{1} = 4 \rightarrow \omega = 3,75 \text{ mol γλυκόζης}$$



Η 1-βουτανόλη έχει ευθεία ανθρακική αλυσίδα, επομένως αναπτύσσονται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς. Οπότε:

$$\Sigma\text{B}(1) > \Sigma\text{B}(2)$$

Επίσης μεταξύ των μορίων της 1-βουτανόλης αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου που είναι ισχυρότεροι σε σχέση με τις δυνάμεις δίπολου-δίπολου που εμφανίζονται μεταξύ των μορίων του αιθέρα. Επομένως:

$$\Sigma\text{B}(1) > \Sigma\text{B}(3)$$

$$\beta) M_r(\text{C}_v\text{H}_{2v}\text{O}_2) = M_r(\text{C}_k\text{H}_{2k+2}\text{O}) \rightarrow 12v + 2v + 32 = 12k + 2k + 18 \rightarrow k = v+1.$$

Άρα η αλκοόλη θα έχει ένα άτομο C περισσότερο από το οξύ και δύο συντακτικοί τύποι θα είναι: οξύ $\rightarrow \text{HCOOH}$ και αλκοόλη $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

Στο HCOOH οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες, λόγω των διμερών μορφών.

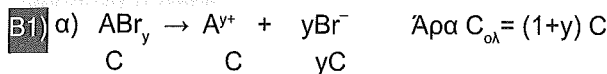
$$\Sigma\text{B}: \text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$$

Κεφάλαιο 1^ο: Διαμοριακές δυνάμεις – Όσμωση και Ωσμωτική πίεση
3^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

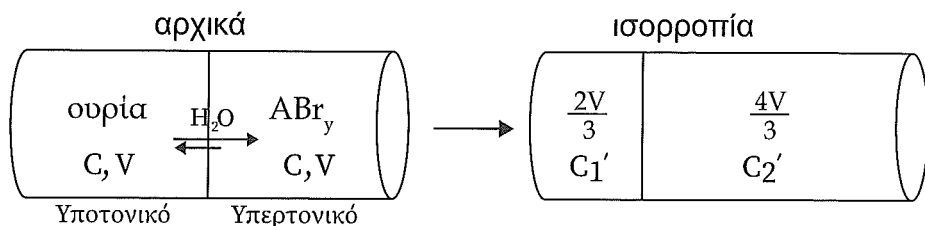
ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) α A3) β A4) β A5) γ

ΘΕΜΑ Β



Τα δύο διαλύματα αφού έχουν στην αρχή έχουν ίδια συγκέντρωση και ίδιο όγκο θα περιέχουν και ίδια mol.



Στην ισορροπία θα ισχύει: $\Pi_1' = \Pi_2'$, άρα

$$C_1' = C_{\text{ολ}} \rightarrow C_1' = (1+y) \cdot C_2' \rightarrow \frac{n}{\frac{2V}{3}} = \frac{(1+y)n}{\frac{4V}{3}} \rightarrow y=1$$

B2) α) Το ιόν είναι το K^+ το οποίο προσανατολίζεται απέναντι από το οξυγόνο ώστε να αναπτυχθεί ελκτική δύναμη ιόντος-διπόλου.

β) διαμοριακές: $K^+ - H_2O$ και $Cl^- - H_2O$ (ιόντος-διπόλου)

$H_2O - H_2O$ (δεσμός H, London)

ενδομοριακές: O - H (ομοιοπολικός δεσμός)

B3) α) **Σωστό.** Μεταξύ των μορίων $HCOOH$ αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου δημιουργώντας σταθερές δομές (διμερή).

β) **Σωστό.** Η 1-βουτανόλη έχει ευθύγραμμη αλυσίδα, επομένως έχει ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς. Άρα έχει και μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

γ) **Σωστό.** Το Br_2 λόγω της μεγάλης σχετικής μοριακής μάζας αναπτύσσει ισχυρές δυνάμεις μεταξύ στιγμιαίων διπόλων (London) και είναι υγρό σε συνθήκη θερμοκρασία.

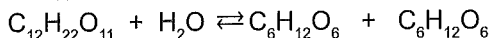
δ) **Σωστό.** Η σχετική μοριακή μάζα επηρεάζει σημαντικά τις διαμοριακές δυνάμεις.

Έτσι ενώ το HCl είναι πολικό μόριο (δυνάμεις δίπολου-δίπολου) και αναμένεται να έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το Cl₂ (μη πολικό μόριο, δυνάμεις διασπορας), λόγω της μεγάλης διαφοράς των σχετικών μοριακών μαζών, το Cl₂ εμφανίζει μεγαλύτερο σημείο βρασμού. $M_r(\text{HCl}) = 36,5 < M_r(\text{Cl}_2) = 71$

- ε) **Σωστό.** Κατά την αιμόλυση ένα κύτταρο έρχεται σε επαφή με υποτονικό διάλυμα και εισέρχεται νερό στο κύτταρο, οπότε διογκώνεται και η κυτταρική μεμβράνη διαρρηγνύεται.

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1) Στην αρχή τα διαλύματα έχουν ίδια συγκέντρωση. Μόλις όμως αρχίζει να υδρολύεται η ζάχαρη, το διάλυμα γίνεται υπερτονικό. Έτσι μόρια H₂O κινούνται προς το διάλυμα ζάχαρης, οπότε η μεμβράνη κινείται δεξιά κατά x cm. Όταν σταθεροποιηθεί η μεμβράνη θα έχει γίνει στο Α μέρος η αντίδραση:



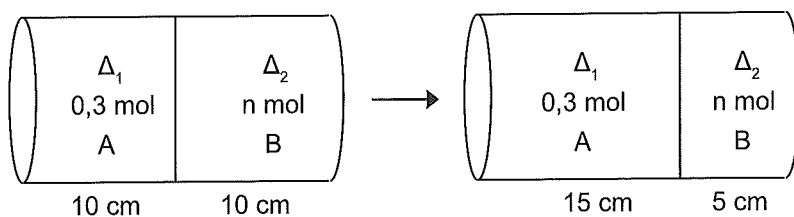
mol	ζάχαρη → γλυκόζη + φρουκτόζη		
αρχ	2	–	–
α/π	–1,6	+1,6	+1,6
τελ	0,4	1,6	1,6

Στην ισορροπία ισχύει:

$$C_{\text{ζαχ}} = C_{\text{ουρίας}} \rightarrow \frac{n_A}{V_A} = \frac{n_B}{V_B} \rightarrow \frac{3,6x}{(10+x)S \cdot 10^{-3}} = \frac{2x}{(10+x)S \cdot 10^{-3}} \rightarrow x = \frac{20}{7} \text{ cm}$$

Γ2) $n_A = \frac{m_A}{M_r(A)} = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ mol A}$

Έστω στο διάλυμα Δ₂ υπάρχουν n mol ουσίας B.



Όταν ισορροπεί η μεμβράνη τα δύο διαλύματα έχουν ίσες ωσμωτικές πιέσεις και ίσες συγκεντρώσεις, αφού η θερμοκρασία είναι ίδια άρα:

$$C_1 = C_2 \rightarrow \frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \rightarrow \frac{0,3}{S \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = \frac{n}{S \cdot 5 \cdot 10^{-3}} \rightarrow n = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Ουσία B: } n = \frac{m}{M_r} \rightarrow M_r = \frac{m}{n} = \frac{2,6}{0,1} = 26$$

$$M_r((\text{CH})_v) = 13v = 26 \rightarrow v = 2 \quad \text{Άρα MT} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) Έστω ότι το διάλυμα Δ₁ περιέχει n₁ mol γλυκόζης και το διάλυμα περιέχει Δ₂ n₂ mol Β. Οι αρχικοί όγκοι είναι ίσοι και επειδή τα διαλύματα έχουν την ίδια % w/v περιεκτικότητα θα περιέχουν και ίσες μάζες διαλυμένων ουσιών. Άρα m_B = m_{γλ} = m.

Όταν η μεμβράνη ισοροπήσει, τα δύο διαλύματα έχουν ίσες ωσμωτικές πιέσεις.

$$\Pi_1' = \Pi_2' \text{ οπότε } C_1'RT = C_2'RT.$$

$$\text{Ισχύει } C_1' = C_2' \rightarrow \frac{n_1}{xS} = \frac{n_2}{yS} \rightarrow \frac{n_1}{x} = \frac{n_2}{3x} \rightarrow n_2 = 3n_1 \rightarrow \frac{m}{M_r(B)} = \frac{3m}{M_r(\gamma\lambda)} \rightarrow M_r(B) = 60$$

Δ2) Έστω α mol ουσίας Α και β mol ουσίας Β.

$$m_{\text{μείγματος}} = m_A + m_B \rightarrow 34 = 100\alpha + 80\beta \quad (1)$$

$$\Pi V = n_{\text{ολ}} RT \rightarrow n_{\text{ολ}} = \frac{\Pi V}{RT} = \frac{9,84 \cdot 1}{0,082 \cdot 300} = 0,4 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα } \alpha + \beta = 0,4 \quad (2)$$

Από την επίλυση των (1) και (2) προκύπτει: **α = 0,1 mol Α και β = 0,3 mol Β**

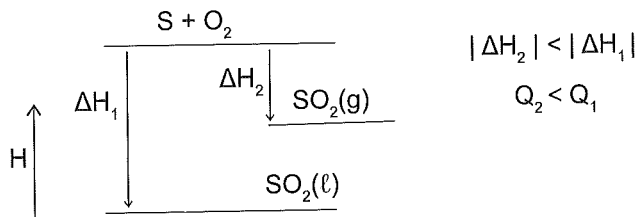
Κεφάλαιο 2^ο: Θερμοχημεία
4^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) α A2) β A3) α A4) β A5) β

ΘΕΜΑ Β

B1) α) Λάθος



β) **Λάθος** με βάση το νόμο του Hess.

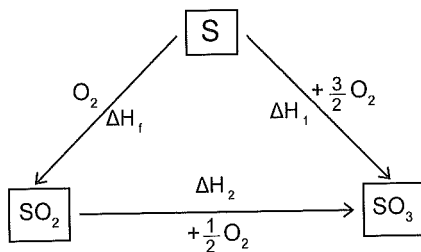
γ) **Λάθος**. Η θερμοκρασία δεν διατηρείται σταθερή στους 25 °C.

Τα μεγέθη $H_{αντ}$, $H_{τροπώνι}$ και ΔH αναφέρονται στην πρότυπη κατάσταση.

δ) **Σωστό** π.χ μπορούμε να υπολογίσουμε την ενθαλπία της αντίδρασης

$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ που δεν γίνεται στο εργαστήριο, μέσω των αντιδράσεων καύσης των C, H_2 , CH_4 που γίνονται εργαστηριακά.

B2)



Ισχύει: $\Delta H_f = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -400 - (-100)$

Άρα $\Delta H_f = -300 \text{ kJ/mol}$

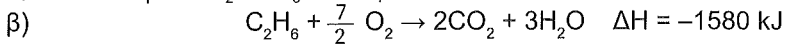
B3) Κύκλος ΑΒΓΕ: $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta H_3 + \Delta H_5$

ΓΕΔ: $\Delta H_5 = -\Delta H_4 - \Delta H_6$

ΑΒΓΔΕ: $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta H_3 - \Delta H_4 - \Delta H_6$

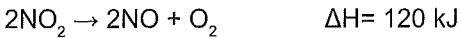
ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) $\Delta H = 3\Delta H_1 + 2\Delta H_2 - \Delta H_3 - 3\Delta H_4 = 3 \cdot (-250) + 2 \cdot (-400) - (-120) - 3 \cdot 50$. Άρα $\Delta H = -1580 \text{ kJ}$



1 mol ελευθερώνει 1580 kJ

$\omega \text{ mol}$ $q_1 = ;$



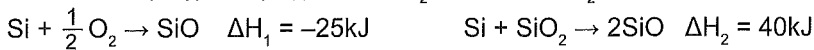
2 mol απορροφά 120 kJ

4 mol απορροφά 1580ω kJ

Ισχύει $2 \cdot 1580 \cdot \omega = 4 \cdot 120 \rightarrow \omega = 0,15 \text{ mol C}_2\text{H}_6 \text{ κάηκαν}$

Γ2) α) $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \frac{\Delta H_3}{2} = -25 - (-\frac{130}{2}) = 40 \text{ kJ}$

Έστω ότι το μείγμα περιέχει $x \text{ mol O}_2$ και $y \text{ mol SiO}_2$:



$\frac{1}{2} \text{ mol} \quad q = 25 \text{ kJ} \quad 1 \text{ mol} \quad \text{απορροφούν } 40 \text{ kJ}$

$x \text{ mol} \quad q_1 = 50x \text{ kJ} \quad y \text{ mol} \quad q_2 = 40y \text{ kJ}$

$q_{\text{ολ}} = 0 \rightarrow q_1 + q_2 = 0 \rightarrow 50x - 40y \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{4}{5}$

β) Επειδή $n_{\text{ολ}} = 10 \text{ mol}$ άρα 5 mol O_2 και 5 mol SiO_2

$Q_{\text{ολ}} = Q_1 + Q_2 = 50x - 40y = 50 \cdot 5 - 40 \cdot 5 \rightarrow Q_{\text{ολ}} = 50 \text{ kJ θα εκλυθούν}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Ισχύει από τον νόμο Hess:

$\Delta H = -\Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 + \Delta H_4 = 140 + 280 - 220 - 490 \rightarrow \Delta H = -290 \text{ kJ}$

β) $n_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}} = \frac{m}{M_r} = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ mol}$

Έστω ότι από τα $0,5 \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O}$ αντιδρούν τα $\omega \text{ mol}$

$\Delta H = -290 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O} \text{ δίνει } 290 \text{ kJ}$

$\omega \text{ mol} \quad 60 \text{ kJ}$

Άρα $\omega = 0,2 \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O}$

Από τα $0,5 \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O}$ αντέδρασαν τα $0,2 \text{ mol}$

100 mol $x = ;$

$x = 40 \% \text{ ποσοστό που αντέδρασε}$

Δ2) α) $\Delta H = -\Delta H_1 - 3\Delta H_2 + 3\Delta H_3 = -(-837) - 3(-111) + 3(-394) \rightarrow \Delta H = -12 \text{ kJ}$

β) Σε 100 g ή $0,1 \text{ kg}$ αιματίτη περιέχονται $80 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$

1000 kg $x = ;$

$x = 800.000 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \text{ ή } \frac{800.000}{160} = 5000 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$

1 mol Fe_2O_3 εκλύει 12 kJ

5000 mol $q = 60.000 \text{ kJ}$

$Q_{\text{τελ}} = \frac{50}{100} \cdot 60.000 \rightarrow Q_{\text{τελ}} = 30.000 \text{ kJ}$

Κεφάλαιο 2^ο: Θερμοχημεία
5^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) β A3) γ A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

- B1) α) 2,8 g (0,1 mol) → 280 kJ
8,4 g (0,3 mol) → 840 kJ
11,2 g (0,4 mol) → 1120 kJ
ω g (0,2 mol) → 560 kJ

- β) $\omega = 0,2 \cdot 28 \rightarrow \omega = 5,6 \text{ g}$
Τα 0,1 mol N₂ εκλύουν 280 kJ
1 mol Q = ;
Q = 2800 kJ, ΔH = - 2800 kJ
Άρα N₂ + 3H₂ → 2 NH₃ ΔH = - 2800 kJ

- B2) α) S_(μονοκλινές) → S_(ρομβικό) ΔH < 0
Άρα: H_{S(ρομβικό)} - H_{S(μονοκλινές)} < 0
H_{S(ρομβικό)} < H_{S(μονοκλινές)}

Η σταθερότερη μορφή του S είναι το ρομβικό.

- β) 0,1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 296,8 kJ
1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 296,8 kJ
Άρα S_(ρομβικό) + O₂ (g) → SO₂ (g) ΔH₁ = - 296,8 kJ
0,2 mol S_(μονοκλινές) εκλύουν 59,42 kJ
1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 297,1 kJ
Άρα S_(μονοκλινές) + O₂ (g) → SO₂ (g) ΔH₁ = - 297,1 kJ
Τελικά S_(ρομβικό) → S_(μονοκλινές) ΔH = 0,3 kJ

- B3) α) Κύκλος ΑΒΔ: ΔH₁ = ΔH₂ + ΔH₅ (1)
ΒΔΓ: ΔH₃ = ΔH₅ - ΔH₄ (2)
ΑΒΓΔ: ΔH₂ = ΔH₁ - ΔH₄ - ΔH₃ (3)

- β) Από (1) ΔH₅ = ΔH₁ - ΔH₂ = 200 - (-20) → ΔH₅ = 220 kJ
Από (2) ΔH₄ = ΔH₅ - ΔH₃ = 220 - (-40) → ΔH₄ = 260 kJ

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) $n_c = \frac{48}{12} = 4 \text{ mol}$

Έστω από τα 4 mol C τα α mol C μετατρέπονται σε CO
και τα β mol C μετατρέπονται σε CO₂

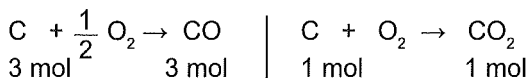
Ισχύει: $\alpha + \beta = 4 \text{ (1)}$



Ισχύει: $Q_{ολ} = Q_1 + Q_2 \rightarrow 720 = 110\alpha + 390\beta \text{ (2)}$

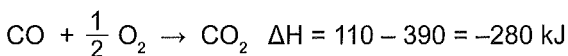
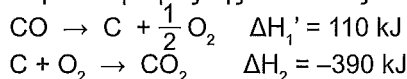
Από (1) και (2) προκύπτει **$\alpha = 3 \text{ mol}$ και $\beta = 1 \text{ mol}$**

Από τα 4 mol C τα 3 mol μετατρέπονται σε CO και 1 mol σε CO₂
 $100 \text{ mol} \rightarrow x_1 = 75\% \text{ μετατρέπονται σε CO και } x_2 = 25\% \text{ σε CO}_2$



Παράγονται 3 mol CO και 1 mol CO₂

β) Το CO₂ δεν καίγεται. Προσδιορισμός της ενθαλπίας κάυσης του CO.



Το 1 mol CO δίνει 280 kJ

3 mol $Q = ; \quad \mathbf{Q = 3 \cdot 280 = 840 \text{ kJ}}$

Γ2) α) CH_4 : $n = \frac{m}{M_r} = \frac{2}{16} = 0,125 \text{ mol}$

Τα 0,125 mol CH₄ δίνουν 113,75 kJ

1 mol $x = ; \quad \Delta H = -910 \text{ kJ}$

Οπότε CH₄: **$\Delta H_c = -910 \text{ kJ/mol}$**

β) $n_{ολ} = \frac{V}{22,4} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$

Έστω α mol C₂H₄ και β mol O₂, άρα $\alpha + \beta = 0,1 \text{ (1)}$

Επίσης $\frac{1}{4} = \frac{\alpha}{\beta} \rightarrow \beta = 4\alpha \rightarrow \alpha + 4\alpha = 0,1 \rightarrow \alpha = 0,02 \text{ mol και } \beta = 0,08 \text{ mol O}_2$

(mol)	$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H_2$	
αρχ	0,02	0,08
α/π	0,02	0,06
τελ	-	0,02

Τα 0,02 mol C₂H₄ δίνουν 28,4 kJ
1 mol $Q = ;$

$Q = 1420 \text{ kJ}$ άρα $\Delta H_2 = -1420 \text{ kJ}$ Άρα C₂H₄: **$\Delta H_c = -1420 \text{ kJ/mol}$**

Κεφάλαιο 2^ο: Θερμοχημεία
5^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) β A3) γ A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

- B1) α) 2,8 g (0,1 mol) → 280 kJ
8,4 g (0,3 mol) → 840 kJ
11,2 g (0,4 mol) → 1120 kJ
ω g (0,2 mol) → 560 kJ

- β) $\omega = 0,2 \cdot 28 \rightarrow \omega = 5,6 \text{ g}$
Τα 0,1 mol N₂ εκλύουν 280 kJ
1 mol Q = ;
Q = 2800 kJ, $\Delta H = -2800 \text{ kJ}$
Άρα N₂ + 3H₂ → 2NH₃ $\Delta H = -2800 \text{ kJ}$

- B2) α) S_(μονοκλιές) → S_(ρομβικό) $\Delta H < 0$
Άρα: H_{S(ρομβικό)} - H_{S(μονοκλιές)} < 0
H_{S(ρομβικό)} < H_{S(μονοκλιές)}

Η σταθερότερη μορφή του S είναι το ρομβικό.

- β) 0,1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 29,68 kJ
1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 296,8 kJ
Άρα S_(ρομβικό) + O₂ (g) → SO₂ (g) $\Delta H_1 = -296,8 \text{ kJ}$
0,2 mol S_(μονοκλιές) εκλύουν 59,42 kJ
1 mol S_(ρομβικό) εκλύει 297,1 kJ
Άρα S_(μονοκλιές) + O₂ (g) → SO₂ (g) $\Delta H_1 = -297,1 \text{ kJ}$
Τελικά S_(ρομβικό) → S_(μονοκλιές) $\Delta H = 0,3 \text{ kJ}$

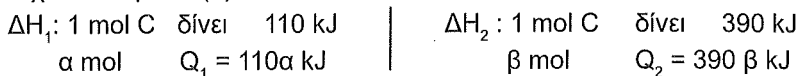
- B3) α) Κύκλος ABΔ: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_5$ (1)
 ΒΔΓ: $\Delta H_3 = \Delta H_5 - \Delta H_4$ (2)
 ΑΒΓΔ: $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_4 - \Delta H_3$ (3)
β) Από (1) $\Delta H_5 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = 200 - (-20) \rightarrow \Delta H_5 = 220 \text{ kJ}$
Από (2) $\Delta H_4 = \Delta H_5 - \Delta H_3 = 220 - (-40) \rightarrow \Delta H_4 = 260 \text{ kJ}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) $n_c = \frac{48}{12} = 4 \text{ mol}$

Έστω από τα 4 mol C τα α mol C μετατρέπονται σε CO
και τα β mol C μετατρέπονται σε CO₂

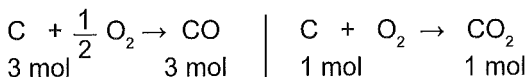
Ισχύει: $\alpha + \beta = 4 \text{ (1)}$



Ισχύει: $Q_{ολ} = Q_1 + Q_2 \rightarrow 720 = 110\alpha + 390\beta \text{ (2)}$

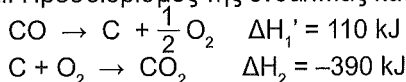
Από (1) και (2) προκύπτει **$\alpha = 3 \text{ mol}$ και $\beta = 1 \text{ mol}$**

Από τα 4 mol C τα 3 mol μετατρέπονται σε CO και 1 mol σε CO₂
100 mol $\rightarrow x_1 = 75\%$ μετατρέπονται σε CO και $x_2 = 25\%$ σε CO₂



Παράγονται 3 mol CO και 1 mol CO₂

β) Το CO₂ δεν καίγεται. Προσδιορισμός της ενθαλπίας κάυσης του CO.



Το 1 mol CO δίνει 280 kJ

3 mol $Q = ; \quad \mathbf{Q = 3 \cdot 280 = 840 \text{ kJ}}$

Γ2) α) CH_4 : $n = \frac{m}{M_r} = \frac{2}{16} = 0,125 \text{ mol}$

Τα 0,125 mol CH₄ δίνουν 113,75 kJ

1 mol $x = ; \quad \Delta H = -910 \text{ kJ}$

Οπότε CH₄: **$\Delta H_c = -910 \text{ kJ/mol}$**

β) $n_{ολ} = \frac{V}{22,4} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$

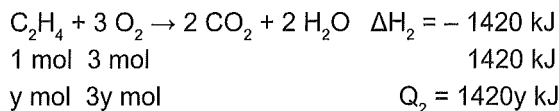
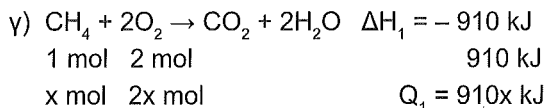
Έστω α mol C₂H₄ και β mol O₂, άρα $\alpha + \beta = 0,1 \text{ (1)}$

Επίσης $\frac{1}{4} = \frac{\alpha}{\beta} \rightarrow \beta = 4\alpha \rightarrow \alpha + 4\alpha = 0,1 \rightarrow \mathbf{\alpha = 0,02 \text{ mol}}$ και **$\beta = 0,08 \text{ mol O}_2$**

(mol)	$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H_2$	
αρχ	0,02	0,08
α/π	0,02	0,06
τελ	-	0,02

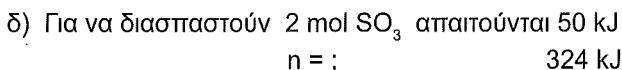
Τα 0,02 mol C₂H₄ δίνουν 28,4 kJ
1 mol $Q = ;$

$Q = 1420 \text{ kJ}$ άρα $\Delta H_2 = -1420 \text{ kJ}$ Άρα C₂H₄: **$\Delta H_c = -1420 \text{ kJ/mol}$**



$$\text{Ισχύει: } 2x + 3y = 0,7 \quad (1) \text{ και } 910x + 1420y = 324 \quad (2)$$

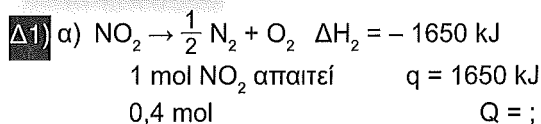
Από (1) και (2) προκύπτει $x = 0,2 \text{ mol CH}_4$ και $y = 0,1 \text{ mol C}_2\text{H}_4$



$$\text{Οπότε } n = 12,96 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα } m = n \cdot M_r = 12,96 \cdot 80 = 1036,8 \text{ g SO}_3$$

ΘΕΜΑ Δ



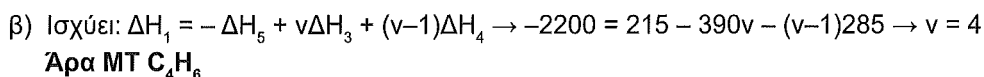
$$\text{Άρα } Q = 660 \text{ kJ}$$

$$n_{\text{αλκινίου}} = \frac{V}{22,4} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol}$$

Τα 0,3 mol αλκινίου δίνουν 660 kJ

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad Q = ; \end{array}$$

$$Q = 2200 \text{ kJ} \text{ άρα } \Delta H_1 = -2200 \text{ kJ} \text{ δηλαδή για το αλκίνιο είναι: } \Delta H_c = -2200 \text{ kJ/mol}$$



Δ2) 1^ο μέρος

Διάλυμα ουρίας: Σε 100 mL περιέχονται 1,2 g ουρίας

Σε 1000 mL περιέχονται 12 g ουρίας ή $\frac{12}{60} = 0,2 \text{ mol}$ ουρίας

$$\text{Άρα } C_{\text{ουρίας}} = 0,2 \text{ M} = C_{\text{γλυκόζης}}$$

$$\text{Άρα } n_{\text{γλυκόζης}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ mol γλυκόζης}$$

2^ο μέρος

Τα 0,05 mol γλυκόζης δίνουν 250 kJ

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad Q = ; \end{array}$$

$$\text{Άρα } Q = 5000 \text{ kJ} \text{ και } \Delta H_1 = -5000 \text{ kJ}$$

$$\text{Ισχύει: } \Delta H = -\Delta H_1 + 6\Delta H_2 + 6\Delta H_3 = 5000 + 6(-380) + 6(-300) = 920 \text{ kJ}$$

$$\text{Άρα C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 : \Delta H_f = 920 \text{ kJ/mol}$$

Κεφάλαιο 2^ο: Θερμοχημεία
6^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

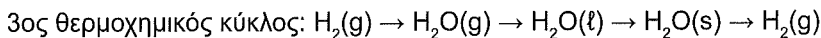
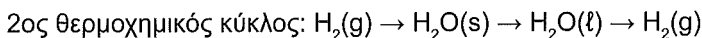
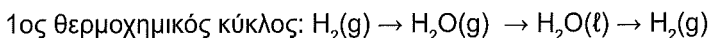
ΘΕΜΑ Α

- A1) α A2) α A3) γ A4) γ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

B1) $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 - 2\Delta H_3 = \alpha - \beta - 2\gamma = 0 \rightarrow \alpha - \beta = 2\gamma$

B2) α) Υπάρχουν τρεις θερμοχημικοί κύκλοι



β) $\Delta H_4 > 0$ (ενθαλπία τήξης)

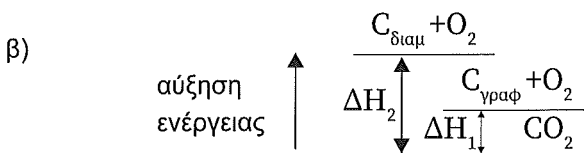
γ) $\Delta H_2 < 0 \rightarrow \Delta H_2 = -44 \text{ kJ}$ Από τον νόμο Hess στον 1ο θερμοχημικό κύκλο ισχύει:

$\Delta H_3 < 0 \rightarrow \Delta H_3 = -286 \text{ kJ}$ $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 \rightarrow \Delta H_1 = -242 \text{ kJ}$

$\Delta H_4 > 0 \rightarrow \Delta H_4 = +6 \text{ kJ}$

Ομοίως: $\Delta H_5 + \Delta H_4 = \Delta H_3 \rightarrow \Delta H_5 = -292 \text{ kJ}$ (2ος θερμοχημικός κύκλος)

B3) α) Αφού η $C_{\text{διαμ}} \rightarrow C_{\text{γραφ}}$ είναι εξώθερμη, θα ισχύει: $H_{\text{αντιδρ}} > H_{\text{προϊντ}}$ δηλαδή $H_{\text{διαμ}} > H_{\text{γραφ}}$.
Η σταθερότερη μορφή του C είναι ο γραφίτης.



Ισχύει $\Delta H_1 > \Delta H_2$ αφού πρόκειται για εξώθερμες αντιδράσεις (ΔH_1 και ΔH_2 είναι αρνητικοί αριθμοί).

ΘΕΜΑ Γ

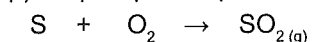
$$\Gamma 1) \alpha) \Delta H = -290 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol S δίνει } 290 \text{ kJ} \quad \left| \quad x = 0,25 \text{ mol S ή } 0,25 \cdot 32 = 8 \text{ g S} \right.$$

$$x = ; \quad 72,5 \text{ kJ}$$

$$\begin{array}{l} \text{Σε } 20 \text{ g δείγματος περιέχονται } 8 \text{ g καθαρό S} \\ 100 \text{ g} \end{array} \quad \left| \quad x = 40\% \text{ w/w καθαρότητα} \right.$$

$$x = ;$$

β) Με βάση τον νόμο του Hess ισχύει: $\Delta H = 2\Delta H_1 - 2\Delta H_2 = -200 - 2 \cdot 88 = -376 \text{ kJ}$



$$0,25 \text{ mol} \qquad \qquad 0,25 \text{ mol}$$

$$\text{Επίσης } n_{\text{O}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol O}_2$$

mol	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{l}) \quad \Delta H = -376 \text{ kJ}$		
αρχ	0,25	1	-
α/π	-0,25	-0,125	+0,25
τελ	-	0,875	0,25

$$2 \text{ mol SO}_2 \text{ δίνουν } 376 \text{ kJ} \quad \left| \quad Q = 47 \text{ kJ} \right.$$

$$0,25 \text{ mol} \quad Q = ;$$

$$\Gamma 2) \alpha) \text{C}_v\text{H}_{2v}: n = \frac{V}{22,4} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ mol}$$

$$0,5 \text{ mol C}_v\text{H}_{2v} \text{ δίνουν } 775 \text{ kJ} \quad \left| \quad Q = 1550 \text{ kJ} \right.$$

$$1 \text{ mol} \quad Q = ; \quad \left| \quad \text{Άρα } \Delta H_c = -1550 \text{ kJ/mol} \right.$$

β) Επίσης 1 mol C_vH_{2v} δίνει 1550 kJ

$$x \text{ mol} \quad 310 \text{ kJ} \quad \left| \quad x = 0,2 \text{ mol C}_v\text{H}_{2v} \right.$$

$$\text{C}_v\text{H}_{2v}: n = \frac{m}{M_r} \rightarrow M_r = \frac{m}{n} = \frac{5,6}{0,2} = 28$$

$$M_r(\text{C}_v\text{H}_{2v}) = 12v + 2v = 28 \rightarrow v = 2$$

Άρα, ο μοριακός τύπος του αλκένιου είναι C_2H_4

$$\Gamma 3) \alpha) n_{\text{HCl}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ mol}, \quad n_{\text{Mg(OH)}_2} = C \cdot V = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ mol}$$

mol	$\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -114 \text{ kJ}$			
αρχ	0,3	0,6	-	-
α/π	0,3	0,6	0,3	$q = (114 \cdot 0,3) \text{ kJ}$
τελ	-	-	0,3	-

$$q = 34,2 \text{ kJ}$$

β) Τελικά υπάρχει διάλυμα MgCl_2 : $C = \frac{0,3}{2,5} = 0,12 \text{ M}$

$$\Pi = iCRT = 3 \cdot 0,12 \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$\text{Άρα } \Pi = 8,856 \text{ atm}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Έστω x mol C μετατράπηκαν σε CH_4 και y mol σε C_2H_2 .

$$\text{Ισχύει: } 12x + 12y = 7,2 \rightarrow x + y = 0,6 \quad (1)$$



$$\text{H}_2: n = \frac{V}{22,4} \rightarrow 2x + \frac{y}{2} = \frac{20,16}{22,4} \rightarrow 2x + \frac{y}{2} = 0,9 \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει $x = 0,4$ mol και $y = 0,2$ mol.

$$n_{\text{C}} = \frac{7,2}{12} = 0,6 \text{ mol C.}$$

Από τα 0,6 mol C μετατράπηκαν σε CH_4 τα 0,4 mol

$$\frac{100 \text{ mol}}{100 \text{ mol}} \quad x = ;$$

Άρα $x = 66,7\%$ ποσοστό μετατροπής.

β) Με βάση τον νόμο του Hess υπολογίζουμε τις ενθαλπίες ΔH και $\Delta H'$.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_4 - \Delta H_2 = -393 - 572 + 890 = -75 \text{ kJ.}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Άρα το 1 mol } \text{CH}_4 \text{ δίνει 75 kJ} & \\ 0,4 \text{ mol} & Q_1 = ; \quad | \quad Q_1 = 30 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Delta H' = 2\Delta H_1 + \Delta H_4 - \Delta H_3 = -786 - 286 + 1300 = 228 \text{ kJ}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Άρα τα 2 mol C απορροφούν } -228 \text{ kJ} & \\ 0,2 \text{ mol} & Q_2 = ; \quad | \quad Q_2 = -22,8 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\text{Άρα } Q_{\text{ολ}} = 30 - 22,8 \rightarrow Q_{\text{ολ}} = 7,2 \text{ kJ}$$

Δ2) Για να διασπαστεί 1 mol CaCO_3 απαιτούνται 21,6 kJ

$$x = ; \quad 7,2 \text{ kJ}$$

$$\text{Άρα } x = 0,33 \text{ mol } \text{CaCO}_3 \text{ ή } 0,33 \cdot 100 = 33 \text{ g } \text{CaCO}_3$$

Σε 50 g ορυκτού περιέχονται 33 g

$$\frac{100 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad x = ; \quad | \quad x = 66,7 \% \text{ w/w περιεκτικότητα σε } \text{CaCO}_3$$

Κεφάλαιο 3^ο: Χημική Κινητική
7^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) β A2) β A3) β A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

B1) Ισχύει $u = k[\text{HCl}]^2$. Η ταχύτητα εξαρτάται από την συγκέντρωση του HCl, ενώ η ποσότητα του παραγόμενου H₂ από τα mol του ελλειμματικού αντιδρώντος.

Αρχικά: $n_{\text{HCl}} = CV = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol}$ και $n_{\text{Zn}} = \frac{6,5}{65} = 0,1 \text{ mol}$

άρα, οι ποσότητες βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία.

α) Με την προσθήκη H₂O, η συγκέντρωση του HCl **μειώνεται**, άρα και η **ταχύτητα** μειώνεται.

Οι ποσότητες παραμένουν σε στοιχειομετρική αναλογία, άρα παράγεται η **ίδια ποσότητα H₂**.

β) Η **ταχύτητα** της αντίδρασης **μειώνεται**, επειδή μειώνεται η επιφάνεια επαφής του στερεού Zn.

Οι ποσότητες παραμένουν σε στοιχειομετρική αναλογία, άρα παράγεται η **ίδια ποσότητα H₂**.

γ) Η **ταχύτητα** της αντίδρασης μειώνεται, επειδή η συγκέντρωση του HCl έχει μειωθεί.

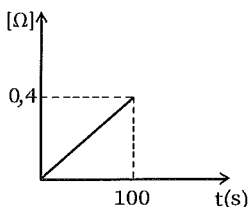
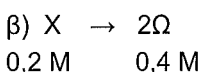
($n_{\text{HCl}} = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ mol}$), άρα το HCl βρίσκεται σε έλλειμμα και επομένως η παραγόμενη **ποσότητα H₂ είναι μικρότερη**.

δ) Μετά την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων προκύπτει διάλυμα με μεγαλύτερη συγκέντρωση (3M) από την αρχική. Άρα, η **ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται**. Η ποσότητα του HCl έχει αυξηθεί σε σχέση με την αρχική (0,6 mol). Επομένως το ελλειμματικό αντιδρών είναι ο Zn, του οποίου η ποσότητα παρέμεινε σταθερή (0,1 mol). Άρα, η **ποσότητα του παραγόμενου H₂ είναι ίδια**.

ε) Η αύξηση του όγκου του δοχείου δεν επηρεάζει την συγκέντρωση του HCl ούτε τις ποσότητες των αντιδρώντων. Επομένως η **παραγόμενη ποσότητα H₂ είναι ίδια και η ταχύτητα παραμένει ίδια**.

B2) α) Η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης, επειδή έχει σταθερή κλίση και ισχύει:

$$u_{\text{συνμ}} = k = \bar{u} = \frac{\Delta[X]}{\Delta t} = \frac{0,2}{100} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$



γ.

(M)	$X \rightarrow 2Z$	
αρχ	0,2	—
α/π	-0,08	+0,16
τελ	0,12	0,16

Ισχύει: $u = 2 \cdot 10^{-3} = \frac{\Delta[\Omega]}{2\Delta t} \rightarrow 4 \cdot 10^{-3} = \frac{0,16}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 40 \text{ s}$

α) Επειδή $H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}} \rightarrow \Delta H < 0 \rightarrow$ **εξώθερμη**.

$$H_{A+B} + E_a = H_{\Gamma+\Delta} + E_a' \rightarrow H_{\Gamma+\Delta} - H_{A+B} = E_a - E_a'$$

$$\Delta H = 75 - 105 = -30 \text{ kJ}$$

β) i) Η παρουσία καταλύτη **δεν επηρεάζει την μεταβολή ενθαλπίας**.

$$\text{Άρα } \Delta H = -30 \text{ kJ}$$

$$\text{ii) } \Delta H \text{ (αντίστροφης)} = -\Delta H = 30 \text{ kJ}$$

$$\text{iii) } E_a'(K) = 90 \text{ kJ}$$

$$\text{iv) } \% \Delta E_a = \left(\frac{E_a(K) - E_a}{E_a} \right) \times 100 = \frac{60 - 75}{75} \times 100 \rightarrow \Delta E_a = -20 \%$$

$$\% \Delta E_a' = \left(\frac{E_a'(K) - E_a'}{E_a'} \right) \times 100 = \frac{90 - 105}{105} \times 100 \rightarrow \Delta E_a' = -14,3 \%$$

4) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η γραφική παράσταση μετατοπίζεται προς τα δεξιά, οπότε μεγαλύτερο ποσοστό μορίων έχει ενέργεια μεγαλύτερη από την ενέργεια ενεργοποίησης, και μπορεί να δώσει αποτελεσματικές συγκρούσεις.

Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στην αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης.

ΘΕΜΑ Γ

α) Έστω ο νόμος είναι $u = k \cdot [\text{NO}]^x \cdot [\text{Cl}_2]^y$. Ισχύει: $8u = k \cdot (2[\text{NO}])^x \cdot (2[\text{Cl}_2])^y \rightarrow$

$$8u = 2^x \cdot 2^y k [\text{NO}]^x [\text{Cl}_2]^y \rightarrow 8u = 2^{x+y} u \rightarrow x+y = 3$$

$$\text{Ισχύει: } 2u = k[\text{NO}]^x (2[\text{Cl}_2])^y \rightarrow 2u = k[\text{NO}]^x \cdot 2^y \cdot [\text{Cl}_2]^y \rightarrow 2 \cdot u = 2^y \cdot u \rightarrow y = 1 \text{ και } x = 2$$

Άρα, ο νόμος της ταχύτητας είναι: $u = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$

$$\beta) \text{ Ισχύει: } u = k \left(\frac{2\omega}{2} \right) \left(\frac{\omega}{2} \right) \rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-2} \frac{\omega^3}{2} \rightarrow \omega = 0,1.$$

Άρα, στην αρχή υπάρχουν **0,2 mol NO** και **0,1 mol Cl₂**.

γ)

	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}$		
mol			
αρχ	0,2	0,1	-
α/π	-2x	-x	+2x
t ₁	0,2-2x	0,1-x	2x

$$\text{Ισχύει: } 0,2 - 2x = 2x \rightarrow x = 0,05 \text{ mol}$$

Άρα, την στιγμή t₁ είναι n_{NO} = 0,1 mol και n_{Cl₂} = 0,05 mol

$$u_{t_1} = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2] = 2 \cdot 10^{-2} \left(\frac{0,1}{2} \right)^2 \cdot \frac{0,05}{2} \rightarrow u_{t_1} = 12,5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Για το ποσό θερμότητας ισχύει:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol NOCl δίνουν } 200 \text{ kJ} \\ 0,1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad Q = ; \quad \mathbf{Q = 10 \text{ kJ}} \end{array}$$

$$\delta) \text{ Ισχύει: } \% \Delta P = \frac{P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{αρχ}}} \cdot 100 = \frac{\frac{n_{\text{τελ}} RT}{V} - \frac{n_{\text{αρχ}} RT}{V}}{\frac{n_{\text{αρχ}} RT}{V}} \cdot 100 = \frac{n_{\text{τελ}} - n_{\text{αρχ}}}{n_{\text{αρχ}}} \cdot 100 =$$

$$\frac{0,25 - 0,3}{0,3} \cdot 100 \rightarrow \% \Delta P = -16,71 \% \text{ (η πίεση ελαττώθηκε)}$$

ε) Το διάγραμμα Ι είναι το σωστό, γιατί με τον καταλύτη λαμβάνεται η ίδια ποσότητα προϊόντος πιο γρήγορα.

ΘΕΜΑ Δ

$$\alpha) u_{\text{HCl}} = \epsilon \phi \phi = \frac{0,8}{20} \rightarrow u_{\text{HCl}} = 0,04 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

$$\beta) t = 10 \text{ s: } u = \frac{u_{\text{HCl}}}{2} \rightarrow u = 0,02 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

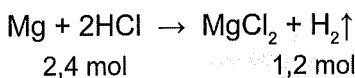
$$\gamma) t = 10 \text{ s: } u = k [\text{HCl}]^2 \rightarrow k = \frac{u}{[\text{HCl}]^2} = \frac{0,02}{0,4^2} \rightarrow k = 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\delta) t = 0: u = k [\text{HCl}]^2 = 1,25 \cdot 10^{-1} \cdot 1,2^2 \rightarrow u = 0,18 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

$$\epsilon) \bar{u} = - \frac{\Delta[\text{HCl}]}{2\Delta t} = - \frac{0,4 - 1,2}{2 \cdot 10} = \frac{0,8}{20} \rightarrow \bar{u} = 0,04 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

στ) Η μεταβολή μάζας οφείλεται στο αέριο H_2 που φεύγει από το διάλυμα:

$$n_{\text{HCl(αρχ)}} = C \cdot V = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ mol}$$



Άρα, η μάζα του διαλύματος μειώθηκε κατά:

$$m_{\text{H}_2} = n \cdot M_r(\text{H}_2) = 1,2 \cdot 2 \rightarrow m_{\text{H}_2} = 2,4 \text{ g H}_2$$

- ζ) 1. Οι μεγαλύτεροι κόκκοι **θα μειώσουν** την επιφάνεια επαφής και **την ταχύτητα**.
 2. Ο όγκος του δοχείου δεν επηρεάζει τη C_{HCl} , άρα, **η ταχύτητα μένει ίδια**.
 3. $C_{\text{HCl(τελ)}} = 1,6 \text{ M} > C_{\text{HCl(αρχ)}}$, άρα **η ταχύτητα θα αυξηθεί**.

Κεφάλαιο 3^ο: Χημική Κινητική
8^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) β A3) α A4) δ A5) γ

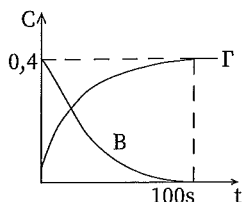
ΘΕΜΑ Β

B1) Ισχύει $υ = k \cdot [H_2SO_4]$. Με την καμπύλη II λαμβάνεται περισσότερο H_2 πιο αργά. Άρα, στο διάλυμα (A) πρέπει να προστεθούν 100 mL διαλύματος H_2SO_4 0,1 M. Έτσι η $[H_2SO_4]$ θα μειωθεί, άρα θα μειωθεί και η ταχύτητα. Επίσης τα mol H_2SO_4 θα αυξηθούν και θα παραχθεί περισσότερο H_2 . **Σωστή απάντηση δ.**

B2) $\Delta C_{II} = 1,2 \text{ M}$ και $\Delta C_I = 0,8 \text{ M}$ Άρα $\frac{|\Delta C_{II}|}{\Delta C_I} = \frac{1,2}{0,8} = \frac{3}{2}$
 α) Άρα $II \rightarrow A$ και $I \rightarrow \Delta$

β)

M	3A	+ B	\rightarrow	Γ	+ 2Δ
αρχ	1,6	0,4		-	-
α/π	-1,2	-0,4		+0,4	+0,8
τελ	0,4	-		0,4	0,8
	↓				
	100s				



γ) $\bar{υ} = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{0,4}{100} = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{s}}$

δ)

M	3A	+ B	\rightarrow	Γ	+ 2Δ
αρχ	1,6	0,4		-	-
α/π	-3x	-x		+x	+2x
τελ	1,6-3x	0,4-x		x	2x
	↓				
	20s				

Στα 20 s έχουμε: $[A] = [\Delta] \rightarrow 1,6 - 3x = 2x \rightarrow x = 0,32 \text{ M}$

Στα 20 s έχουμε: $[A] = 0,64 \text{ M}$ $[B] = 0,08 \text{ M}$ $[\Gamma] = 0,32 \text{ M}$ $[\Delta] = 0,64 \text{ M}$

$\bar{υ} = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{0,32}{20} = 0,016 \frac{\text{M}}{\text{s}}$

B3) $υ = k \cdot [A] \cdot [B]$

α) Ισχύει με τον τριπλασιασμό του όγκου: $[A]' = \frac{[A]}{3}$ και $[B]' = \frac{[B]}{3}$

$υ' = k \cdot [A]' \cdot [B]' = k \cdot \frac{[A]}{3} \cdot \frac{[B]}{3} = \frac{υ}{9}$

β) $[A]$ και $[B]$ σταθερές άρα η ταχύτητα μένει ίδια.

γ) $P = \frac{nRT}{V}$ Για να μείνει η πίεση ίδια, αφού τα mol διπλασιάστηκαν, θα πρέπει και ο όγκος του δοχείου να διπλασιαστεί. Άρα $υ' = k[A]'[B]' = k \cdot \frac{[A]}{2} \cdot \frac{[B]}{2} = \frac{υ}{4}$

B4) Το σωστό διάγραμμα είναι το III. Τα ένζυμα εμφανίζουν καταλυτική δράση μόνο σε ορισμένο εύρος θερμοκρασιών. Όταν ξεπεραστεί αυτό το εύρος (συνήθως 50 °C) το ένζυμο καταστρέφεται και η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Έστω ο νόμος $υ = k[A]^x[B]^y[\Gamma]^ω$

$$\frac{2}{4} \rightarrow \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = \frac{0,1^x \cdot 0,1^y \cdot 0,1^ω}{0,1^x \cdot 0,2^y \cdot 0,1^ω} \rightarrow 0,5 = 0,5^y \rightarrow y = 1$$

$$\frac{1}{4} \rightarrow \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = \frac{0,1^x \cdot 0,2 \cdot 0,2^ω}{0,1^x \cdot 0,2 \cdot 0,1^ω} \rightarrow 1 = 2^ω \rightarrow ω = 0$$

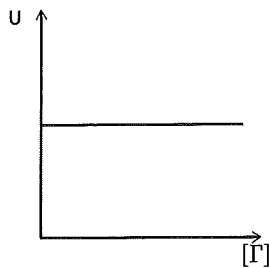
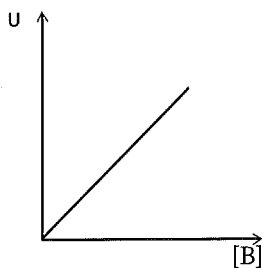
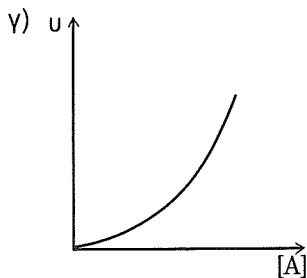
$$\frac{3}{4} \rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = \frac{0,2^x \cdot 0,1}{0,1^x \cdot 0,2} \rightarrow 2 = \frac{2^x}{2} \rightarrow x = 2$$

Ο νόμος είναι: $υ = k[A]^2[B]$

$$(1) \rightarrow 10^{-3} = k \cdot 0,1^2 \cdot 0,2 \rightarrow k = 0,5 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

β) $2A + B \rightarrow 3\Delta$ (αργό)

$2B + 2\Gamma \rightarrow Z$ (γρήγορο)



δ)

mol	2A + 3B +	2Γ	→	3Δ + Z
αρχ	12	5	10	- -
α/π	-2x	-3x	-2x	+3x +x
τελ(τ ₁)	12-2x	5-3x	10-2x	3x x

$$1. υ_{\text{αρχ}} = k[A]^2[B] = 0,5 \left(\frac{12}{2}\right)^2 \left(\frac{5}{2}\right) \rightarrow υ_{\text{αρχ}} = 45 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

$$2. [Z] = 0,8 \rightarrow \frac{x}{2} = 0,8 \rightarrow x = 1,6 \text{ mol}$$

Άρα, την στιγμή τ₁ στο δοχείο έχουμε n_A = 8,8 mol n_B = 0,2 mol n_Γ = 6,8 mol.

$$\text{Άρα } υ_{\text{t1}} = k \cdot [A]^2 \cdot [B] = 0,5 \left(\frac{8,8}{2}\right)^2 \left(\frac{0,2}{2}\right) \rightarrow υ_{\text{t1}} = 0,968 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Γ2) Η αντίδραση παρουσία καταλύτη γίνεται σε δύο στάδια, τα οποία είναι πιο γρήγορα από την αρχική αντίδραση. Έτσι η ταχύτητα αυξάνεται και όπως παρατηρούμε στο τελευταίο στάδιο ο καταλύτης αναγεννάται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάλυση μιας άλλης αντίδρασης.

ΘΕΜΑ Δ

α) Η αντίδραση είναι 1^ηs τάξης ως προς το Α και μηδενικής ως προς το Β.

Έστω ο νόμος είναι: $u = k[A]^x \cdot [B]^y \cdot [\Gamma]^{\omega}$ με $x = 1$ και $y = 0$.

$$\text{Ισχύει: } \frac{u}{8} = k \left(\frac{[A]}{2}\right)^x \left(\frac{[B]}{2}\right)^y \left(\frac{[\Gamma]}{2}\right)^{\omega} \rightarrow \frac{u}{8} = \frac{k[A]^x [B]^y [\Gamma]^{\omega}}{2^x 2^y 2^{\omega}}$$

$$\rightarrow \frac{u}{8} = \frac{u}{2^{x+y+\omega}} \rightarrow x + y + \omega = 3 \rightarrow \omega = 2$$

Άρα, ο νόμος είναι: $u = k[A][\Gamma]^2$

Μονάδες k : $M^{-2} \cdot s^{-1}$

β) $A + 2\Gamma \rightarrow \Delta$ (αργό)

$A + 3B \rightarrow E$ (γρήγορο)

γ) $2A + 3B + 2\Gamma \rightarrow \Delta + E$

αρχ	2λ	3λ	2λ		
-----	----	----	----	--	--

$$u_0 = k[A][\Gamma]^2 \rightarrow 10^{-2} = 10^{-2} \left(\frac{2\lambda}{2}\right) \left(\frac{2\lambda}{2}\right)^2 \rightarrow \lambda = 1$$

Σύσταση αρχικού μείγματος: **2 mol A, 3 mol B και 2 mol Γ.**

δ)	mol	2A + 3B	+ 2Γ	→ Δ + E	
	αρχ	2	3	2	- -
	α/π	-2x	-3x	-2x	+x +x
	τελ(t ₁)	2-2x	3-3x	2-2x	x x

$$t_1 = 10 \text{ s: } [A] = 2[\Delta] \rightarrow 2 - 2x = 2x \rightarrow x = 0,5$$

Άρα, την στιγμή t_1 έχουμε: $n_A = 1 \text{ mol}$, $n_B = 1,5 \text{ mol}$, $n_{\Gamma} = 1 \text{ mol}$

$$u_{t_1} = k[A][\Gamma]^2 = 10^{-2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \rightarrow u_{t_1} = 1,25 \cdot 10^{-3} \frac{M}{s}$$

$$\bar{u} = \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t} = \frac{1}{10} \rightarrow \bar{u} = 0,025 \frac{M}{s}$$

$$\varepsilon) \% \Delta P = \frac{P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{αρχ}}} \cdot 100 = \frac{\frac{n_{\text{τελ}} RT}{V} - \frac{n_{\text{αρχ}} RT}{V}}{\frac{n_{\text{αρχ}} RT}{V}} \cdot 100 = \frac{n_{\text{τελ}} - n_{\text{αρχ}}}{n_{\text{αρχ}}} \cdot 100 = \frac{4,5 - 7}{7} \cdot 100 \rightarrow \% \Delta P = -35,7\%$$

Κεφάλαιο 3^ο: Χημική Κινητική
9^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) α A2) γ A3) β A4) α A5) δ

ΘΕΜΑ Β

B1) Η σωστή απάντηση είναι το β.

Έχει γίνει προσθήκη καταλύτη, άρα η ενέργεια ενεργοποίησης E_{a2} είναι πλέον μικρότερη, οπότε περισσότερα μόρια αντιδρώντων (γραμμοσκιασμένο εμβαδόν) έχουν ενέργεια μεγαλύτερη της ενέργειας ενεργοποίησης και μπορούν να δώσουν προϊόν, επιταχύνοντας βέβαια και την αντίδραση.

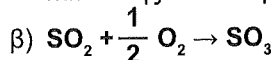
B2) Η καμπύλη I αντιστοιχεί στο δοχείο Β και η καμπύλη II στο δοχείο Α.

Η οξειδωση του $(\text{COOH})_2$ με διάλυμα $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ αποτελεί παράδειγμα αυτοκατάλυσης όπου καταλύτης είναι τα ιόντα Mn^{2+} που παράγονται.

Στο δοχείο Β η αντίδραση γίνεται στην αρχή αργά. Μόλις όμως σχηματιστεί ικανή ποσότητα Mn^{2+} που δρα σαν καταλύτης το φαινόμενο επιταχύνεται και εκδηλώνεται απότομη πτώση της $[\text{KMnO}_4]$.

Στο δοχείο Α έχουν προστεθεί εξαρχής καταλύτης, οπότε η ταχύτητα είναι μεγάλη από την πρώτη στιγμή (απότομη κλίση).

B3) α) Ο καταλύτης Κ είναι το NO. Η κατάλυση είναι ομογενής, αφού τα αντιδρώντα και ο καταλύτης είναι στην ίδια φυσική κατάσταση.



γ) Θεωρία ενδιάμεσων προϊόντων.

δ) Το ποσό θερμότητας που εκλύεται είναι ανάλογο των ποσοτήτων των αντιδρώντων που αντέδρασαν στο διάστημα αυτό. Με την πάροδο του χρόνου οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων μειώνονται, άρα και η ταχύτητα της αντίδρασης, μειώνεται. Έτσι, οι ποσότητες των SO_2 και O_2 που αντέδρασαν στο διάστημα των δύο πρώτων λεπτών είναι μεγαλύτερες από αυτές που αντέδρασαν στα επόμενα δύο λεπτά. Άρα $Q_1 > Q_2$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Από τα διαγράμματα I και II προκύπτει ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη με τις $[N_2]$ και $[O_2]$.

Άρα ο νόμος θα είναι $u = k[N_2][O_2]$

β) Ισχύει: $u = k[N_2][O_2] \rightarrow k = \frac{u}{[N_2][O_2]}$ (1)

Από το διάγραμμα I προκύπτει: $εφ\omega = \frac{u}{[O_2]} \rightarrow εφ45^\circ = \frac{u}{[O_2]} \rightarrow 1 = \frac{u}{[O_2]}$

Άρα (1) $\rightarrow k = \frac{1}{[N_2]} = \frac{1}{0,25} \rightarrow k = 4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

γ) Αν η αντίδραση είναι απλή, ο νόμος θα γραφόταν $u = k[N_2][O_2]^2$ πράγμα που δεν ισχύει, οπότε είναι **πολύπλοκη**.

Γ2) α) $n_{HIO_3} = n_{H_2SO_3} = C \cdot V = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ mol}$

Την στιγμή t_1 αντιδρά η μισή ποσότητα του H_2SO_3

mol	HIO_3	$+ 3H_2SO_3$	$\rightarrow HI$	$+ 3H_2SO_4$
αρχ	0,06	0,06	-	-
α/π	-0,01	-0,03	+0,01	+0,03
τελ	0,05	0,03	0,01	0,03

Όταν η αντίδραση είναι πολύπλοκη, το αργό στάδιο καθορίζει το νόμο της ταχύτητας.

Έστω ότι ο μηχανισμός II είναι σωστός. Ο νόμος ταχύτητας θα ήταν $u = k[HIO_3]$

$[H_2SO_3]$ οπότε θα είχαμε:

$$\frac{u_o}{u_1} = \frac{\frac{0,06}{0,4} \cdot \frac{0,06}{0,4}}{\frac{0,05}{0,4} \cdot \frac{0,03}{0,4}} = \frac{12}{5} \text{ άρα } \frac{u_1}{u_o} = \frac{5}{12} \text{ (δεκτό)}$$

Επομένως **ο μηχανισμός II είναι ο πιθανός**.

Εάν δεχόμασταν σαν πιθανό μηχανισμό τον I θα προέκυπτε $\frac{u_1}{u_o} = \frac{5}{24}$ που δεν ισχύει.

β) $u_o = k[HIO_3][H_2SO_3] \rightarrow k = \frac{u_o}{[HIO_3][H_2SO_3]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{\frac{0,06}{0,4} \cdot \frac{0,06}{0,4}} \rightarrow k = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

γ) M $HIO_3(aq) + 3H_2SO_3(aq) \rightarrow HI(aq) + 3H_2SO_4(aq)$

αρχ	0,15	0,15	-	-
α/π	-0,05	-0,15	+0,05	+0,15
τελ	0,1	-	0,05	0,15

Τελικές συγκεντρώσεις:

$[HIO_3] = 0,1 \text{ M}$ $[HI] = 0,05 \text{ M}$ $[H_2SO_4] = 0,15 \text{ M}$

ΘΕΜΑ Δ

$$\Delta 1) \alpha) \text{ Ισχύει: } u = k[A][B]^2 \rightarrow k = \frac{u}{[A][B]^2} = \frac{0,2}{\frac{0,8}{2}} \rightarrow u = 0,5 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

β)

mol	A(g) + 2B(g) → Γ(g)		
αρχ	0,8	2	–
α/π	–x	–2x	–x
τελ	0,8–x	2–2x	x

$\Delta H = -80 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol } \Gamma \text{ εκλύει } 80 \text{ kJ}$

$$x = 0,5 \text{ mol} \quad 40 \text{ kJ}$$

Την στιγμή t οι συγκεντρώσεις στο δοχείο είναι:

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ M} \text{ και } [B] = \frac{n}{V} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ M}$$

$$\text{Άρα } u_t = k[A][B]^2 = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 0,5^2 \rightarrow u_t = 0,01875 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

γ) Το αντιδρών Α βρίσκεται σε έλλειμμα

mol	A(g) + 2B(g) → Γ(g)		
αρχ	0,8	2	–
α/π	–0,8	–1,6	–0,8
τελ	–	0,4	0,8

$$\text{Ισχύει: } u = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta[\Gamma]}{\bar{u}} = \frac{\frac{0,8}{2}}{0,01} \rightarrow \Delta t = 40 \text{ s}$$

Δ2) α)

mol	A → B + Γ		
αρχ	0,6	–	–
α/π	–x	+x	+x
(20 s)	0,6–x	x	x

Τη στιγμή t = 20 s: $PV = n_{\text{ολ}}RT \rightarrow$

$$n_{\text{ολ}} = \frac{P \cdot V}{RT} = \frac{4,92 \cdot 4}{0,82 \cdot 300} = 0,8 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα: } n_{\text{ολ}} = 0,6 + x \rightarrow 0,6 + x = 0,8 \rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$$

Τη στιγμή t = 20 s έχουμε 0,2 mol Γ.

$$\text{Άρα: } \bar{u} = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{\frac{n}{V}}{\Delta t} = \frac{0,2}{4} \rightarrow \bar{u} = 25 \cdot 10^{-4} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

- β) 1. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ταχύτητα αυξάνεται και ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης μειώνεται. Επίσης η ωσμωτική πίεση θα αυξηθεί ($\Pi \uparrow = \frac{nRT}{V} \uparrow$).
2. Η [A] θα μειωθεί άρα θα μειωθεί και η ταχύτητα και η αντίδραση θα γίνει σε περισσότερο χρόνο. Επίσης η ωσμωτική πίεση θα μειωθεί ($\Pi \downarrow = C \downarrow RT$).
3. Η αύξηση του όγκου του δοχείου δεν θα επηρεάσει την συγκέντρωση, αφού αυτή δίνεται από την σχέση: $C_{\text{αφ}} = \frac{n}{V_{\text{διαλύματος}}}$. Άρα, ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης και η ωσμωτική πίεση δεν θα επηρεαστούν.

Κεφάλαιο 4^ο: Χημική Ισορροπία
10^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) β A2) α A3) β A4) δ A5) β

ΘΕΜΑ Β

B1) α) **Λάθος**. Με την αύξηση του όγκου η θέση της χημικής ισορροπίας θα πάει προς τα περισσότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά. Άρα, τα mol θα αυξηθούν και η πίεση δεν θα υποδιπλασιαστεί.

β) **Λάθος**. Με την προσθήκη He η πίεση θα αυξηθεί, αλλά επειδή δεν συνοδεύτηκε από μεταβολή όγκου του δοχείου, δεν θα επηρεάσει την χημική ισορροπία, οπότε δεν θα μετατοπιστεί.

γ) **Σωστό**. Είναι: $K_c (\text{αρχική}) = \frac{[A][B]}{[Γ]} = \frac{(\frac{2}{1})^2}{\frac{5}{1}(\frac{2}{1})^2} = 0,2 < K_c (\text{τελική})$. Η K_c αυξήθηκε, άρα ευνοήθηκε η ενδόθερμη αντίδραση και η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε δεξιά. Άρα, προς τα δεξιά είναι η ενδόθερμη.

δ) **Σωστό**. Για τα αέρια $n_{\text{αρχ}} = 9 < n_{\text{τελ}}$. Άρα, η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα περισσότερα mol αερίων και ο όγκος αυξήθηκε.

B2) Η θ_1 είναι μεγαλύτερη της θ_2 , γιατί η αντίδραση ολοκληρώνεται σε μικρότερο χρόνο με πιο μεγάλη ταχύτητα. Με την θ_1 παράγεται περισσότερο προϊόν, δηλαδή η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε δεξιά. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία ευνοεί την ενδόθερμη φορά, άρα **προς τα δεξιά η αντίδραση είναι ενδόθερμη**.

B3) Το διάγραμμα αναφέρεται στο HCl.

α)

M	2HCl \rightleftharpoons H ₂ + Cl ₂		
αρχ	1	-	-
α/π	-2x	+x	+x
XI	1-2x	x	x

Ισχύει: $1-2x = 0,6 \rightarrow x = 0,2$. Στη χημική ισορροπία υπάρχουν:

$[HCl] = 0,6 \text{ M}$ και $[H_2] = [Cl_2] = 0,2 \text{ M}$

$$K_c(50^\circ\text{C}) = \frac{[H_2][Cl_2]}{[HCl]^2} = \frac{0,2 \cdot 0,2}{0,6^2} = \mathbf{0,11} \quad \alpha = \frac{2x}{1} = 0,4 \text{ ή } \mathbf{40\%}$$

β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα δεξιά αφού το HCl μειώθηκε. Ευνοήθηκε η ενδόθερμη αντίδραση, άρα **προς τα δεξιά η αντίδραση είναι ενδόθερμη**.

M	$2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Cl}_2$		
XI	0,6	0,2	0,2
αρχ	0,6	0,2	0,2
α/π	-2κ	+κ	+κ
XI'	0,6-2κ	0,2+κ	0,2+κ

Ισχύει: $0,6 - 2\kappa = 0,4 \rightarrow \kappa = 0,1$

Άρα, σύσταση μείγματος στη χημική ισορροπία (XI'): $[\text{HCl}] = 0,4 \text{ M}$ και $[\text{H}_2] = [\text{Cl}_2] = 0,3 \text{ M}$

$$K_c(100^\circ\text{C}) = \frac{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]}{[\text{HCl}]^2} = \frac{0,3 \cdot 0,3}{0,4^2} \rightarrow K_c(100^\circ\text{C}) = 0,5625$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_2]_{\text{πρακτική}}(\text{XI}')}{[\text{H}_2]_{\text{θεωρητική}}} = \frac{0,3}{0,5} \rightarrow \alpha = 0,6 \text{ ή } 60\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) $Q_c = \frac{[\Gamma]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{\left(\frac{5}{V}\right)^2}{\frac{2}{V} \cdot \frac{2}{V}} = 6,25 \neq K_c$. Άρα, το σύστημα δεν είναι σε χημική ισορροπία.

β)

mol	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\Gamma$		
αρχ	2	2	5
α/π	-x	-x	+2x
XI	2-x	2-x	5+2x

Είναι $K_c > Q_c$ άρα η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται δεξιά.

Στη χημική ισορροπία ισχύει: $K_c = 49 = \frac{\left(\frac{5+2x}{V}\right)^2}{\frac{2-x}{V} \cdot \frac{2-x}{V}} \rightarrow 7 = \frac{5+2x}{2-x} \rightarrow x = 1$

Άρα, σύσταση μείγματος ισορροπίας: $n_A = n_B = 1 \text{ mol}$ και $n_\Gamma = 7 \text{ mol}$

γ) Έστω ότι προσθέτουμε $\omega \text{ mol}$ Γ στη χημική ισορροπία.

Η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται αριστερά.

mol	$\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\Gamma$		
αρχ	1	1	7+ω
α/π	+κ	+κ	-2κ
XI'	(1+κ)	(1+κ)	(7+ω-2κ)

Ισχύει στη χημική ισορροπία (XI'): $1 + \kappa = 2 \rightarrow \kappa = 1$

Άρα, σύσταση μείγματος ισορροπίας: $n_A = n_B = 2$ και $n_\Gamma = 5 + \omega$

θερμοκρασία ίδια, άρα και K_c ίδια: $49 = \frac{\left(\frac{5+\omega}{V}\right)^2}{\left(\frac{2}{V}\right)^2} \rightarrow 7 = \frac{5+\omega}{2} \rightarrow \omega = 9 \text{ mol}$

Γ2) α) $K_c = \frac{[\Gamma] \cdot [\Delta]}{[\text{A}] \cdot [\text{B}]} = \frac{\frac{4}{V} \cdot \frac{4}{V}}{\frac{2}{V} \cdot \frac{2}{V}} = 4$

Στη νέα χημική ισορροπία η K_c αυξήθηκε, άρα η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά (προς την εξώθερμη). Άρα, η θερμοκρασία μειώθηκε.

β)	mol	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g) + \Delta(g)$			
	XI	2	2	4	4
	αρχ	2	2	4	4
	α/π	-x	-x	+x	+x
	XI'	2-x	2-x	4+x	4+x

$$K_C' = 16 \rightarrow 4^2 = \left(\frac{4+x}{2-x}\right)^2 \rightarrow 4 = \frac{4+x}{2-x} \rightarrow x = 0,8 \text{ mol}$$

Στη νέα χημική ισορροπία έχουμε:

$$n_A = n_B = 1,2 \text{ mol και } n_\Gamma = n_\Delta = 4,8 \text{ mol}$$

Γ3) α) Ισχύει: $K_C = \frac{[B]^2}{[A]}$. Προσθέτοντας H_2O οι [B] και [A] μειώνονται με τον ίδιο τρόπο.

Επειδή η μείωση της [A] οδηγεί την θέση της χημικής ισορροπίας αριστερά και η μείωση της [B] οδηγεί την θέση της χημικής ισορροπίας δεξιά,

πρέπει να υπολογίσουμε το πηλίκο $Q_C = \frac{n_B^2}{V_2 n_A}$

Είναι $V_2 > V_1$ άρα η θέση της χημικής ισορροπίας **μετατοπίζεται δεξιά**.

β) Ο όγκος του δοχείου δεν επηρεάζει τις [A] και [B] άρα η θέση της χημικής ισορροπίας **δεν μετατοπίζεται**.

$$\gamma) \text{ Ισχύει: } K_C = \frac{\left(\frac{\beta}{V}\right)^2}{\frac{\alpha}{V}} = \frac{\beta^2}{V\alpha} \quad \text{και } Q_C = \frac{\left(\frac{2\beta}{V}\right)^2}{\frac{2\alpha}{V}} = \frac{2\beta^2}{\alpha V} = 2K_C$$

Είναι $Q_C > K_C$, άρα η θέση της χημικής ισορροπίας **θα μετατοπιστεί αριστερά**.

ΘΕΜΑ Δ

α) Υπάρχουν α mol SO_2 και β mol O_2 . Ισχύει $\alpha + \beta = 10$ (1)

mol	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$		
αρχ	α	β	-
α/π	-2x	-x	+2x
XI ₁	α-2x	β-x	2x

$$\text{Ισχύει: } 2x = 4 \rightarrow x = 2 \text{ και } \alpha - 2x = \beta - x \text{ (2)}$$

Από (1) και (2) $\alpha = 6 \text{ mol}$ και $\beta = 4 \text{ mol}$

Άρα: $\alpha = 0,67$ ή **67%** Επίσης: $K_C = 20$

β) $\Delta H = -200 \text{ kJ} \rightarrow 2 \text{ mol } SO_3$ δίνουν 200 kJ
 4 mol $Q =$; **$Q = 400 \text{ kJ}$**

γ)

mol	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$		
XI ₁	2	2	4
XI ₂ /αρχ	4	2	4

$Q_C = K_C = 20$
 Η ισορροπία δεν μετατοπίζεται.

Για την νέα απόδοση είναι: $\alpha = 0,5$ ή **50%**

δ)

mol	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$		
XI ₁	2	2	4
XI ₃	2+2x	2+x	4-2x

$n_{\text{ολ}} = 8,5 \text{ mol}$ άρα η ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά και
 XI₃: $\alpha = 0,5$ ή **50%**

Η χημική ισορροπία **μετατοπίστηκε προς την ενδόθερμη αντίδραση** (αριστερά).
 Άρα, η **θερμοκρασία αυξήθηκε**.

Κεφάλαιο 4^ο: Χημική Ισορροπία
11^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) α A3) δ A4) γ A5) β

ΘΕΜΑ Β

B1) α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται αριστερά.

Η K_c μειώνεται, η απόδοση μειώνεται, η $P_{ολ} = \frac{n_o \uparrow RT \uparrow}{V_{\text{ισο}}}$ αυξάνεται, η $[\Gamma] = \frac{n_{\Gamma} \downarrow}{V_{\text{ισο}}}$ μειώνεται.

β) K_c ίδια, η απόδοση αυξάνεται (λόγω της μετατόπισης της χημικής ισορροπίας προς τα δεξιά), η $P_{ολ} = \frac{n_{ολ} \downarrow RT}{V \downarrow}$ όμως η $\downarrow V$ είναι αίτιο, ενώ η $\downarrow n_{ολ}$ αποτέλεσμα. Άρα, η $P_{ολ}$ αυξάνεται. $[\Gamma] = \frac{n_{\Gamma} \uparrow}{V \downarrow}$ οπότε η $[\Gamma]$ αυξάνεται.

γ) K_c ίδια, η απόδοση μειώνεται αφού τα πρακτικά η, από την αντίδραση μειώθηκαν (δε συνυπολογίζουμε αυτά που προσθέσαμε).

Η $P_{ολ} = \frac{n_{ολ} \uparrow RT}{V_{\text{ισο}}}$ αυξήθηκε, η $[\Gamma] = \frac{n_{\Gamma} \uparrow}{V_{\text{ισο}}}$ αυξήθηκε.

B2) Αυξήθηκε η θερμοκρασία. Έτσι οι δύο ταχύτητες u_1 και u_2 αυξήθηκαν.

Είναι όμως $u_2 > u_1$, οπότε η θέση της χημικής ισορροπίας μετακινήθηκε προς τα αριστερά, δηλαδή προς την ενδόθερμη φορά. **Σωστό το δ.**

B3) α) Η I αντιστοιχεί στο NO_2 και η II αντιστοιχεί στο N_2O_4 .

Τη στιγμή t_1 μεταβάλλεται η θερμοκρασία. Το N_2O_4 αυξήθηκε, άρα η χημική ισορροπία πήγε αριστερά προς την εξώθερμη φορά, οπότε η θερμοκρασία μειώθηκε.

β) Από το διάγραμμα $K_c(\text{XI}) = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{0,6^2}{0,3} \rightarrow K_c(\text{XI}) = 1,2$ και $K_c(\text{XI}') = \frac{0,4^2}{0,4} \rightarrow K_c(\text{XI}') = 0,4$

$$\left. \begin{aligned} \gamma) P_{\text{αρχ}} &= \frac{n_{\text{αρχ}}}{V} RT = 0,9 RT \\ P_{\text{τελ}} &= \frac{n_{\text{τελ}}}{V} RT = 0,8 RT \end{aligned} \right\} P_{\text{αρχ}} > P_{\text{τελ}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α)

(mol)	A + B ⇌ 2Γ		
αρχ	2	2	-
α/π	-x	-x	+2x
XI	2-x	2-x	2x

$$K_c = 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{2-x}{V} \frac{2-x}{V}} \rightarrow 8^2 = \left(\frac{2x}{2-x}\right)^2 \rightarrow x = 1,6 \text{ mol}$$

Άρα, στη χημική ισορροπία περιέχονται: $n_A = n_B = 0,4 \text{ mol}$ και $n_\Gamma = 3,2 \text{ mol}$

β) Με το διπλασιασμό του όγκου η χημική ισορροπία δεν μετατοπίζεται και τα mol μένουν ίδια.

Άρα $[A] = [B] = \frac{n}{V} = \frac{0,4}{4} \rightarrow [A] = [B] = 0,1 \text{ M}$ και $[\Gamma] = \frac{n}{V} = \frac{3,2}{4} \rightarrow [\Gamma] = 0,8 \text{ M}$

γ) Τα mol του Γ στη χημική ισορροπία (XI') μειώθηκαν, οπότε η θέση της χημικής ισορροπίας πήγε αριστερά. Η θερμοκρασία μειώθηκε, άρα ευνοήθηκε η εξώθερμη φορά. Οπότε, προς τα αριστερά είναι εξώθερμη και επομένως προς τα δεξιά **ενδόθερμη**.

mol	A + B ⇌ 2Γ		
XI	0,4	0,4	3,2
αρχ	0,4	0,4	3,2
α/π	+x	+x	-2x
XI'	0,4+x	0,4+x	3,2-2x

Ισχύει: $3,2 - 2x = 3 \rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$ Στη χημική ισορροπία (XI') περιέχονται $n_A = n_B = 0,5 \text{ mol}$ και $n_\Gamma = 3 \text{ mol}$

$$K_c(XI') = \frac{\left(\frac{3}{V}\right)^2}{\frac{0,5}{V} \frac{0,5}{V}} = 36 \text{ Άρα } K_c(XI') = 36$$

Γ2) α)

mol	A ⇌ 2 B	
XI	2	2
αρχ	2	2
α/π	-2x	+x
XI'	2-2x	2+x

$$K_c = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{\frac{2}{1}}{\left(\frac{2}{1}\right)^2} \text{ Άρα } K_c = 0,5$$

β) Τα mol B αυξήθηκαν, άρα η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά. Στη νέα χημική ισορροπία ισχύει $n_B = 2,5 \rightarrow 2+x \rightarrow x = 0,5$

Στη νέα χημική ισορροπία έχουμε $n_A = 1 \text{ mol}$ και $n_B = 2,5 \text{ mol}$
 Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή άρα και η K_c είναι ίδια.

$$K_c = 0,5 = \frac{\frac{2,5}{V}}{\left(\frac{1}{V}\right)^2} \rightarrow = 4 \rightarrow V = 0,2 \text{ L}$$

3) α) Η καμπύλη II αντιστοιχεί στο A. Είναι $|\Delta C_I| = 0,6 \text{ M}$ και $|\Delta C_{II}| = 0,4 \text{ M}$.

Άρα, ο συντελεστής του B είναι το 3.

M	2A \rightleftharpoons 3B	
αρχ	1	-
α/π	-2x	+3x
XI	1-2x	3x

Στη χημική ισορροπία ισχύει: $3x = 0,6 \rightarrow x = 0,2$

Στη χημική ισορροπία έχω: $[A] = 1 - 2x = 0,6 \text{ M}$

$[B] = 3x = 0,6 \text{ M}$

$$\alpha = \frac{[B]_{\text{πρακτική}}}{[B]_{\text{θεωρητική}}} = \frac{0,6}{1,5} = 0,4 \quad \alpha = 40 \%$$

β) Μεταβλήθηκε η θερμοκρασία. Η συγκέντρωση του A αυξήθηκε, άρα η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε αριστερά προς την εξώθερμη φορά. Έτσι η θερμοκρασία μειώθηκε. Αφού η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά, η απόδοση μειώθηκε. Επίσης προς τα αριστερά υπάρχουν τα λιγότερα mol αερίων, συνεπώς τα mol μειώθηκαν, η θερμοκρασία μειώθηκε, οπότε από τον τύπο $P = \frac{n \cdot RT}{V_{\text{ίδιο}}}$ προκύπτει ότι μειώθηκε και η πίεση.

ΘΕΜΑ Δ

α) $\text{mol} \quad \text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\Gamma \quad \alpha = 0,5 = \frac{2x}{8} \rightarrow x = 2 \text{ mol}$

αρχ	6	4	-
α/π	-x	-x	+2x
XI ₁	6-x	4-x	2x

Στη χημική ισορροπία: $n_A = 4 \text{ mol}$, $n_B = 2 \text{ mol}$, $n_{\Gamma} = 4 \text{ mol}$

$$K_c = \frac{\left(\frac{4}{V}\right)^2}{\frac{4}{V} \frac{2}{V}} \quad \text{άρα } K_c = 2$$

β) $\text{mol} \quad \text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\Gamma$

XI	4	2	4
αρχ	4	4	4
α/π	-x	-x	+2x
XI ₂	4-x	4-x	4+2x

Η μείωση του όγκου δεν μεταβάλλει την χημική ισορροπία, ενώ η αύξηση του B οδηγεί την θέση της χημικής ισορροπίας προς τα δεξιά:

$$K_c = 2 = 1,4^2 = \left(\frac{4+2x}{4-x}\right)^2 \rightarrow 1,4 = \frac{4+2x}{4-x} \rightarrow x \approx 0,5 \text{ mol}$$

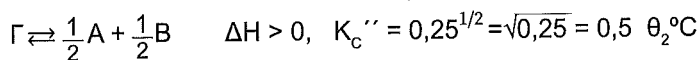
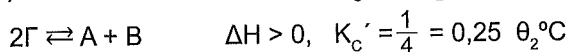
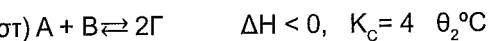
Άρα, στη νέα χημική ισορροπία (XI₂) περιέχονται: $n_A = n_B = 3,5 \text{ mol}$ και $n_{\Gamma} = 5 \text{ mol}$

γ) Συνολική απόδοση: $\alpha = \frac{\text{mol } \Gamma \text{ (XI}_2\text{)}}{\text{mol } \Gamma \text{ θεωρητ}} = \frac{5}{12} = 0,42 \text{ ή } \alpha = 42 \%$

$$\delta) \text{XI}_1: P_{\text{αρχ}} = \frac{n_{\text{αρχ}} RT}{V_{\text{αρχ}}} \quad \text{XI}_2: P_{\text{τελ}} = \frac{n_{\text{τελ}} RT}{V_{\text{τελ}}}$$

$$\frac{P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{τελ}}} = \frac{\frac{n_{\text{αρχ}}}{V_{\text{αρχ}}}}{\frac{n_{\text{τελ}}}{V_{\text{τελ}}}} = \frac{n_{\text{αρχ}} V_{\text{τελ}}}{n_{\text{τελ}} V_{\text{αρχ}}} = \frac{10 \cdot 6}{12 \cdot 8} \quad \text{ή} \quad \frac{P_{\text{XI}_1}}{P_{\text{XI}_2}} = \frac{5}{8}$$

ε) Η K_c στη χημική ισορροπία (X_{I_3}) αυξήθηκε, άρα η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε δεξιά. Η θερμοκρασία μειώθηκε, άρα ευνοήθηκε η εξώθερμη αντίδραση. Άρα, η αντίδραση προς τα δεξιά είναι **εξώθερμη**.



Σε θερμοκρασία $\theta_3^\circ\text{C} < \theta_2^\circ\text{C}$ η θέση της χημικής ισορροπίας θα κινηθεί αριστερά και η K_c θα μειωθεί.

Οπότε $\Gamma \rightleftharpoons \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B \quad \Delta H > 0, K_c < 0,5$ στους $\theta_3^\circ\text{C}$

Άρα $K_c < 4$

Κεφάλαιο 4^ο: Χημική Ισορροπία
12^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) δ A2) δ A3) δ A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

- B1)** $\frac{|\Delta C_{I}|}{|\Delta C_{II}|} > 1$. Άρα, το σώμα που αντιστοιχεί στην I αντιδρά με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με το σώμα που αντιστοιχεί στην II, οπότε θα έχει μεγαλύτερο στοιχειομετρικό συντελεστή. Άρα $I \rightarrow A$ και $II \rightarrow B$.

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η θέση της χημικής ισορροπίας πήγε αριστερά.

Η σωστή απάντηση είναι η δ.

Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί την θέση της χημικής ισορροπίας αριστερά αλλά την στιγμή t_1 δεν αυξάνει τις [A] και [B], άρα απορρίπτεται.

Η αύξηση του όγκου του δοχείου θα μείωνε τις [A] και [B] την στιγμή t_1 , άρα απορρίπτεται.

Η μείωση του όγκου του δοχείου θα οδηγούσε την θέση της χημικής ισορροπίας δεξιά, άρα απορρίπτεται.

- B2)** Για την σταθερά K_C ισχύει: $K_C = \frac{[B^{2+}]}{[A^+]^2} = \frac{\frac{n_{B^{2+}}}{V_{\delta/\tau_{oc}}}}{\left(\frac{n_{A^+}}{V_{\delta/\tau_{oc}}}\right)^2}$

Άρα $K_C = \frac{n_{B^{2+}}}{(n_{A^+})^2} \cdot V_{\text{διαλύματος}}$

Με την αραιώση, σε σταθερή θερμοκρασία, $V_{\text{διαλύματος}} \uparrow$ και K_C σταθερή. Επομένως πρέπει $\frac{n_{B^{2+}}}{(n_{A^+})^2} \downarrow$ αυτό σημαίνει ότι η ισορροπία κινήθηκε προς τα αριστερά. Η $[B^{2+}]$ την στιγμή της αραιώσης υποδιπλασιάζεται και στη συνέχεια ελαττώνεται.

Άρα $[B^{2+}] < \frac{\lambda}{2} M$

- B3)** α) Το διάγραμμα I αναφέρεται στην αντίδραση (2). Η μεγαλύτερη θερμοκρασία T_1 (πιο απότομη κλίση) αύξησε την απόδοση. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο με μετατόπιση μιας αμφίδρομης αντίδρασης προς τα δεξιά. Οι μονόδρομες αντιδράσεις, όπως η (1), δεν μετατοπίζονται με την διαφοροποίηση της θερμοκρασίας και δίνουν ίση ποσότητα προϊόντος (διάγραμμα II).

β) Με βάση το διάγραμμα I η μεγαλύτερη θερμοκρασία T_1 (πιο απότομη κλίση) αύξησε την απόδοση και η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε δεξιά, δηλαδή προς την ενδόθερμη αντίδραση.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) Δοχείο Δ₁:

mol	H ₂ + I ₂ ⇌ 2HI		
αρχ	1	1	-
α/π	-x	-x	+2x
XI	1-x	1-x	2x

$$K_c(1) = \left(\frac{2x}{1-x}\right)^2$$

Δοχείο Δ₂:

mol	2HI ⇌ H ₂ + I ₂		
αρχ	2	-	-
α/π	-2y	+y	+y
XI	2-2y	y	y

$$K_c(2) = \left(\frac{y}{2-2y}\right)^2$$

Ισχύει: $K_c(2) = \frac{1}{K_c(1)} \rightarrow \left(\frac{y}{2-2y}\right)^2 = \left(\frac{1-x}{2x}\right)^2 \rightarrow 2x = 2 - 2y$

Άρα, οι ποσότητες του HI στα 2 δοχεία είναι ίσες.

Γ2)

mol	N ₂ (g) + 3H ₂ (g) ⇌ 2NH ₃ (g)		
αρχ	ω	ω	ω
α/π	-x	-3x	+2x
XI	ω-x	ω-3x	ω+2x

Η ολική πίεση μειώθηκε, άρα η αντίδραση μετατοπίστηκε προς τα λιγότερα mol, δηλαδή δεξιά.

$$n_{\text{τελ}} = 3\omega - 2x$$

Ισχύει: $\frac{P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{τελ}}} = \frac{15}{14} = \frac{3\omega RT}{(3\omega - 2x)RT} \rightarrow \omega = 10x$

Ισχύει: $\alpha = \frac{n_{\text{H}_2 \text{ που αντεδρ.}}}{n_{\text{H}_2 \text{ αρχικά}}} = \frac{3x}{\omega} = \frac{3x}{10x} = 0,3 \text{ ή } 30\%$

Γ3)

mol	CaCO ₃ (s) ⇌ CaO(s) + CO ₂ (g)		
αρχ	1	-	-
α/π	-x	+x	+x
XI	1-x	x	x

mol	2CO ₂ (g) ⇌ 2CO(g) + O ₂ (g)		
αρχ	x	-	-
α/π	-2y	+2y	+y
XI'	x-2y	2y	y

Στερεό υπόλειμμα: CaCO₃ και CaO.

$m_{\text{CaCO}_3} + m_{\text{CaO}} = 82,4 \rightarrow (1-x) \cdot 100 + 56x = 82,4 \rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$

$n_{\text{ολικά αερίων}} = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} + n_{\text{O}_2} = x - 2y + 2y + y = x + y$

$PV = n_{\text{ολ}} RT \rightarrow n_{\text{ολ}} = \frac{PV}{RT} = \frac{20,5 \cdot 2}{0,082 \cdot 1000} \rightarrow x + y = 0,5 \text{ mol}$

Άρα: $y = 0,1 \text{ mol}$

α. CO₂: $x - 2y = 0,2 \text{ mol}$

β. $K_c(1) = [\text{CO}_2] = \frac{x-2y}{2} \rightarrow K_c(1) = 0,1$

γ. βαθμός διάσπασης: $\frac{x}{1} = 0,4 \text{ ή } 40\%$

$$K_c(2) = \frac{[\text{CO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2} = \frac{\left(\frac{2y}{2}\right)^2 \frac{y}{2}}{\left(\frac{x-2y}{2}\right)^2} \rightarrow K_c(2) = 0,05$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) $\Delta H = -92 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol N}_2$ δίνει 92 kJ
 $x = ; \quad 276 \text{ kJ} \quad | \quad x = 3 \text{ mol N}_2$ αντέδρασαν

mol	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$		
αρχ	4	ω	
α/π	-3	-9	+6
XI	1	$\omega-9$	6

$$\alpha_{\text{N}_2} = \frac{\text{mol N}_2 \text{ που αντέδρ.}}{\text{mol N}_2 \text{ αρχ}} \rightarrow \alpha_{\text{N}_2} = \frac{3}{4} = 0,75 \neq 0,9$$

Επομένως η απόδοση θα συμπίπτει με το ποσοστό μετατροπής του H_2 .

Ισχύει: $\alpha_{\text{H}_2} = \frac{9}{\omega} = 0,9 \rightarrow \omega = 10 \text{ mol H}_2$ είχαν εισαχθεί αρχικά.

$$\beta) K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{\left(\frac{6}{2}\right)^2}{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^3} \rightarrow K_c = 144$$

$$\gamma) \bar{U} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{2 \Delta t} = \frac{\frac{6}{2}}{2 \cdot 20} \rightarrow \bar{U} = 0,075 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Δ2) α) $\text{mol NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

αρχ	x	-	-	-
α/π	-y	+y	+y	+y
XI	x-y	y	y	y

Στη χημική ισορροπία $n_{\text{CO}_2} = 2 \text{ mol} = y$. Ισχύει: $K_c = [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2] = \frac{2}{10} \cdot \frac{2}{10} \cdot \frac{2}{10} \rightarrow K_c = 2^3 \cdot 10^{-3}$

β) Με την μείωση του όγκου του δοχείου η θέση της χημικής ισορροπίας πάει αριστερά.

mol	$\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$			
αρχ	x-2	2	2	2
α/π	+ω	-ω	-ω	-ω
XI'	x-2+ω	2-ω	2-ω	2-ω

$$K_c = [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2] \rightarrow 2^3 \cdot 10^{-3} = \left(\frac{2-\omega}{5}\right)^3 \rightarrow 2 \cdot 10^{-1} = \frac{2-\omega}{5} \rightarrow \omega = 1 \text{ mol}$$

Άρα, στη χημική ισορροπία (XI'): $n_{\text{CO}_2} = 1 \text{ mol}$

γ) Στο δοχείο Δ_2 ένα μέρος της ποσότητας του CO_2 που παράγεται στην αντίδραση (1) αντιδρά με τον C στην αντίδραση (2). Έτσι μειώνεται η $[\text{CO}_2]$ στο 2^ο μέλος της (1) και άρα η (1) μετατοπίζεται δεξιά, οπότε ο βαθμός διάσπασης του NH_4HCO_3 αυξάνεται.

Κεφάλαιο 4^ο: Χημική Ισορροπία
13^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) γ A2) β A3) γ A4) γ A5) β

ΘΕΜΑ Β

B1) $Q_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{\left(\frac{8}{10}\right)^2}{\frac{1}{10}} = 6,4 > K_c$, άρα η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί αριστερά.

Άρα, $u_2 > u_1$ στην αρχή της αντίδρασης. Επίσης στην αρχή της αντίδρασης υπάρχει ποσότητα B, άρα $u_1 > 0$. Άρα **το σωστό διάγραμμα είναι το III**.

B2) Αν είχαμε αυξήσει τον όγκο του δοχείου τότε οι C_A , C_B , C_C θα μειώνονταν την στιγμή t_2 . Άρα, η επιλογή (α) απορρίπτεται. Αν είχαμε μειώσει τον όγκο του δοχείου, οι τρεις συγκεντρώσεις θα αυξάνονταν στον ίδιο βαθμό (πχ θα διπλασιάζονταν όλες), πράγμα που δεν συνέβη. Οπότε και η επιλογή (β) απορρίπτεται. Άρα, **η σωστή επιλογή είναι η (γ)**.

B3) α) Οι (I) και (III) καμπύλες στο διάστημα $t_1 - t_2$ φθίνουν. Άρα, αφορούν σε αντιδρώντα. Επίσης η ΔC_I είναι μικρότερη από τη ΔC_{III} , άρα και ο συντελεστής του σώματος της I θα είναι μικρότερος από του σώματος της III, αφού το σώμα της I καταναλώνεται με πιο αργό ρυθμό. Άρα: **I → A III → B II → Γ**

β) **Τη στιγμή t_1 μειώσαμε τον όγκο του δοχείου**, αφού όλες οι συγκεντρώσεις αυξήθηκαν ταυτόχρονα. Η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα δεξιά (λιγότερα mol) κι έτσι **η απόδοση αυξήθηκε**.

γ) Από το διάγραμμα φαίνεται πως την στιγμή t_3 δεν υπάρχει κάποια κατακόρυφη μεταβολή της συγκέντρωσης κάποιας ουσίας. Άρα, **μειώσαμε την θερμοκρασία**, ώστε η θέση της χημικής ισορροπίας να μετατοπιστεί δεξιά, σύμφωνα και με το διάγραμμα (η C_C αυξάνεται). Με την μετατόπιση αυτή **η απόδοση α αυξήθηκε**. Επίσης από την σχέση $P = \frac{nRT}{V}$, αφού μειώθηκαν τα mol, μειώθηκε η θερμοκρασία και ο όγκος του δοχείου έμεινε ο ίδιος, προκύπτει ότι **η πίεση μειώθηκε**.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) Έστω ότι στην αρχή εισάγονται x mol A και y mol B:

mol	2A	+	B	\rightleftharpoons	2Γ
αρχ	x		y		
α/π	-2ω		-ω		+2ω
XI ₁	x-2ω		y-ω		2ω

Στην χημική ισορροπία:

$$n_{\Gamma} = 4 \rightarrow 2\omega = 4 \rightarrow \omega = 2 \text{ mol}$$

$$n_A = x - 2\omega = 4 \rightarrow x = 8 \text{ mol}$$

$$n_B = y - \omega = 4 \rightarrow y = 6 \text{ mol}$$

$$\beta. K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]^2[B]} = \frac{(0,1)^2}{(0,1)^2 \cdot 0,1} \rightarrow K_c = 10$$

$$\gamma. \alpha = \frac{\text{mol } \Gamma_{\text{πρακτ}}}{\text{mol } \Gamma_{\text{θεωρ}}} = \frac{4}{8} = \rightarrow \alpha = 0,5 \text{ ή } 50 \%$$

$$\delta. \text{XI}_1: P_1 V_1 = n_1 RT_1 \rightarrow P \cdot 40 = 12 \cdot RT \quad (1)$$

$$\text{XI}_2: P_2 V_2 = n_2 RT_2 \rightarrow 4P \cdot 20 = n_2 R \cdot 2T \quad (2)$$

(1) $\rightarrow n_2 = 12 \text{ mol}$. Εφόσον η αντίδραση συνοδεύεται από Δn και τα n_{α} δεν μεταβλήθηκαν,
(2)

άρα, η χημική ισορροπία δεν μετατοπίστηκε.

$$\text{Άρα: } [A]=[B]=[Γ] = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ M} \quad \text{Οπότε } K_c' = \frac{0,2^2}{0,2^2 \cdot 0,2} = 5$$

- Γ2)** α) Αφαιρώντας NO_2 η ισορροπία (2) οδηγείται προς τα δεξιά. Έτσι η ποσότητα του N_2O_4 στις ισορροπίες (2) και (1) μειώνεται. Η ισορροπία (1) οδηγείται δεξιά, με αποτέλεσμα η $[\text{N}_2]$ αλλά και **τα mol N_2 να μειωθούν.**
- β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία (2) οδηγείται αριστερά. Η $[\text{N}_2\text{O}_4]$ μεγαλώνει στις ισορροπίες (1) και (2). Έτσι η ισορροπία (1) οδηγείται ισχυρά προς τα αριστερά και λόγω της αύξησης του N_2O_4 αλλά και λόγω αύξησης της θερμοκρασίας. Άρα, η $[\text{N}_2]$ και **τα mol N_2 αυξάνονται.**

ΘΕΜΑ Δ

$$\alpha) \Delta H = 2\Delta H_1 - 2\Delta H_2 = 2 \cdot (-296) - 2 \cdot (-396) = 200 \text{ kJ}$$

$$\beta) \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \text{mol} & 2\text{SO}_3 & \rightleftharpoons & 2\text{SO}_2 & + & \text{O}_2 & \Delta H = 200 \text{ kJ} \\ \hline \text{αρχ} & \kappa & & \lambda & & - & \\ \hline \text{α/π} & -2x & & +2x & & +x & \\ \hline \text{ΧΙ} & \kappa-2x & & \lambda+2x & & x & \\ \hline \end{array}$$

$$\Delta H = 200 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol } \text{O}_2 \text{ απορροφά } 200 \text{ kJ}$$

$$x = ; \quad 20 \text{ kJ} \quad \text{Άρα } x = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Απόδοση: } \alpha = \frac{2x}{\kappa} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{2x}{\kappa} \rightarrow \kappa = 6x \Rightarrow \kappa = 0,6 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} \rightarrow 10 = \frac{(\lambda + 2x)^2 x}{(\kappa - 2x)^2} \rightarrow 10 = \frac{(\lambda + 0,2)^2 \cdot 0,1}{0,4^2} \rightarrow \lambda = 3,8 \text{ mol}$$

$$\gamma) \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \text{mol} & 2\text{SO}_3 & \rightleftharpoons & 2\text{SO}_2 & + & \text{O}_2 \\ \hline \text{ΧΙ} & 0,4 & & 4 & & 0,1 \\ \hline \text{αρχ} & 0,4 & & 4 & & 0,1 \\ \hline \text{α/π} & -2y & & +2y & & +y \\ \hline \text{ΧΙ}' & 0,4-2y & & 4+2y & & 0,1+y \\ \hline \end{array}$$

$$n_{\text{ολ}} = 4,6 \rightarrow 0,4 - 2y + 4 + 2y + 0,1 + y = 4,6 \rightarrow 4,5 + y = 4,6 \rightarrow y = 0,1 \text{ mol}$$

Στη ΧΙ περιέχονται: $n_{\text{SO}_3} = 0,2 \text{ mol}$, $n_{\text{SO}_2} = 4,2 \text{ mol}$, $n_{\text{O}_2} = 0,2 \text{ mol}$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(4,2)^2 \cdot 0,2}{0,04} \rightarrow K_c = 88,2$$

Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία
 14^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) γ A2) β A3) γ A4) δ A5) α

ΘΕΜΑ Β

B1) 1^{ος} τρόπος παρασκευής ΡΔ:

Αναμειγνύονται V_1 L υδατικού διαλύματος HCOOH 1 M με V_2 L υδατικού διαλύματος HCOONa 1 M.

$$\text{Παράγεται ΡΔ με } [\text{HCOOH}] = \frac{1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = C_{\text{οξ}} \text{ και } [\text{HCOONa}] = \frac{1 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = [\text{HCOO}^-] = C_{\text{βασ}}$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\frac{V_1 + V_2}{V_2}}{\frac{V_1 + V_2}{V_1}} \rightarrow \text{ή } V_2 = 2V_1$$

Άρα, χρησιμοποιείται όλος ο όγκος του V_2 (1 L) και $V_1 = \frac{V_2}{2} = 500$ mL

Λαμβάνεται $V_{\text{ολ}} = 1,5$ L ΡΔ

2^{ος} τρόπος παρασκευής ΡΔ:

Αναμειγνύονται V_1 L υδατικού διαλύματος HCOOH 1 M με V_2 L υδατικού διαλύματος KOH 1 M ($V_1 > V_2$). Άρα $n_{\text{HCOOH}} = V_1$ και $n_{\text{KOH}} = V_2$

mol	HCOOH + KOH → HCOOK + H ₂ O		
αρχ	V_1	V_2	—
τελ	$V_1 - V_2$	—	V_2

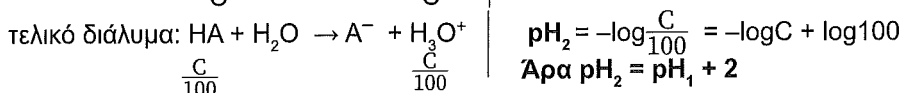
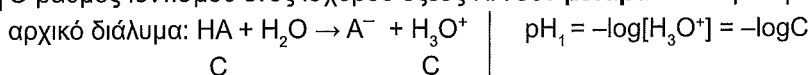
$$\text{Άρα, στο ΡΔ έχουμε: } [\text{HCOOH}] = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2} = C_{\text{οξ}} \text{ και } [\text{HCOOK}] = [\text{HCOO}^-] = \frac{V_2}{V_1 + V_2} = C_{\text{βασ}}$$

$$\text{Ισχύει για το ΡΔ: } K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2}}{\frac{V_2}{V_1 + V_2}} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \rightarrow V_1 = \frac{3}{2} V_2$$

Άρα, χρησιμοποιείται όλος ο όγκος του V_1 (1L) και $V_2 = \frac{2V_1}{3} = 0,67$ L (σύνολο 1,67 L ΡΔ).

Άρα, επιλέγεται ο 2^{ος} τρόπος και $V_{\text{max}} \text{ ΡΔ} = 1,67$ L

B2) Ο βαθμός ιοντισμού ενός ισχυρού οξέος HA **δεν μεταβάλλεται** με την αραιώση ($\alpha = 1$).



Για τον βαθμό ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος HB ισχύει:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{K_a}{C}} \text{ και} \\ \text{επίσης } C_{\text{τελ}} = C \cdot \frac{V}{100V} = 0,01 C$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{K_a}{\frac{C}{100}}} = 10 \sqrt{\frac{K_a}{C}} \quad \text{Άρα } \alpha_2 = 10 \cdot \alpha_1$$

Για το pH ισχύει:

$$\text{αρχικό διάλυμα HB: } K_a = \frac{x^2}{C} \rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} = [H_3O^+]_1$$

$$pH_1 = -\log(\sqrt{K_a \cdot C}) = -\log\sqrt{K_a} - \log\sqrt{C}$$

$$\text{τελικό διάλυμα HB: } K_a = \frac{y^2}{\frac{C}{100}} \rightarrow y = \sqrt{K_a \cdot \frac{C}{100}} = \frac{\sqrt{K_a \cdot C}}{10} = [H_3O^+]_2$$

$$pH_2 = -\log\left(\frac{\sqrt{K_a \cdot C}}{10}\right) = -\log\sqrt{K_a \cdot C} + \log 10 = -\log\sqrt{K_a} - \log\sqrt{C} + 1 = pH_1 + 1$$

$$\text{άρα } pH_2 = pH_1 + 1$$

B3) Από τις καμπύλες ογκομέτρησης προκύπτει ότι αρχικά για το HA ισχύει: $[H_3O^+]_{\text{αρχ}} = 10^{-3}$ M και για το HB ισχύει: $[H_3O^+]_{\text{αρχ}} = 10^{-4}$ M

$$\alpha) C_{HA} = C_{HB} = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{\text{οξέος}}} = \frac{0,02C}{V} \quad (\text{ισοδύναμο σημείο})$$

$$\beta) K_a(HA) = \frac{x^2}{C} = \frac{(10^{-3})^2}{C} = \frac{10^{-6}}{C} \quad \text{και}$$

$$K_a(HB) = \frac{y^2}{C} = \frac{(10^{-4})^2}{C} = \frac{10^{-8}}{C} \quad (\text{στην αρχή των δύο ογκομετρήσεων})$$

Άρα $K_a(HA) > K_a(HB)$, οπότε το **HA είναι ισχυρότερο**.

γ) Ισοδύναμο σημείο: $n_{HA} = n_{HB} = C \cdot V = n$

mol	HA	+ NaOH	→ NaA	+ H ₂ O
αρχ	n	n	–	
τελ	–	–	n	

$$\text{Ογκομέτρηση I: } [OH^-]_1 = \sqrt{K_{b1} \cdot C}$$

mol	HB	+ NaOH	→ NaB	+ H ₂ O
αρχ	n	n	–	
τελ	–	–	n	

$$\text{Ογκομέτρηση II: } [OH^-]_2 = \sqrt{K_{b2} \cdot C}$$

$$\text{Συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα: } [NaA] = [NaB] = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = C_{\alpha\lambda}$$

$$\text{Ισχύει: } K_{b1} < K_{b2}, \text{ άρα η βάση } B^- \text{ είναι ισχυρότερη. Άρα } pH_{NaA} < pH_{NaB}.$$

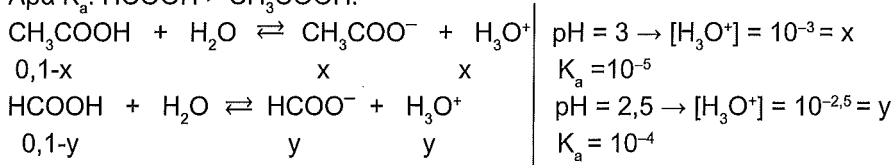
δ) Στο μέσο κάθε ογκομέτρησης (10 mL διαλύματος NaOH), τα ρυθμιστικά διαλύματα που έχουν προκύψει περιέχουν τα συστατικά τους σε ίσες συγκεντρώσεις (έχει αντιδράσει η μισή ποσότητα από κάθε οξύ). Θέλουμε $[H_3O^+]_{pD} = 10^{-4}$ M ή $K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\beta}} = 10^{-4}$ και καλή ρυθμιστική ικανότητα, άρα πρέπει $C_{\text{οξ}} = C_{\beta}$ δηλαδή $K_a = 10^{-4}$.

Άρα, επιλέγουμε το οξύ HA.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Οι +I υποκαταστάτες ελαττώνουν την ισχύ των οξέων αυξάνοντας την ηλεκτρονιακή πυκνότητα του ατόμου Ο στο Ο-Η με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η απόσπαση του H⁺.

Άρα K_a : $\text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$.

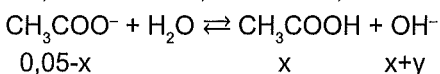
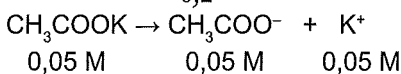


β)

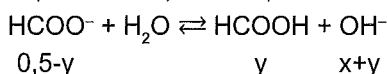
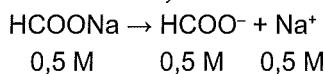
mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,02	0,02	-
τελ	-	-	0,02

Στο τέλος έμειναν δύο βασικά άλατα:

$$[\text{CH}_3\text{COOK}] = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ M και}$$



$$[\text{HCOONa}] = \frac{0,1}{0,2} = 0,5 \text{ M}$$



$$K_{b1} = 10^{-9} \rightarrow x(x+y) = 5 \cdot 10^{-11} \quad (1)$$

$$K_{b2} = 10^{-10} \rightarrow y(x+y) = 5 \cdot 10^{-11} \quad (2)$$

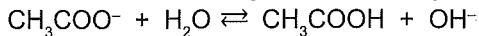
$$(1)+(2) \rightarrow x+y = 10^{-5} \text{ M και } \text{pH} = 9$$

γ) Προσθέτουμε ω mol NaOH σε 1 L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 11.

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,1	ω	-
α/π	-0,1	-0,1	+0,1
τελ	-	-	0,1

Διερεύνηση

Έστω $0,1 = \omega$ Άρα $[\text{CH}_3\text{COONa}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 \text{ M}$

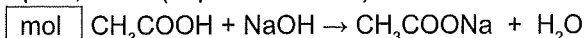


$$0,1-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad \qquad x$$

$$K_b = 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow x = 10^{-5} = [\text{OH}^-] \text{ άρα } \text{pH} = 9 \text{ (απορρίπτεται).}$$

Έστω $0,1 > \omega$ τότε προκύπτει ΡΔ CH_3COOH και CH_3COONa με $\text{pH} < 9$ (απορρίπτεται).

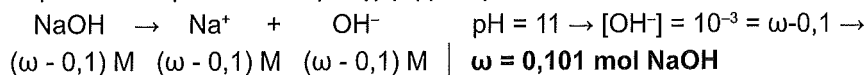
Άρα $0,1 < \omega$ (περίσσεια NaOH)



αρχ	0,1	ω	-
α/π	0,1	0,1	0,1
τελ	-	$\omega-0,1$	0,1

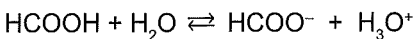
Υπάρχει ΕΚΙ. $[\text{NaOH}] = \frac{\omega-0,1}{1} = (\omega - 0,1) \text{ M}$ και $[\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1 \text{ M}$

Το pH θα καθοριστεί από την ισχυρή βάση.



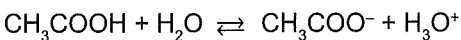
$$(\omega - 0,1) \text{ M} \quad (\omega - 0,1) \text{ M} \quad (\omega - 0,1) \text{ M} \quad \left| \quad \omega = 0,101 \text{ mol NaOH} \right.$$

δ) Μετά την ανάμειξη ισχύει: $C_{\text{HCOOH}} = 0,05 \text{ M} = C_{\text{CH}_3\text{COOH}}$



$$0,05-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad \qquad x+y$$

$$K_a = 10^{-4} \rightarrow x(x+y) = 5 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$



$$0,05-y \qquad \qquad \qquad y \qquad \qquad \qquad y+x$$

$$K_a = 10^{-5} \rightarrow y(y+x) = 5 \cdot 10^{-7} \quad (2)$$

$$(1)+(2) \rightarrow x+y = \sqrt{5 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-7}} \text{ Άρα } [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{5,5} \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Γ2) α) $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{αρχ}} = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} = K_a \frac{0,1}{0,1} = K_a$

Με την αραίωση: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{τελ}} = \frac{0,1}{2} = K_a$ **Άρα το pH διατηρείται σταθερό.**

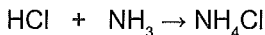
β) Το ΡΔ με την αραίωση διατηρεί το pH ίδιο, άρα και την $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

$$\text{Άρα: } \alpha_2 = \frac{x}{C} = \frac{2x}{C} \text{ οπότε } \alpha_2 = 2\alpha_1$$

γ) Λόγω της αραίωσης οι $C_{\text{οξέος}}$ και $C_{\text{βάσης}}$ μειώνονται, **άρα μειώνεται και η ρυθμιστική ικανότητα διαλύματος.**

ΘΕΜΑ Δ

- α) Έστω ότι στο ογκομετρούμενο διάλυμα περιέχονται n mol NH_3 . Για την πλήρη εξουδετέρωση απαιτούνται n mol HCl τα οποία περιέχονται σε 30 mL πρότυπου διαλύματος. Άρα, στα 25 mL διαλύματος HCl περιέχονται $\frac{25}{30}n = \frac{5}{6}n$ mol HCl .



αρχ	$\frac{5}{6}n$	n	—
α/π	$-\frac{5}{6}n$	$-\frac{5}{6}n$	$+\frac{5}{6}n$
τελ	—	$\frac{n}{6}$	$\frac{5}{6}n$

Στο ΡΔ που δημιουργείται, οι συγκεντρώσεις είναι:

$$[\text{NH}_3] = \frac{\frac{n}{6}}{V_{\text{τελ}}} = C_{\beta\alpha\sigma} \quad \text{και} \quad [\text{NH}_4\text{Cl}] = [\text{NH}_4^+] = \frac{\frac{5n}{6}}{V_{\text{τελ}}} = C_{\alpha\sigma}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\alpha\sigma}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow 10^{-10} = K_a \frac{\frac{\frac{5n}{6}}{V_{\text{τελ}}}}{\frac{\frac{n}{6}}{V_{\text{τελ}}}} \rightarrow K_a = \frac{10^{-10}}{5}$$

$$\text{Άρα } K_b = 5 \cdot 10^{-4}$$

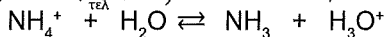
β) Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{HCl}} \rightarrow C_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{NH}_3} = C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \rightarrow C_{\text{NH}_3} = C_{\text{HCl}} = C$$

$$\text{Είναι: } n_{\text{NH}_3} = 0,03 \cdot C = n_{\text{HCl}}$$

mol	$\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$		
αρχ	0,03C	0,03C	—
τελ	—	—	0,03C

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,03C}{0,06} = \frac{C}{2} = [\text{NH}_4^+]$$



$$\frac{C}{2} - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x \quad \quad \text{pH} = 6 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ M} = x$$

$$K_a = \frac{10^{-10}}{5} = \frac{(10^{-6})^2}{\frac{C}{2}} \rightarrow C = 0,1 \text{ M}$$

γ) Το pH καθορίζεται από την ισχυρή βάση.

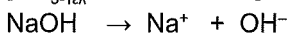
$$\text{pH} = 12 \rightarrow \text{pOH} = 2 \rightarrow [\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = 10^{-2} \text{ M} \text{ άρα και } [\text{NaOH}]_{\text{τελ}} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{NaOH}]_{\text{αρχ}} = \frac{C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}}}{V_{\text{αρχ}}} = \frac{10^{-2} \cdot 1}{0,5} \text{ Άρα } [\text{NaOH}]_{\text{αρχ}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

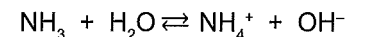
Αναμειγνύονται 500 mL διαλύματος NH_3 0,1 M με 500 mL διαλύματος NaOH $2 \cdot 10^{-2}$ M

Μετά την ανάμειξη των διαλυμάτων οι συγκεντρώσεις είναι:

$$[\text{NH}_3]_{\text{τελ}} = 0,05 \text{ M} \text{ και } [\text{NaOH}]_{\text{τελ}} = 10^{-2} \text{ M. Υπάρχει ΕΚΙ}$$



$$10^{-2} \text{ M} \quad 10^{-2} \text{ M} \quad 10^{-2} \text{ M}$$



$$0,05 - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad 10^{-2} + x$$

$$K_b(\text{NH}_3) = 5 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} x}{\frac{25 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}}} \rightarrow x = 25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{άρα } \alpha_{\text{NH}_3} = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} \quad \alpha_{\text{NH}_3} = 5 \cdot 10^{-2}$$

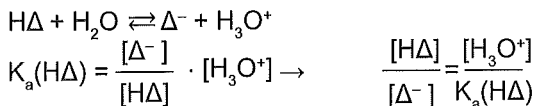
Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία
15^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) δ A3) δ A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

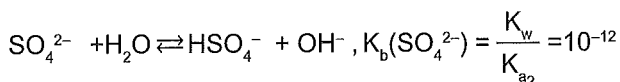
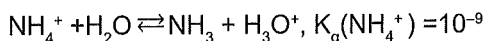
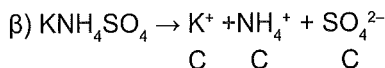
B1) α) Από την ισορροπία του δείκτη ΗΔ προκύπτει:



Όταν $\frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} > 10$ τότε $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a(\text{H}\Delta)} > 10$ και τελικά $\text{pH} < 8$.

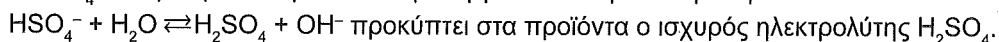
Επομένως όταν $\text{pH} < 8$, επικρατεί το χρώμα της όξινης μορφής.

Εργαζόμενος όμοια προκύπτει ότι όταν $\text{pH} > 10$, επικρατεί το χρώμα της βασικής μορφής.



Είναι: $[\text{NH}_4^+] = [\text{SO}_4^{2-}]$ και προκύπτει $K_a(\text{NH}_4^+) > K_b(\text{SO}_4^{2-}) \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ δηλαδή $\text{pH} < 7$. Επομένως το διάλυμα είναι όξινο και θα αποκτήσει το χρώμα της όξινης μορφής ΗΔ.

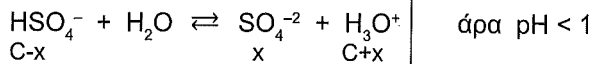
B2) α) Το HSO_4^- δεν μπορεί να δράσει σαν βάση γιατί από την αντίδραση



β) Το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από το HBrO (το $-I$ επαγωγικό ενισχύει την ισχύ των οξέων). Άρα $K_a(\text{HClO}) > K_a(\text{HBrO}) \rightarrow K_b(\text{ClO}^-) < K_b(\text{BrO}^-)$

Οπότε, το άλας NaBrO θα έχει μεγαλύτερο pH.

γ) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$ είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = C + x > 0,1$



δ) Στην ογκομέτρηση υδατικού διαλύματος NH_3 με πρότυπο διάλυμα HCl το pH του, διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο είναι μικρότερο του 7. Ο δείκτης θα αλλάξει χρώμα σε περιοχή pH 8-10, οπότε το τελικό σημείο θα είναι πριν το ισοδύναμο, θα έχει προστεθεί εσφαλμένα μικρότερος όγκος διαλύματος HCl και η συγκέντρωση της NH_3 που θα υπολογιστεί θα είναι μικρότερη από την πραγματική (αρνητικό σφάλμα).

B3) α) Καμπύλη II $\rightarrow \text{pH}_{\text{I.S.}} = 7$ αντιστοιχεί στο ισχυρό οξύ HNO_3

β) Καμπύλη I $\rightarrow \text{pH}_{\text{I.S.}} > 7$. Άρα το άλας KA είναι βασικό και προέρχεται από εξουδετέρωση ασθενούς οξέους HA και της ισχυρής βάσης KOH .

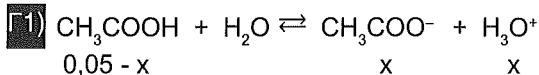
$$\gamma) C_{\text{HNO}_3} = \frac{C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HNO}_3}} = \frac{10C}{20} \text{ ενώ } C_{\text{HA}} = \frac{20C}{20} \text{ άρα } C_{\text{HNO}_3} < C_{\text{HA}}$$

δ) Για την ογκομέτρηση του HNO_3 οι δείκτες HA_1 και HA_2 είναι κατάλληλοι, γιατί το κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης περιλαμβάνει την περιοχή pH αλλαγής χρώματος των δεικτών.

ε) Όταν έχουν προστεθεί 10 mL διαλύματος NaOH εξουδετερώνεται η μισή ποσότητα του HA και προκύπτει ΡΔ με $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$

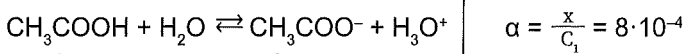
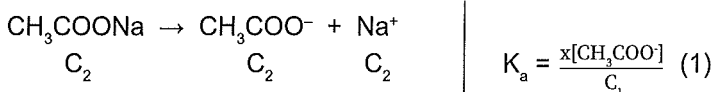
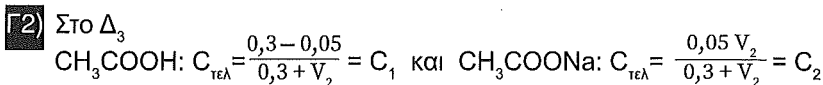
$$\text{Ισχύει } \text{pH} = \text{p}K_a \rightarrow K_a = 10^{-5}$$

ΘΕΜΑ Γ



$$\text{pH} = 3 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} = x \quad \text{άρα} \quad \alpha = 0,02$$

$$\text{Επίσης: } K_a = \alpha^2 \cdot C = (2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,05 \rightarrow K_a = 2 \cdot 10^{-5}$$



$$(1) \rightarrow K_a = \alpha [\text{CH}_3\text{COO}^-] \rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{8 \cdot 10^{-4}} \rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,025 \text{ M} = C_2$$

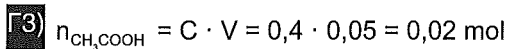
$$\text{Είναι } C_2 = \frac{0,05 V_2}{0,3 + V_2} \rightarrow 0,025 = \frac{0,05 V_2}{0,3 + V_2} \rightarrow V_2 = 0,3 \text{ L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{C_1}{C_2} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Το διάλυμα Δ_3 περιέχει $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ mol}$ και $0,015 \text{ mol}$ CH_3COONa σε όγκο 600 mL. Διαλύονται $\omega \text{ mol}$ CH_3COONa χωρίς μεταβολή του όγκου.

$$\text{Προκύπτει ΡΔ με } [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0,015}{0,6} = C_{\text{οξ}} \quad \text{και} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,015 + \omega}{0,6} = C_{\text{βασ}}$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\frac{0,015}{0,6}}{\frac{0,015 + \omega}{0,6}} \rightarrow \omega = 0,015 \text{ mol}$$

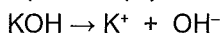


$$n_{\text{KOH}} = C \cdot V = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ mol}$$

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,02	0,06	—
τελ	—	0,04	0,02

$$\text{Προκύπτει ΕΚΙ με } [\text{KOH}] = \frac{0,04}{1} = 0,04 \text{ M} \quad \text{και} \quad [\text{CH}_3\text{COOK}] = \frac{0,02}{1} = 0,02 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COO}^-].$$

Το pH καθορίζεται από την ισχυρή βάση KOH.

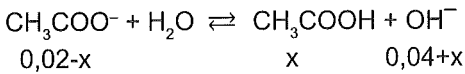
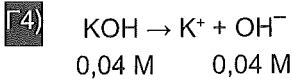


$$0,04 \text{ M} \qquad 0,04 \text{ M}$$

$$\text{Αφού } \text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ M.}$$

$$\text{Άρα } K_w = 10^{-12} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-14} > 10^{-14}$$

$$\text{Άρα } \eta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$$



$$\alpha = \frac{x}{0,02} \rightarrow x = 2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

επίσης $[\text{OH}^-] = 0,04 + x \approx 0,04 \text{ M}$

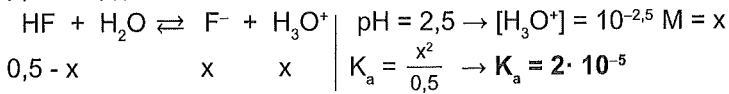
$$K_b(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{0,04x}{0,02} = 10^{-9} \text{ στους } \theta \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{4 \cdot 10^{-14}}{10^{-9}} \quad K_a = 4 \cdot 10^{-5} \text{ στους } \theta \text{ }^\circ\text{C}$$

ΘΕΜΑ Δ

$$\Delta 1) \quad \alpha) \text{ Ισοδύναμο σημείο: } C_{\text{HF}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HF}}} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} \quad \text{Άρα } C_{\text{HF}} = 0,5 \text{ M}$$

β) Στο αρχικό διάλυμα HF ισχύει.



γ) Προσθέτουμε ω L διαλύματος NaOH

$$n_{\text{NaOH}} = \omega \cdot \frac{1}{3} = \frac{\omega}{3} \text{ mol και } n_{\text{HF}} = 0,01 \cdot 0,5 = 0,005 \text{ mol}$$

mol	HF	NaOH	NaF	H ₂ O
αρχ	0,005	$\frac{\omega}{3}$	—	—
α/π	$-\frac{\omega}{3}$	$-\frac{\omega}{3}$	$+\frac{\omega}{3}$	—
τελ	$0,005 - \frac{\omega}{3}$	—	$\frac{\omega}{3}$	—

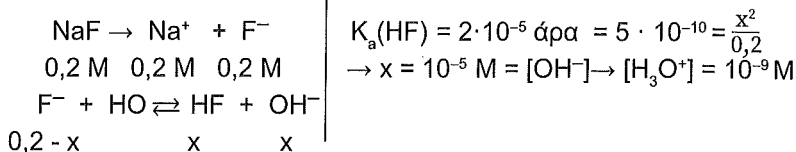
Το pH = 5 αντιστοιχεί σε σημείο πριν το ισοδύναμο.
Άρα, το NaOH αντιδρά πλήρως.

Προκύπτει ΡΔ για το οποίο ισχύει:

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{0,005 - \frac{\omega}{3}}{\frac{\omega}{3}} \rightarrow \omega = 0,01 \text{ L}$$

δ) Στο ισοδύναμο σημείο αντιδρούν: $n_{\text{HF}} = C \cdot V = 0,5 \cdot 0,01 = 0,005 = n_{\text{NaOH}}$

mol	HF + NaOH → NaF + H ₂ O			$[\text{NaF}] = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,005}{0,025} = 0,2 \text{ M}$
αρχ	0,005	0,005	–	
α/π	-0,005	-0,005	-0,005	
τελ	–	–	0,005	



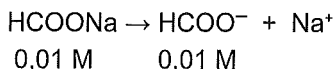
Απο την ισορροπία του δείκτη προκύπτει: $\text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a(\text{H}\Delta)} = \frac{10^{-9}}{10^{-8}} \text{ Άρα } \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{1}{10}$$

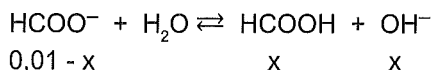
Δ2) Στο ισοδύναμο σημείο το HCOOH και το NaOH πρέπει να έχουν ίσα mol. Αφού έχουν ίδια συγκέντρωση, θα έχουν και ίδιο όγκο. Μετά την εξουδετέρωση έχουμε το άλας HCOONa.

Ισχύει:

$$[\text{HOONa}] = \frac{0,02 \text{ V}}{2\text{V}} = 0,01 \text{ M}$$



$$K_b(\text{HCOO}^-) = \frac{x^2}{0,01} = 10^{-10}$$



$$\text{άρα } K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 8 \rightarrow \text{pOH} = 6 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} = x$$

Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία
 16^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

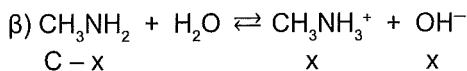
ΘΕΜΑ Α

A1) β A2) β A3) α A4) β A5) α

ΘΕΜΑ Β

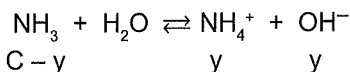
B1) α) Και οι δύο ογκομετρήσεις απαιτούν ίδιο όγκο οξέος για πλήρη εξουδετέρωση.

Άρα, από την σχέση του ισοδυναμου $C_{\beta\alpha\sigma} = \frac{C_{\alpha\sigma\epsilon} V_{\alpha\sigma\epsilon}}{V_{\beta\alpha\sigma}}$ προκύπτει ότι οι δύο βάσεις έχουν ίδια συγκέντρωση. Επίσης λόγω του +1 επαγωγικού προκύπτει ότι η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη βάση, άρα $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) > K_b(\text{NH}_3)$. Άρα I $\rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2$ και II $\rightarrow \text{NH}_3$



$$\text{pH} = 11,5 \rightarrow \text{pOH} = 2,5 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2,5} \text{ M} = x$$

$$K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = \frac{x^2}{C} = \frac{10^{-5}}{C} \quad (1)$$



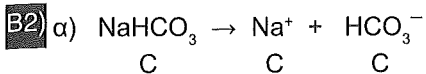
$$\text{pH} = 11 \rightarrow \text{pOH} = 3 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M} = y$$

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{y^2}{C} = \frac{10^{-6}}{C} \quad (2)$$

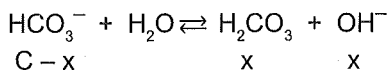
$$\frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{K_b(\text{NH}_3)}{K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = \frac{\frac{10^{-6}}{C}}{\frac{10^{-5}}{C}} = 0,1 \quad \text{ή} \quad \frac{K_b(\text{NH}_3)}{K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = \frac{1}{10}$$

γ) Στο ισοδύναμο σημείο θα υπάρχουν τα όξινα άλατα $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ και NH_4Cl .

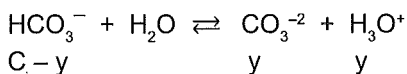
Άρα $\text{pH} < 7$. Οπότε ο καταλληλότερος δείκτης είναι το **μπλε του μεθυλίου** που αλλάζει χρώμα σε περιοχή pH 4-6.



Το HCO_3^- είναι αμφολύτης.



$$K_b = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6,4}} = 10^{-7,6} = \frac{x^2}{C} \rightarrow x = \sqrt{10^{-7,6} \cdot C} = [\text{OH}^-]$$



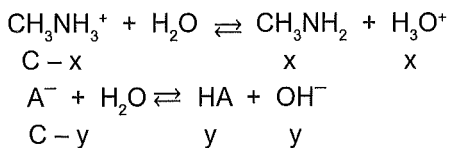
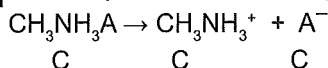
$$K_{a2} = 10^{-10,3} = \frac{y^2}{C} \rightarrow y = \sqrt{10^{-10,3} \cdot C} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Ισχύει: $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ άρα **βασικό**.

β) Για το ΡΔ ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-7,4} = 10^{-6,4} \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} \rightarrow \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{10^{-7,4}}{10^{-6,4}} = 0,1$

Άρα $\frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{1}{10}$

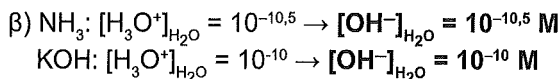
B3) Το διάλυμα KCl είναι ουδέτερο, άρα $\text{pH}_{\text{KCl}} = \text{pH}_{\text{CH}_3\text{NH}_3\text{A}} = 7$



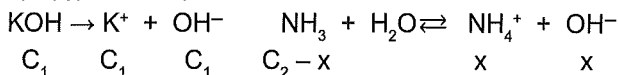
Όμως $\text{pH} = 7 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \rightarrow x = y \rightarrow K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = K_b(\text{A}^-) \rightarrow \frac{10^{-14}}{K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = \frac{10^{-14}}{K_a(\text{HA})} \rightarrow K_a(\text{HA}) = K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 10^{-5}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Η αρχική συγκέντρωση $[\text{OH}^-]$ των δύο διαλυμάτων είναι ίδια. Όταν αραιώνεται το διάλυμα KOH , τα mol του OH^- μένουν ίδια, ενώ αυξάνεται ο όγκος. Όταν αραιώνεται το διάλυμα της ασθενούς βάσης NH_3 , η θέση της ισορροπίας πάει δεξιά, οπότε τα mol OH^- αυξάνονται, ενώ αυξάνεται και ο όγκος όμοια με τον όγκο της ισχυρής βάσης. Έτσι ισχύει $[\text{OH}^-]_{\text{NH}_3} > [\text{OH}^-]_{\text{KOH}}$ άρα $\text{pH}_{\text{NH}_3} > \text{pH}_{\text{KOH}}$. Άρα **I** $\rightarrow \text{NH}_3$ και **II** $\rightarrow \text{KOH}$.

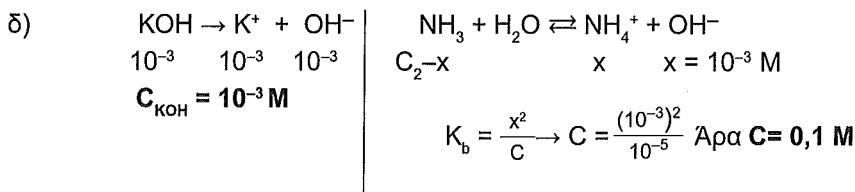


γ) Αρχικό διάλυμα:



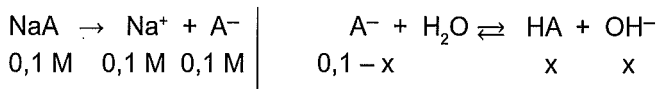
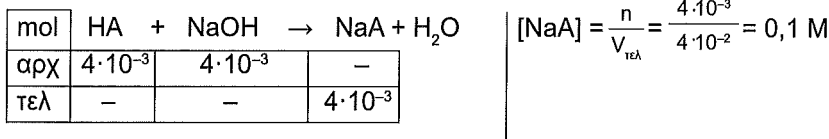
$$\text{Αφού pH ίδιο ισχύει } C_1 = x < C_2 \rightarrow \frac{n_1}{V} < \frac{n_2}{V} \rightarrow n_1 < n_2$$

Άρα, για την πλήρη εξουδετέρωση των δύο βάσεων με HCl θα χρειαστούν **περισσότερα mol HCl για την εξουδετέρωση της NH_3 .**



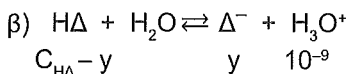
Γ2) α) Στο ισοδύναμο ισχύει: $C_{\text{HA}} = \frac{C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HA}}} = \frac{0,2 \cdot 0,02}{0,02}$ Άρα $C_{\text{HA}} = 0,2 \text{ M}$

Στο ΙΣ ισχύει: $n_{\text{HA}} = n_{\text{NaOH}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,02 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$



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

$$K_b(\text{A}^-) = \frac{x^2}{0,1} = \frac{(10^{-5})^2}{0,1} = 10^{-9} \quad K_a(\text{HA}) = 10^{-5}$$



$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a(\text{H}\Delta)} = \frac{10^{-9}}{5 \cdot 10^{-9}} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 5$$

και $[\Delta^-] = 5 [\text{H}\Delta]$ (το διάλυμα παίρνει ενδιάμεσο χρώμα).

$$\text{Επίσης ισχύει: } \alpha_{\text{H}\Delta} = \frac{x}{C_{\text{H}\Delta}}$$

$$\text{Έχω } [\text{H}\Delta] = C_{\text{H}\Delta} - x \rightarrow C_{\text{H}\Delta} = [\text{H}\Delta] + x = [\text{H}\Delta] + [\Delta^-] = [\text{H}\Delta] + 5 [\text{H}\Delta] = 6 [\text{H}\Delta]$$

$$(1) \rightarrow \alpha_{\text{H}\Delta} = \frac{[\Delta^-]}{6[\text{H}\Delta]} = \frac{5[\text{H}\Delta]}{6[\text{H}\Delta]} \quad \text{Άρα } \alpha_{\text{H}\Delta} = \frac{5}{6}$$

γ) Το CO_2 αντιδρά με την βάση NaOH οπότε η C_{NaOH} μειώνεται.

Για να αυξήσουμε τα mol NaOH που εξουδετερώνουν το HA , αυξάνουμε τον όγκο του πρότυπου στο τελικό σημείο. Άρα, υπολογίζεται εσφαλμένα μεγαλύτερη C_{HA} από την πραγματική (θετικό σφάλμα ογκομέτρησης).

ΘΕΜΑ Δ

Το διάλυμα NaNO_3 είναι ουδέτερο. Άρα περιέχεται στο δοχείο 3. Το διάλυμα NaOH 0,1 M έχει $\text{pH} = 13$. Άρα, περιέχεται στο δοχείο 5. Το διάλυμα NH_3 έχει $\text{pH} > 7$. Άρα, περιέχεται στο δοχείο 4. Τα δύο οξέα HClO και HClO_2 έχουν ίδια συγκέντρωση. Όμως το HClO_2 έχει ένα περισσότερο οξυγόνο (παράγοντας που προκαλεί -I επαγωγικό φαινόμενο). Άρα, το HClO_2 είναι ισχυρότερο οξύ από το HClO και το διάλυμά του θα έχει μικρότερο pH . Συνεπώς στο δοχείο 2 θα περιέχεται το HClO και στο δοχείο 1 το HClO_2 .

mol	HClO_2	+	NaOH	\rightarrow	NaClO_2	+	H_2O
αρχ	0,1V ₅		0,1V ₄		-		
α/π	-0,1V ₄		-0,1V ₄		+0,1V ₄		
τελ	0,1V ₅ - 0,1V ₄		-		0,1V ₄		

Για τη παρασκευή ΡΔ πρέπει το NaOH να αντιδράσει πλήρως.

$$\text{ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-5} \frac{\frac{0,1V_5 - 0,1V_4}{V_{\text{τελ}}}}{\frac{0,1V_4}{V_{\text{τελ}}}} \rightarrow \frac{V_4}{V_5} = \frac{1}{3}$$

- Δ3)** Θα έχουμε ίσα mol από την κάθε ένωση. Η βάση καταναλώνεται πλήρως.
Έστω ότι x mol του NaOH καταναλώνονται για την εξουδετέρωση του HClO₂.

mol	HClO + NaOH → NaClO + H ₂ O		
αρχ	n	n	-
α/π	-x	-x	+x
τελ	n - x	n - x	x

mol	HClO ₂ + NaOH → NaClO ₂ + H ₂ O		
αρχ	n	n - x	-
α/π	-(n - x)	-(n - x)	+(n - x)
τελ	x	-	n - x

Προκύπτουν δύο Ρ.Δ. HClO/ClO⁻ και HClO₂/ClO₂⁻

$$1. [\text{HClO}] = \frac{\text{mol}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{n-x}{V_{\text{τελ}}} = C_1 \quad \text{και} \quad 2. [\text{HClO}_2] = \frac{\text{mol}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{x}{V_{\text{τελ}}} = C_2$$

$$[\text{ClO}^-] = \frac{\text{mol}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{x}{V_{\text{τελ}}} = C_2 \quad [\text{ClO}_2^-] = \frac{\text{mol}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{n-x}{V_{\text{τελ}}} = C_1$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a(\text{HClO}) \cdot C_1}{C_2} \quad (1) \quad \text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a(\text{HClO}_2) \cdot C_2}{C_1} \quad (2)$$

$$(1) \cdot (2) \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a(\text{HClO}) \cdot K_a(\text{HClO}_2) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ M}$$

Άρα pH = 5

Δ4)

$$(2) \rightarrow 10^{-5} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot C_2}{C_1} \rightarrow C_1 = 5C_2 \rightarrow \frac{n-x}{V_{\text{τελ}}} = \frac{5x}{V_{\text{τελ}}} \rightarrow n = 6x$$

Από τα n=6x mol HClO εξουδετερώθηκαν x mol

από τα 100x mol εξουδετερώθηκαν ; mol

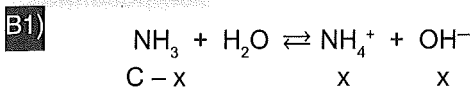
Άρα $\frac{100x}{6x}$ ή **16,7%** είναι το ποσοστό εξουδετέρωσης του HClO.

Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία
 17^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

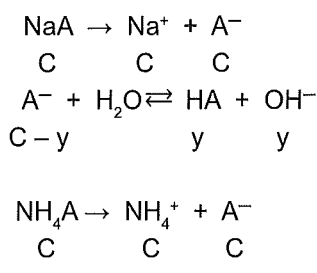
ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) γ A3) γ A4) α A5) β

ΘΕΜΑ Β



Το NaA είναι βασικό άλας, άρα προέρχεται από εξουδετέρωση ασθενούς οξέος HA.



$$\begin{aligned} \text{pH}_1 &= \text{pH}_2 \rightarrow x = y \\ K_b(\text{A}^-) &= \frac{y^2}{\text{C}} = \frac{x^2}{\text{C}} = K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5} \\ K_a(\text{NH}_4^+) &= 10^{-9} \end{aligned}$$



$K_b(\text{A}^-) > K_a(\text{NH}_4^+)$
 Επομένως $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$.
 Άρα, το διάλυμα NH_4A είναι **βασικό**.

B2) α) Οι υποκαταστάτες F⁻ και OH⁻ προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο και αυξάνουν την πολικότητα του δεσμού O-H, οπότε το H⁺ αποσπάται εύκολα και το οξύ είναι ισχυρότερο. Ισχυρότερο -I επαγωγικό προκαλεί το F⁻, άρα ισχυρότερο οξύ είναι το CH₂F⁻COOH έναντι του CH₂(OH)COOH. Αντίθετα, οι ομάδες CH₃⁻ και CH₃CH₂⁻ προκαλούν +I επαγωγικό και μειώνουν την ισχύ των οξέων. Άρα, το CH₃COOH ισχυρότερο του CH₃CH₂COOH.

Οπότε: $K_a(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) < K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) < K_a(\text{CH}_2(\text{OH})\text{COOH}) < K_a(\text{CH}_2\text{FCOOH})$

β) Τα αλογόνα Cl⁻, Br⁻, I⁻ προκαλούν -I επαγωγικό και ενισχύουν την ισχύ των οξέων. Αφού τα οξέα έχουν ίδια άτομα οξυγόνου, το ισχυρότερο θα έχει μικρότερο pH.

Οπότε: $\text{HClO} \rightarrow \text{pH} = 3$, $\text{HBrO} \rightarrow \text{pH} = 3,5$, $\text{HIO} \rightarrow \text{pH} = 6$

B3) α) Εξουδετερώνεται πρώτα το ισχυρό οξύ HCl (ισοδύναμο σημείο Α) και μετά το οξύ HB (ισοδύναμο σημείο Γ).

β) Στο σημείο Γ έχει εξουδετερωθεί πλήρως το οξύ HB και το διάλυμα περιέχει το βασικό άλας KB ($pH_T > 7$). Άρα, το άλας KB προέρχεται από εξουδετέρωση του **ασθενούς οξέος HB** και της ισχυρής βάσης KOH.

$$\gamma) 1^\circ \text{ισοδύναμο: } C_{\text{HCl}} = \frac{C_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}}}{V_{\text{HB}}} = \frac{0,5 \cdot 0,02}{0,1} \quad C_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ M}$$

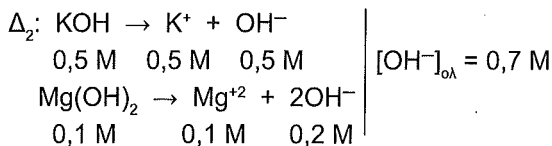
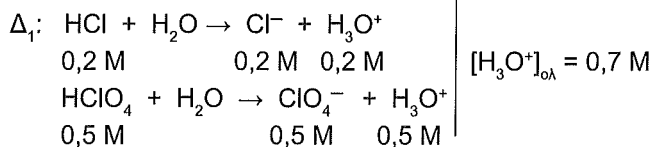
$$2^\circ \text{ισοδύναμο: } C_{\text{HB}} = \frac{C_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}}}{V_{\text{HB}}} = \frac{0,5 \cdot 0,08}{0,1} \quad C_{\text{HB}} = 0,4 \text{ M}$$

δ) Στο σημείο Β έχουν προστεθεί 40 mL διαλύματος KOH, δηλαδή η μισή ποσότητα σε σχέση με τα 80 mL διαλύματος KOH που απαιτούνται για να εξουδετερωθεί όλη η ποσότητα του HB.

mol	HB + NaOH → NaB + H ₂ O		
αρχ	n	$\frac{n}{2}$	—
τελ	$\frac{n}{2}$	—	$\frac{n}{2}$

Προκύπτει ένα ΡΔ με ίσες $C_{\text{oξ}}$ και $C_{\text{βασ}}$. Θα ισχύει $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\text{oξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow K_a(\text{HB}) = 10^{-5}$

ΘΕΜΑ Γ



Χρησιμοποιήθηκαν V_1 L Δ_1 και V_2 L Δ_2 . Άρα mol $H_3O^+ = 0,7 V_1$ και mol $OH^- = 0,7 V_2$.

mol	$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$		
αρχ	$0,7 V_1$	$0,7 V_2$	—
α/π	$-0,7 V_2$	$-0,7 V_2$	—
τελ	$0,7 V_1 - 0,7 V_2$	—	—

Για να προκύψει $pH = 1$ θα πρέπει τα ιόντα OH^- να αντιδράσουν πλήρως.
 $pH = 1 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-1} \text{ M}$

$$[H_3O^+] = \frac{0,7V_1 - 0,7V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow 10^{-1} = \frac{0,7V_1 - 0,7V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{3}$$

$$\Gamma 2) \text{ Σε } 500 \text{ mL } \Delta_1 \text{ περιέχονται } 0,05 \text{ mol HCOOH} \quad | \quad x = 0,005 \text{ mol HCOOH}$$

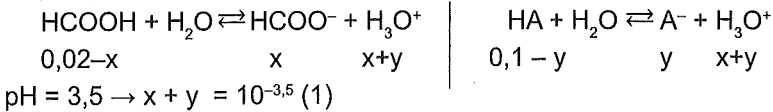
$$50 \text{ mL} \quad \quad \quad x = ;$$

Επίσης στο αρχικό διάλυμα HA ισχύει:

$$n_{\text{HA}} = C \cdot V = 0,125 \cdot 0,2 = 0,025 \text{ mol HA}$$

$$\text{Μετά την ανάμειξη: } C_{\text{HCOOH}} = \frac{n}{V} = \frac{0,005}{0,25} = 0,02 \text{ M} \quad C_{\text{HA}} = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,025}{0,25} = 0,1 \text{ M}$$

Στην θερμοκρασία των θ °C έχουν αποκατασταθεί οι ισορροπίες:



$$\theta \text{ } ^\circ\text{C: } K_a(\text{HA}) = 2 \cdot 10^{-7} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \rightarrow 2 \cdot 10^{-7} = \frac{10^{-3,5} \cdot y}{0,1} \rightarrow y = 0,2 \cdot 10^{-3,5}$$

Από (1) προκύπτει $x = 0,8 \cdot 10^{-3,5}$

Υπολογισμός της σταθεράς $K_a(\text{HCOOH})$ στους θ °C:

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{x(x+y)}{0,02} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3,5} \cdot 10^{-3,5}}{0,02} = 4 \cdot 10^{-6}$$

Αφού στους 25 °C $K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4}$

$K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4} > 4 \cdot 10^{-6} = K_a(\text{HCOOH})$ στους θ °C.

Άρα $\theta < 25$ °C

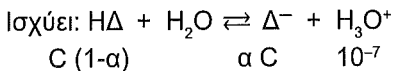
$\Gamma 3) \alpha)$ Η αναλογία mol στις εξουδετερώσεις των πιθανών οξέων HF και HCl με KOH είναι 1:1.

$$\text{Άρα } n_{\text{οξ}} = n_{\text{βασ}} \rightarrow C_{\text{οξ}} \cdot V_{\text{οξ}} = C_{\text{βασ}} \cdot V_{\text{βασ}} \rightarrow C_{\text{οξ}} = \frac{C_{\text{βασ}} \cdot V_{\text{βασ}}}{V_{\text{οξ}}} = \frac{0,2 \cdot 0,01}{0,01} \quad C_{\text{οξ}} = 0,2 \text{ M}$$

$\beta)$ $\text{pH}_{\Sigma} = 7$. Άρα, από την πλήρη εξουδετέρωση του οξέος και της ισχυρής βάσης KOH πρέπει να προκύπτει ένα ουδέτερο άλας, δηλαδή το KCl (το KF είναι βασικό). Άρα, το διάλυμα Δ_1 **περιέχει το ισχυρό οξύ HCl**.

$\gamma)$ Η περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη 4 - 6 βρίσκεται μέσα στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης ογκομέτρησης. Άρα, **είναι κατάλληλος** για την ογκομέτρηση.

$\delta)$ Ο δείκτης προστίθεται σε μικρή ποσότητα άρα δεν επηρεάζει το pH.



$$K_a = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{K_a(\text{H}\Delta)}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-5}}{10^{-7}} \quad \text{Άρα } \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 100$$

Για το βαθμό ιοντισμού του δείκτη α ισχύει:

$$K_a = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow 10^{-5} = \frac{10^{-7} \alpha C}{C(1-\alpha)} \rightarrow 10^{-5} = \frac{10^{-7} \alpha}{1-\alpha} \rightarrow \frac{\alpha}{1-\alpha} = 100 \rightarrow \alpha = \frac{100}{101}$$

ΘΕΜΑ Δ

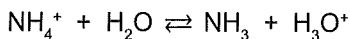
$$\Delta 1) n_{\text{NH}_3} = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol}$$

mol	HCl + NH ₃	→	NH ₄ Cl
αρχ	0,01	0,01	–
τελ	–	–	0,01

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

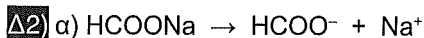


$$0,1-x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

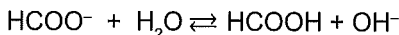
Για το ΡΔ έχω $[\text{CH}_3\text{NH}_2] = C = C_{\beta\alpha\sigma}$ και $[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = 2C = C_{\alpha\epsilon}$

$$\text{Εξίσωση ΗΗ: } [\text{OH}^-] = K_b \frac{C_{\beta\alpha\sigma}}{C_{\alpha\epsilon}} \rightarrow 10^{-4} = K_b \cdot \frac{C_{\beta\alpha\sigma}}{C_{\alpha\epsilon}} \rightarrow 10^{-4} = K_b \frac{2C}{C} \rightarrow K_b = 5 \cdot 10^{-4}$$

Ισχύει $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) > K_b(\text{NH}_3) > K_b(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$, άρα και οι βάσεις κατά σειρά ισχύος θα ακολουθούν την σειρά $\text{CH}_3\text{NH}_2 > \text{NH}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$. Οι υποκαταστάτες που προκαλούν +I επαγωγικό ενισχύουν την ισχύ των βάσεων (στο παράδειγμά μας ενισχύουν το αρνητικό φορτίο του N και διευκολύνουν έτσι την πρόσληψη H⁺). Άρα, η διάταξη των υποκαταστατών κατά σειρά αύξησης του +I επαγωγικού θα είναι: $\text{C}_6\text{H}_5- < \text{H}- < \text{CH}_3-$



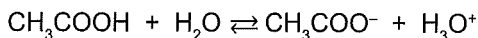
$$0,2 \text{ M} \quad \quad 0,2 \text{ M} \quad \quad 0,2 \text{ M}$$



$$0,2-x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$\text{pH} = 8,5 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M} = x$$

$$K_b(\text{HCOO}^-) = \frac{x^2}{0,2} = \frac{(10^{-5,5})^2}{0,2} = 5 \cdot 10^{-11} \quad K_a(\text{HCOOH}) = \frac{10^{-14}}{K_b} \rightarrow \text{Άρα } K_a(\text{HCOOH}) = 2 \cdot 10^{-4}$$



$$0,5-y \quad \quad \quad y \quad \quad \quad y$$

$$\text{pH} = 2,5 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} = y$$

$$K_a = \frac{y^2}{0,5} = \frac{(10^{-2,5})^2}{0,5} \quad \text{Άρα } \text{CH}_3\text{COOH: } K_a = 2 \cdot 10^{-5}$$

β) Για την παρασκευή ΡΔ με pH = 5, το οποίο θα έχει καλή ρυθμιστική ικανότητα (δηλαδή όχι πολύ μικρές συγκεντρώσεις και παραπλήσιες μεταξύ τους) θα επιλέξουμε το διάλυμα CH₃COOH του οποίου το pK_a είναι πιο κοντά στο επιθυμητό pH του ΡΔ. Ως βάση θα χρησιμοποιηθεί το διάλυμα NaOH.

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	$0,5 V_3$	V_4	-
α/π	$-V_4$	$-V_4$	$+V_4$
τελ	$0,5V_3 - V_4$	-	V_4

Για να προκύψει ΡΔ θα πρέπει το NaOH να αντιδράσει πλήρως.

Έχουμε ΡΔ με $[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,5V_3 - V_4}{V_3 + V_4} = C_{\text{οξ}}$ και

$[\text{CH}_3\text{COONa}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = \frac{V_4}{V_3 + V_4} = C_{\text{βασ}}$

Ισχύει για το ΡΔ: $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{0,5V_3 - V_4}{V_4} \rightarrow V_3 = 3V_4$

Θα χρησιμοποιήσουμε όλο το διάλυμα V_3 (3 L) και $V_4 = \frac{V_3}{3} = \frac{3}{3} = 1 \text{ L}$

Συνολικά θα παρασκευάσουμε **4 L ρυθμιστικού διαλύματος**.

γ)

mol	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	$0,1V_2$	V_4	-
α/π	$-0,1V_2$	$-0,1V_2$	$+0,1V_2$
τελ	-	$V_4 - 0,1V_2$	$0,1V_2$

$[\text{NaOH}] = \frac{n}{V} = \frac{V_4 - 0,1V_2}{V_4 + V_2} = C$

$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- \quad \text{pH} = 13 \rightarrow \text{pOH} = 1 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M} = C$

Άρα $\frac{V_4 - 0,1V_2}{V_4 + V_2} = 0,1 \rightarrow \frac{V_2}{V_4} = \frac{9}{2}$

δ)

mol	$\text{HCOONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{NaCl}$		
αρχ	0,02	0,04	-
α/π	-0,02	-0,02	+0,02
τελ	-	0,02	0,02

$C_{\text{HCOOH}} = C_{\text{HCl}} = \frac{n}{V} = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ M}$

$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

0,01 M 0,01 M 0,01 M

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,01 + x \approx 0,01 \text{ M}$

$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

0,01 - x x 0,01 + x

Άρα **pH = 2**

Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία
 18^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) α A2) β A3) δ A4) δ A5) α

ΘΕΜΑ Β

B1) Στο ισοδύναμο σημείο προκύπτει το όξινο άλας NH_4Br . Άρα, $\text{pH}_z < 7$. Στην ογκομετρική φιάλη περιέχεται η βάση NH_3 με $\text{pH} > 7$. Προσθέτοντας HBr το pH μειώνεται και όταν φτάσει την τιμή $\text{pH} = 8$ παρατηρούμε την χρωματική αλλαγή και κλείνουμε την στρόφιγγα, ενώ έπρεπε να την κλείσουμε σε όξινη τιμή pH . Κλείσαμε δηλαδή την στρόφιγγα εσφαλμένα πιο νωρίς, άρα καταναλώθηκε μικρότερος όγκος διαλύματος HBr και προσδιορίσαμε μικρότερη C_{NH_3} από την πραγματική. Άρα, έχουμε **αρνητικό σφάλμα**.
 Έστω y η ποσότητα της NH_3 στο αρχικό διάλυμα και ω η ποσότητα της NH_3 που εξουδετερώθηκε στο τελικό σημείο, οπότε ω θα είναι τα mol HBr που αντέδρασαν.

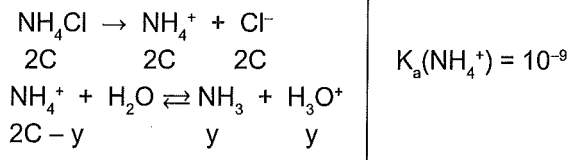
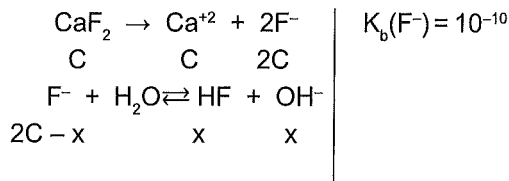
Τελικό σημείο:

(mol)	$\text{HBr} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Br}$		
αρχ	ω	y	-
α/π	ω	ω	ω
τελ	-	$y-\omega$	ω

Έχω ΡΔ με $[\text{NH}_3] = \frac{y-\omega}{V} = C_{\text{βασ}}$ και $[\text{NH}_4\text{Br}] = [\text{NH}_4^+] = \frac{\omega}{V} = C_{\text{οξ}}$
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a(\text{NH}_4^+) \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow 10^{-8} = 10^{-9} \frac{\omega}{y-\omega} \rightarrow y = 1,1 \omega$

Άρα, εξουδετερώθηκαν $\frac{\omega}{y} = \frac{\omega}{1,1\omega} = 0,909$ ή **το 90,9% της αρχικής** ποσότητας NH_3 .

B2)

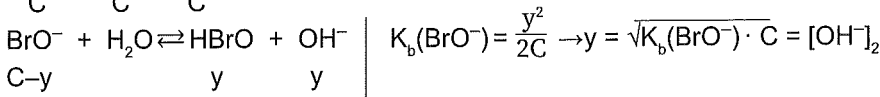
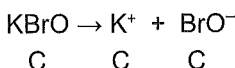
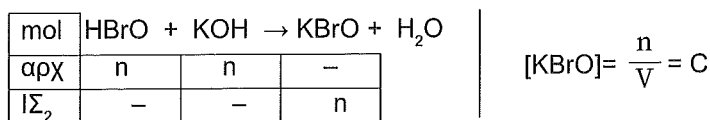
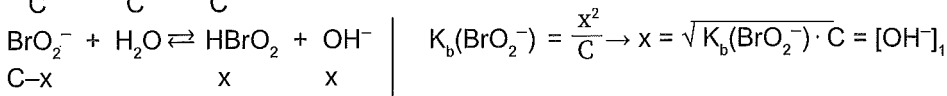
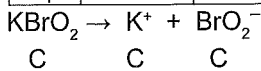
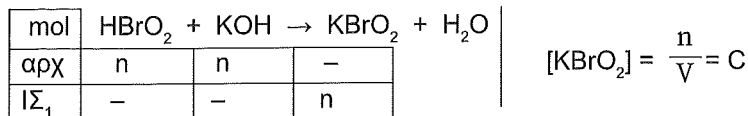


$K_a(\text{NH}_4^+) > K_b(\text{F}^-)$ επομένως ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ άρα **το διάλυμα είναι όξινο**.

B3 Η παρουσία ενός επιπλέον ατόμου οξυγόνου στο HBrO_2 (υποκαταστάτη που προκαλεί – επαγωγικό φαινόμενο) ενισχύει την ισχύ του οξέος HBrO_2 έναντι του HBrO .

Άρα $K_a(\text{HBrO}_2) > K_a(\text{HBrO})$ και $K_b(\text{BrO}_2^-) < K_b(\text{BrO}^-)$ (1)

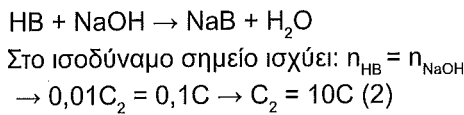
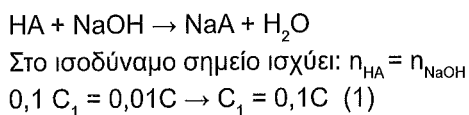
Τα δύο οξέα έχουν ίδιες συγκεντρώσεις και ίδιο όγκο, άρα και ίδια mol.



Λόγω της (1) $\rightarrow [\text{OH}^-]_1 < [\text{OH}^-]_2$ άρα $\text{pH}_1 < \text{pH}_2$

ΘΕΜΑ Γ

- α) Έστω C_1 η συγκέντρωση του Δ_1
 C_2 η συγκέντρωση του Δ_2
 C_3 η συγκέντρωση του Δ_3



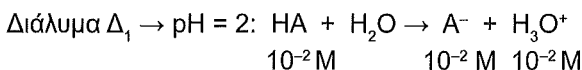
Ισχύει $C_1 < C_2$. Άρα ισχυρότερο οξύ είναι το HA.

β) Ελέγχουμε αν το HA είναι ισχυρό ή ασθενές.

Αρχικό διάλυμα: $\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}$ άρα $\alpha_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_1} = \frac{10^{-2}}{C_1}$

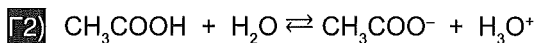
Αραιωμένο διάλυμα: $C_{\text{τελ}} = \frac{C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,01 C_1}{0,1} \rightarrow C_{\text{τελ}} = \frac{C_1}{10}$ άρα $\alpha_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{τελ}}}{C_{\text{τελ}}} = \frac{10^{-3}}{\frac{C_1}{10}} = \frac{10^{-2}}{C_1}$

Ο βαθμός ιοντισμού του HA δεν μεταβλήθηκε με την αραιώση. Άρα, **το HA είναι ισχυρό** (αν το HA ήταν ασθενές ο βαθμός ιοντισμού θα αυξάνονταν με την αραιώση).



Άρα $C_{\text{HA}} = 10^{-2} \text{ M} = C_1$

(1) $\rightarrow C = \frac{C_1}{0,1} \rightarrow C_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ M}$ (2) $\rightarrow C_2 = 10 C$ Άρα $C_{\text{HB}} = 1 \text{ M}$



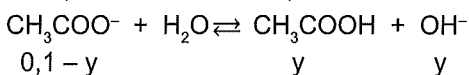
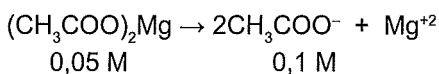
$$0,2-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad \qquad x$$

$\text{pH} = 2,5 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} = x$

$K_a = 5 \cdot 10^{-5}$

mol	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,4	0,2	–
α/π	0,4	0,2	0,2
τελ	–	–	0,2

$[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}] = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ M}$



$K_b = \frac{y^2}{0,1} \rightarrow y = \sqrt{K_b \cdot 0,1} = [\text{OH}^-]$

$\text{pH} = 8 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8} \text{ M}$. Ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_w \rightarrow 10^{-8} \sqrt{K_b \cdot 0,1} = K_w$
 $\rightarrow 10^{-16} \cdot K_b \cdot 0,1 = K_w^2 \rightarrow 10^{-16} \cdot \frac{K_w}{K_a} \cdot 0,1 = K_w^2 \rightarrow 10^{-16} \frac{1}{5 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,1 = K_w \rightarrow$

$K_w = 2 \cdot 10^{-13}$

Άρα $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

ΘΕΜΑ Δ

α) 1^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

Έστω V L ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος ΚΟΗ 0,2 Μ.

mol	CH ₃ COOH + ΚΟΗ → CH ₃ COOK + H ₂ O		
αρχ	0,2	0,2V	-
α/π	-0,2V	-0,2V	+0,2V
τελ	0,2-0,2V	-	0,2V

Για να προκύψει ΡΔ πρέπει το ΚΟΗ να αντιδράσει πλήρως.

Έχω ΡΔ με $[CH_3COOH] = \frac{n}{V} = \frac{0,2-0,2V}{V_{τελ}} = C_{οξ}$

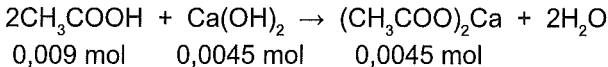
$[CH_3COOK] = [CH_3COO^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{V_{τελ}} = C_{βασ}$

Ισχύει για το ΡΔ: $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{οξ}}{C_{βασ}} \rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \rightarrow V = 0,5 L$

β) 2^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

Σε 2 L διαλύματος περιέχονται 0,2 mol CH₃COOH
0,09 L x = ; x = 0,009 mol CH₃COOH

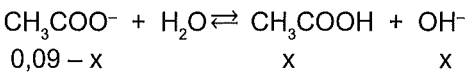
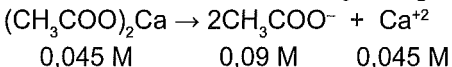
Στο ισοδύναμο το οξύ και η βάση εξουδετερώνονται πλήρως.



Αντέδρασαν 0,0045 mol Ca(OH)₂. Άρα για το: Ca(OH)₂: $C = \frac{n}{V} \rightarrow V = 0,01 L$

Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε 0,0045 mol (CH₃COO)₂Ca σε όγκο:

$0,09 + 0,01 = 0,1 L$. Άρα $[(CH_3COO)_2Ca] = \frac{n}{V} = \frac{0,0045}{0,1} = 0,045 M$



$K_b(CH_3COO^-) = 10^{-9} = \frac{x^2}{0,09} \rightarrow [OH^-] = 3 \cdot 10^{-5,5} M$

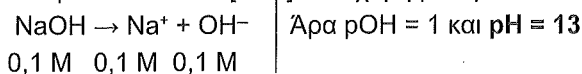
γ) 3^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

$n_{NaOH} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 mol$

mol	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COONa + H ₂ O		
αρχ	0,2	0,4	-
τελ	-	0,2	0,2

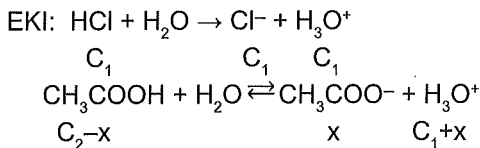
$[NaOH] = [CH_3COONa] = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{2} = 0,1 M$

ΕΚΙ με κοινό ιόν το $[\text{OH}^-]$. Η ισχυρή βάση NaOH καθορίζει το pH:



δ) 4^ο μέρος: 0,2 mol CH_3COOH

Προκύπτει ένα διάλυμα το οποίο έχει $[\text{HCl}] = C_1$ και $[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_2$

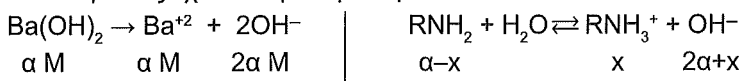


$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]x}{C_2} \rightarrow K_a = \alpha[\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ M} \quad \text{άρα } \mathbf{pH} = 0$$

Δ2) Έστω ότι το μείγμα περιέχει α mol RNH_2 και α mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$

$$m_{\text{μείγματος}} = m_{\text{RNH}_2} + m_{\text{Ba}(\text{OH})_2} \rightarrow 20,2 = \alpha(14v + 17) + 171\alpha \quad (1)$$

Οι δύο βάσεις έχουν συγκέντρωση α M



$$[\text{OH}^-] = 2\alpha + x \approx 2\alpha = 0,2 \rightarrow \alpha = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Επίσης: } K_b = 10^{-4} = \frac{0,2x}{0,1} \rightarrow x = 5 \cdot 10^{-5}$$

Στο μείγμα περιέχονται $\alpha = 0,1$ mol RNH_2 και $0,1$ mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$:

$$(1) \rightarrow 20,2 = 0,1(14v + 17) + 0,1 \cdot 171 \rightarrow v = 1$$

Άρα **MT** \rightarrow **CH_3NH_2**

$$\text{Επίσης } \alpha_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{x}{\alpha} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{0,1} \quad \text{Άρα } \alpha_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 5 \cdot 10^{-4}$$

Κεφάλαιο 5^ο : Ιοντική Ισορροπία

19^ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Λύσεις

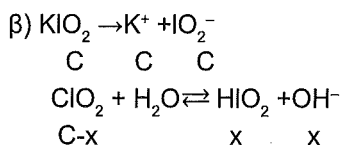
ΘΕΜΑ Α

A1) δ A2) β A3) α A4) δ A5) α

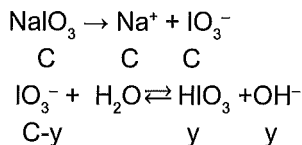
ΘΕΜΑ Β

B1) α) Στο οξύ HIO_3 τα περισσότερα άτομα Ο προκαλούν αθροιστικά ισχυρότερο -I επαγωγικό φαινόμενο.

Έτσι ο δεσμός O-H πολώνεται ισχυρά, το H^+ αποσπάται ευκολότερα, και το οξύ HIO_3 είναι ισχυρότερο.



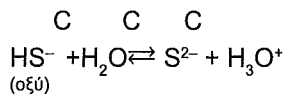
$$x = \sqrt{K_{b1} \cdot C}$$



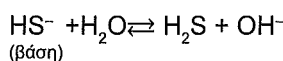
$$y = \sqrt{K_{b2} \cdot C}$$

$K_a: \text{HIO}_3 > \text{HIO}_2 \rightarrow K_b: \text{IO}_3^- < \text{IO}_2^- \rightarrow [\text{OH}^-]: \text{NaIO}_3 < \text{KIO}_2 \rightarrow \text{pH}: \text{NaIO}_3 < \text{KIO}_2$

B2) α) $\text{KHS} \rightarrow \text{K}^+ + \text{HS}^-$



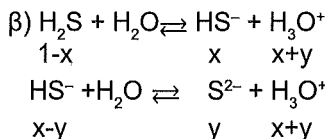
$$K_a(\text{HS}^-) = K_{a2} = 10^{-13}$$



$$K_b(\text{HS}^-) = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}$$

Επειδή $K_a(\text{HS}^-) < K_b(\text{HS}^-) \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

Άρα, το υδατικό διάλυμα **KHS** είναι **βασικό**.



Επειδή $K_{a2} \gg K_{a1}$, το δεύτερο στάδιο ιοντισμού παρέχει πολύ μικρότερη ποσότητα H_3O^+ σε σχέση με το πρώτο στάδιο δηλαδή $x \gg y$. Άρα: $[\text{H}_3\text{O}^+] = x+y \approx x$
 Οπότε από το πρώτο στάδιο ιοντισμού προκύπτει: $K_{a1} = \frac{x(x+y)}{1-x} \approx \frac{x \cdot x}{1} = 10^{-7} \rightarrow \text{pH} = 3,5$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) Στο σημείο Α έχουν προστεθεί $\frac{n}{2}$ mol KOH.

mol	HA + KOH → KA + H ₂ O		
αρχ	n	$\frac{n}{2}$	—
τελ	$\frac{n}{2}$	—	$\frac{n}{2}$

$$[HA] = \frac{\frac{n}{2}}{V} = C_{\text{οξ}}$$

$$[KA] = [A^-] = \frac{\frac{n}{2}}{V} = C_{\text{βασ}}$$

Ισχύει: $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow K_a(\text{HA}) = 10^{-5}$

β) Στο ισοδύναμο σημείο έχουν προστεθεί:

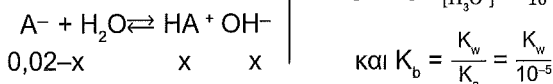
$$n_{\text{KOH}} = C \cdot V = 0,04 \cdot 0,02 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol KOH}$$

mol	HA + KOH → KA + H ₂ O		
αρχ	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	—
τελ	—	—	$8 \cdot 10^{-4}$

$$C_{\text{KA}} = \frac{n}{V} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,04} = 0,02 \text{ M}$$


$$\text{A}^-: K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0,02} \quad (1)$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_w}{10^{-9}} \quad (2)$$



$$\text{και } K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{K_w}{10^{-5}}$$

άρα στους θ °C από (1) (2) και (3) έχουμε $K_w = 2 \cdot 10^{-15} < 10^{-14}$

οπότε η K_w ελαττώνεται με ελάττωση της θερμοκρασίας. Άρα $\theta < 25^\circ\text{C}$

γ) Θα προέκυπτε και πάλι η σχέση (1) στους 25 °C αυτή τη φορά.

25°C: $K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0,02}$. Στους 25 °C είναι: $K_a(\text{HA}) > 10^{-5}$ οπότε $\text{A}^-: K_b < 10^{-9}$

$$\text{Άρα } \frac{[\text{OH}^-]^2}{0,02} < 10^{-9} \rightarrow [\text{OH}^-] < 10^{-5} \sqrt{0,02}$$

$$[\text{OH}^-] < 10^{-5} [\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-9} \text{ και } \text{pH} < 9$$

Γ2) Στο ΡΔ ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \rightarrow 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4} \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \rightarrow [\text{A}^-] = 4[\text{HA}] \quad (1)$

Μετά την ανάμειξη για το ΡΔ που προκύπτει ισχύει:

$$[\text{HA}] = \frac{V_1}{V_1 + V_2} \text{ και } [\text{NaA}] = [\text{A}^-] = \frac{V_2}{V_1 + V_2}$$

$$(1) \rightarrow \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \frac{4V_1}{V_1 + V_2} \rightarrow V_2 = 4V_1$$

Χρησιμοποιούμε όλο τον όγκο V_2 (1 L) και $V_1 = \frac{V_2}{4} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ L}$

Συνολικά προκύπτουν $1 + 0,25 = 1,25 \text{ L}$ ρυθμιστικού διαλύματος

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Όταν έχουν προστεθεί 25 mL διαλύματος HCl έχουμε:

mol	HCl + CH ₃ NH ₂ → CH ₃ NH ₃ Cl		
αρχ	$\frac{5n}{6}$	n	—
α/π	$-\frac{5n}{6}$	$-\frac{5n}{6}$	$-\frac{5n}{6}$
τελ	—	$\frac{n}{6}$	$\frac{5n}{6}$

Στο ΡΔ που προκύπτει οι συγκεντρώσεις των συστατικών είναι:

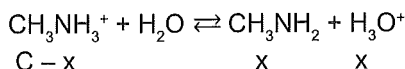
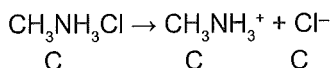
$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{\frac{n}{6}}{V} = C_{\beta\alpha\sigma}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = \frac{\frac{5n}{6}}{V} = C_{\alpha\epsilon}$$

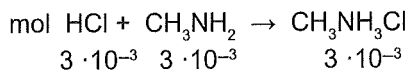
$$\text{Ισχύει: } [\text{OH}^-] = K_b \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\epsilon}} \rightarrow 10^{-4} = K_b \frac{\frac{\frac{n}{6}}{V}}{\frac{\frac{5n}{6}}{V}} \rightarrow K_b = 5 \cdot 10^{-4}$$

β) Έστω C η συγκέντρωση του άλατος στο ισοδύναμο σημείο.

$$\text{pH}_{\text{I}_2} = 6 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} = x$$



$$\begin{aligned} K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) &= \frac{x^2}{C} \rightarrow \frac{1}{5} \cdot 10^{-10} = \frac{(10^{-6})^2}{C} \rightarrow \\ &\rightarrow C = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \end{aligned}$$

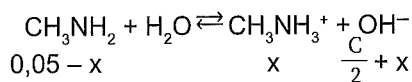
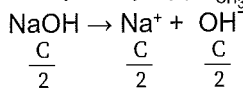


Αρα, στο διάλυμα Y₁ περιέχονταν 3 · 10⁻³ mol CH₃NH₂ σε όγκο 0,03 L με συγκέντρωση

$$C = \frac{n}{V} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,03} \text{ Οπότε } C = 0,1 \text{ M}$$

Επίσης για το διάλυμα Y₂ υπήρχαν 3 · 10⁻³ mol HCl που περιέχονταν σε 0,03 L με συγκέντρωση C = 0,1 M

Δ2) Μετά την ανάμειξη C_{CH₃NH₂} = 0,05 M και C_{NaOH} = $\frac{C}{2}$ M



$$\text{pH} = 12 \rightarrow \text{pOH} = 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{C}{2} + x \approx \frac{C}{2} = 10^{-2} \rightarrow C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{Επίσης: } K_b = \frac{x[\text{OH}^-]}{0,05} \rightarrow 5 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} x}{0,05} \rightarrow x = 25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{Αρα } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} \text{ ή } \alpha = 5 \cdot 10^{-2}$$

2

α) ${}_{15}\text{P}^{3-}$, ${}_{17}\text{Cl}^{-}$, ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ είναι ισοηλεκτρονιακά ιόντα. Το ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο και μικρότερη ατομική ακτίνα.

Ατομική ακτίνα: ${}_{15}\text{P}^{3-} > {}_{17}\text{Cl}^{-} > {}_{20}\text{Ca}^{2+}$

ii) Τα ιόντα ${}_{8}\text{O}^{2-}$ και F^{-} είναι ισοηλεκτρονιακά. Το ${}_{9}\text{F}^{-}$ έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο και μικρότερη ατομική ακτίνα. Το ${}_{9}\text{F}^{-}$ έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το ${}_{8}\text{O}^{2-}$.

Ατομική ακτίνα: ${}_{8}\text{O}^{2-} > {}_{9}\text{F}^{-} > {}_{9}\text{F}$

β) ${}_{12}\text{Mg}^{+2}(\text{g}) \xrightarrow{-1\text{e}^{-}} {}_{12}\text{Mg}^{+3}(\text{g}) \quad E_1(3) \quad | \quad {}_{13}\text{Al}^{+2}(\text{g}) \xrightarrow{-1\text{e}^{-}} {}_{13}\text{Al}^{+3}(\text{g}) \quad E_1(3)$
 Το ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ έχει δομή ευγενούς αερίου και μεγαλύτερη $E_1(3)$.

γ) ${}_{19}\text{K} : \dots 4s^1$ και ${}_{11}\text{Na} : \dots 3s^1$

Το Κ έχει περισσότερες στιβάδες, και ο πυρήνας του συγκρατεί ασθενώς τα ηλεκτρόνια, οπότε δίνει πιο εύκολα ηλεκτρόνια. Άρα, **το Κ έχει μεγαλύτερη ηλεκτροθετικότητα.**

δ) ${}_{17}\text{Cl} : \dots 3s^2 3p^5$ και ${}_{14}\text{Si} : \dots 3s^2 3p^2$

Το ${}_{17}\text{Cl}$ και το ${}_{14}\text{Si}$ έχουν ίσες στιβάδες. Το Cl έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό (Z) και μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Έτσι έλκει ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια στις ομοιοπολικές ενώσεις που σχηματίζει. Επομένως **το Cl έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα.**

ΘΕΜΑ Δ

α) Τα Α και Β είναι αλκαλικές γαίες, αφού $E_1(3) \gg E_1(2)$. Το Α ανήκει στην 3^η περίοδο, άρα το Β πρέπει να ανήκει στην 2^η περίοδο για να μπορεί να έχει μεγαλύτερη $E_1(1)$ από το Α. Οπότε τα στοιχεία είναι: ${}_{12}\text{A} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ και ${}_{4}\text{B} : 1s^2 2s^2$

β) Το Α έχει περισσότερες στιβάδες και **μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.**

γ) $\text{AO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{A}(\text{OH})_2$

δ) $\text{B} \rightarrow \text{B}^{+} + \text{e}^{-} \quad E_1(3) = 550 \text{ kJ}$

$\text{B}^{+} \rightarrow \text{B}^{2+} + \text{e}^{-} \quad E_1(2) = 750 \text{ kJ}$

$\text{B} \rightarrow \text{B}^{2+} + 2\text{e}^{-} \quad E_{\text{ολ}} = 1300 \text{ kJ}$

Επομένως για τον ιοντισμό N_{A} ατόμων $\text{B} \rightarrow \text{B}^{2+}$ απαιτούνται 1300 kJ.

ενώ για τον ιοντισμό ενός ατόμου $\text{B} \rightarrow \text{B}^{2+}$ απαιτούνται $E =$;

$$E = \frac{1300}{N_{\text{A}}} \text{ kJ}$$

ε) ${}_{12}\text{A}^{2+} \xrightarrow{-1\text{e}^{-}} {}_{12}\text{A}^{3+} \quad E_1(3)$ και ${}_{4}\text{B}^{2+} \xrightarrow{-1\text{e}^{-}} {}_{4}\text{B}^{3+} \quad E_1(3)$

Τα δύο ιόντα ${}_{12}\text{A}^{2+}$ και ${}_{4}\text{B}^{2+}$ έχουν δομή ευγενούς αερίου. Όμως το ${}_{4}\text{B}^{2+}$ έχει λιγότερες στιβάδες και ο πυρήνας του συγκρατεί ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για να αποσπαστεί ένα ηλεκτρόνιο από το ιόν ${}_{4}\text{B}^{2+}$. Άρα **$E_1(3): \text{B} > \text{A}$.**

Κεφάλαιο 6^ο : Περιοδικός Πίνακας
21^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) β A2) γ A3) δ A4) β A5) α

ΘΕΜΑ Β

B1) α) ${}_9\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^5$ 2^η περίοδος, p τομέας, 17^η ομάδα
β) ${}_{22}\text{X}: [\text{Ar}]3d^2 4s^2$ 4^η περίοδος, d τομέας, 4^η ομάδα
γ) ${}_{36}\text{X}: \dots 4s^2 4p^6$ 4^η περίοδος, p τομέας, 18^η ομάδα
δ) ${}_{13}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 3^η περίοδος, p τομέας, 13^η ομάδα
ε) ${}_{58}\text{X}: \dots 4f^2 5p^6 6s^2$ 6^η περίοδος, f τομέας, 3^η ομάδα

B2) α) **Σωστό.** Τα στοιχεία της 14^{ης} ομάδας έχουν δομή εξωτερικής στιβάδας $ns^2 np^2$ με δύο μονήρη ηλεκτρόνια.

β) **Σωστό.** Στο ${}_3\text{Li}^{2+}$ υπάρχει μόνο ένα ηλεκτρόνιο. Δεν υπάρχουν απώσεις μεταξύ ηλεκτρονίων, οπότε η ενέργεια μιας υποστιβάδας διαμορφώνεται μόνο από το n και όχι από το l.

γ) **Λάθος.** ${}_{11}\text{Na}: \dots 3s^1$ και ${}_{12}\text{Mg}: \dots 3s^2$

Τα δύο στοιχεία έχουν ίδιες στιβάδες. Όμως το ${}_{12}\text{Mg}$ έχει μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Έτσι ο πυρήνας του Mg έλκει ισχυρά τα ηλεκτρόνια και απαιτείται περισσότερη ενέργεια για να αποσπαστεί ένα ηλεκτρόνιο.

δ) **Λάθος.** ${}_{17}\text{Cl}: \dots 3s^2 3p^5$, ${}_{17}\text{Cl}^-: \dots 3s^2 3p^6$

Τα δύο σωματίδια έχουν ίδιες στιβάδες και ίδιο ατομικό αριθμό.

Όμως το ${}_{17}\text{Cl}^-$ έχει περισσότερα ηλεκτρόνια, τα οποία απωθούνται λόγω του όμοιου φορτίου τους. Έτσι η ατομική ακτίνα του ${}_{17}\text{Cl}^-$ είναι μεγαλύτερη.

B3) ${}_{19}\text{X}: \dots 4s^1$ (1^η ομάδα)

${}_{21}\text{X}: \dots 3d^1 4s^2$ (3^η ομάδα)

${}_{29}\text{X}: \dots 3d^{10} 4s^1$ (11^η ομάδα)

${}_{31}\text{X}: \dots 4s^2 4p^1$ (13^η ομάδα)

${}_{35}\text{X}: \dots 4s^2 4p^5$ (17^η ομάδα)

34) α) 8 ηλεκτρόνια : $(2,0,0, \pm \frac{1}{2})$ $(2,1,-1, \pm \frac{1}{2})$ $(2,1,0, \pm \frac{1}{2})$ $(2,1,1, \pm \frac{1}{2})$

β) 10 ηλεκτρόνια: $(6,2,-2, \pm \frac{1}{2})$ $(6,2,-1, \pm \frac{1}{2})$ $(6,2,0, \pm \frac{1}{2})$ $(6,2,1, \pm \frac{1}{2})$ $(6,2,2, \pm \frac{1}{2})$

γ) $n = 4 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = \pm \frac{1}{2} \quad (4,1,1, \pm \frac{1}{2})$

$n = 4 \quad \ell = 2 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = \pm \frac{1}{2} \quad (4,2,1, \pm \frac{1}{2})$

$n = 4 \quad \ell = 3 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = \pm \frac{1}{2} \quad (4,3,1, \pm \frac{1}{2})$

ΘΕΜΑ Γ

1) α) ${}_{15}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας: $(3,0,0, +\frac{1}{2})$, $(3,0,0, -\frac{1}{2})$, $(3,1,0, +\frac{1}{2})$, $(3,1,-1, +\frac{1}{2})$, $(3,1,1, +\frac{1}{2})$

β) Το αλογόνο της ίδιας περιόδου θα έχει δομή εξωτερικής στιβάδας:.... $3s^2 3p^5$

Τα δύο στοιχεία έχουν ίδιες στιβάδες. Όμως το αλογόνο έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό και μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Έτσι έλκει ισχυρά τα ηλεκτρόνια, οπότε η **ατομική ακτίνα του αλογόνου είναι μικρότερη.**

γ) Το αλκάλιο της ίδιας περιόδου έχει δομή εξωτερικής στιβάδας:.... $3s^1$

Τα δύο στοιχεία έχουν ίδιες στιβάδες. Όμως το X έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό και μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Έλκει έτσι ισχυρά τα ηλεκτρόνια, οπότε απαιτείται περισσότερη ενέργεια για την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου. **Οπότε το X έχει μεγαλύτερη $E_i(1)$.**

2) α) ${}_{20}\text{X}: \dots 4s^2$

γ) ${}_{7}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^3$

β) ${}_{6}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^2$

δ) ${}_{24}\text{X}: \dots 3d^5 4s^1$

3) α) $1s^2 2s^2 2p^3$ β) $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^3$ γ) $[\text{Ne}]3s^2 3p^5$

4) ${}_{33}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

$\ell = 2$ 10 ηλεκτρόνια

$m_\ell = -1$ 7 ηλεκτρόνια

$m_s = \frac{1}{2}$ 18 ηλεκτρόνια ή 15 ηλεκτρόνια αν τα ηλεκτρόνια της 4p έχουν φορά προς τα κάτω.

ΘΕΜΑ Δ

- α) ${}_{11}\text{A}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (1^η ομάδα, τομέας s, 3^η περίοδος)
 ${}_{12}\text{Γ}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (2^η ομάδα, τομέας s, 3^η περίοδος) $E_i(3) > E_i(2)$
 ${}_{16}\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ (16^η ομάδα, τομέας p, 3^η περίοδος)

β) i. Ατομική ακτίνα A > ατομική ακτίνα Γ > ατομική ακτίνα Β

Πηγαίνοντας προς τα δεξιά σε μια περίοδο η ατομική ακτίνα μειώνεται λόγω αύξησης του δραστικού πυρηνικού φορτίου και της ισχυρής έλξης των ηλεκτρονίων

ii. ${}_{11}\text{A}^+: 1s^2 2s^2 2p^6$ ${}_{12}\text{Γ}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6$

Τα σωματίδια έχουν ίδιες στιβάδες, όμως το ${}_{12}\text{Γ}^{2+}$ έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο και μικρότερη ατομική ακτίνα λόγω της ισχυρότερης έλξης των ηλεκτρονίων.

iii. ${}_{16}\text{B}^-: \dots 3s^2 3p^5$. Το Β και το B^- έχουν ίδιες στιβάδες και ίδιο ατομικό αριθμό. Όμως το B^- έχει περισσότερα ηλεκτρόνια τα οποία απωθούνται λόγω του όμοιου φορτίου τους. Έτσι το B^- έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.

γ) Το Α έχει μεγαλύτερη $E_i(2)$ γιατί κατά τον 2^ο ιοντισμό το ηλεκτρόνιο αποσπάται από το ιόν A^+ το οποίο έχει δομή ευγενούς αερίου.

δ) ${}_{3}\text{Δ}: 1s^2 2s^1$ Για να έχει τις ίδιες ιδιότητες πρέπει να είναι αλκάλιο, και για να έχει μεγαλύτερη $E_i(1)$ πρέπει να έχει λιγότερες στιβάδες. Δηλαδή θα βρίσκεται στην 2^η περίοδο.

${}_{17}\text{E}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ Πρέπει να είναι αλογόνο για να έχει την μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα.

ε) Για να ιοντιστούν 1 mol ατόμων Γ, δηλαδή N_A άτομα, σε Γ^{2+} απαιτούν 2188 kJ

$$\text{Για ένα άτομο Γ απαιτεί } E = \frac{2188}{N_A} \text{ KJ}$$

$$\text{Γ} \rightarrow \text{Γ}^+ + e^- \quad E_i(1) = 738 \text{ kJ}$$

$$\text{Γ}^+ \rightarrow \text{Γ}^{2+} + e^- \quad E_i(2) = 1450 \text{ kJ}$$

$$\text{Γ} \rightarrow \text{Γ}^{2+} + 2e^- \quad E_{\text{ολ}} = E_i(1) + E_i(2) = 2188 \text{ kJ}$$

Κεφάλαιο 6^ο : Περιοδικός Πίνακας
22^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) β A2) β A3) α A4) α A5) γ

ΘΕΜΑ Β

B1) α) Είναι: $E_i(2) \gg E_i(1)$ Άρα, το A ανήκει στην 1^η ομάδα.

β) A: ... $3s^1$ άρα $Z=11$

γ) A_2O (βασικό οξειδίο)

δ) $n_A = 0,4 \text{ mol A}$

$A \xrightarrow{-2e} A^{2+}$ $E_{ολ} = E_i(1) + E_i(2) = 500 + 6000 = 6500 \text{ kJ/mol}$

1 mol ατόμων A για να μετατραπούν σε A^{2+} απαιτούν 6500 kJ

0,4 mol ατόμων A

$E = 0,4 \cdot 6500 = 2600 \text{ kJ}$

B2) α) $_{11}A: \dots 3s^1$

$_{15}B: \dots 3s^2 3p^3$

$_{17}Γ: \dots 3s^2 3p^5$

β) Το B έχει πέντε ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα:

$(3,0,0, \frac{1}{2})$ $(3,0,0, -\frac{1}{2})$

$(3,1,1, \frac{1}{2})$ $(3,1,0, \frac{1}{2})$ $(3,1,-1, \frac{1}{2})$

γ) Το στοιχείο B είναι το περισσότερο παραμαγνητικό, αφού έχει τα περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια (3).

B3) $_{19}A: \dots 4s^1$

$_{6}B: 1s^2 2s^2 2p^2$

$_{30}Γ: \dots 3d^{10} 4s^2$ (θα ανήκει στην 4^η περίοδο και 12^η ομάδα)

$_{38}Δ: \dots 5s^2$ (αν αποβάλει δύο ηλεκτρόνια θα γίνει ισοηλεκτρονικό με το ευγενές αέριο της 4^η περιόδου που έχει $Z=36$)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) ${}_5\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^1 \rightarrow 2^{\text{η}}$ περίοδος, $13^{\text{η}}$ ομάδα.

${}_4\text{Be}: 1s^2 2s^2 \rightarrow 2^{\text{η}}$ περίοδος, $2^{\text{η}}$ ομάδα.

β) Το Be βρίσκεται πιο αριστερά στην $2^{\text{η}}$ περίοδο και έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.

γ) Το B γιατί έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

δ) Στο διάγραμμα παρατηρούμε ότι ισχύει $E_i(4) \gg E_i(3)$

Το διάγραμμα αναφέρεται στο B, γιατί κατά τον $4^{\text{ο}}$ ιοντισμό το ηλεκτρόνιο αποσπάται από ιόν (B^{3+}) το οποίο έχει δομή ευγενούς αερίου. Άρα, η ενέργεια $E_i(4)$ που πρέπει να δοθεί για την απόσπαση του ηλεκτρονίου πρέπει να είναι πολύ μεγάλη.

Γ2) Από τη σχέση $|\Delta E| = \frac{hc}{\lambda}$ προκύπτει ότι τα μεγέθη $|\Delta E|$ και λ είναι αντιστρόφως ανάλογα.

Ισχύει: $|\Delta E_{\text{NK}}| > |\Delta E_{\text{NL}}|$ άρα $\lambda_{\text{NK}} < \lambda_{\text{NL}}$

Αφού το λ_{NL} ανήκει στην ορατή περιοχή το λ_{NK} , θα ανήκει στην υπεριώδη περιοχή.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Τα ιόντα ${}_9\text{F}^-$ και ${}_{11}\text{Na}^+$ είναι ισοηλεκτρονιακά με κοινή δομή $1s^2 2s^2 2p^6$ και έχουν ίδιες στιβάδες. Όμως το ${}_{11}\text{Na}^+$ έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό και μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Ο πυρήνας του έλκει ισχυρά τα ηλεκτρόνια και η ατομική ακτίνα του ${}_{11}\text{Na}^+$ είναι μικρότερη.

β) Το ${}_{24}\text{Cr}: \dots 3d^5 4s^1$.

γ) ${}_{26}\text{Fe}^{+2}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

δ) Το Cl.

ε) Το Al.

στ) Το ${}_3\text{Li}^{2+}$ έχει ένα ηλεκτρόνιο. Άρα, δεν υπάρχουν απώσεις μεταξύ ηλεκτρονίων, και έτσι ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός δεν διαμορφώνει την ενέργεια της υποστιβάδας η οποία καθορίζεται μόνο από το n. Έτσι $E_{2s} = E_{2p}$ (υδρογονοειδές ιόν).

ζ) ${}_{29}\text{Cu}: \dots 3d^{10} 4s^1$ δέκα ηλεκτρόνια έχουν $\ell = 2$.

η) Το Li και το Na είναι αλκάλια με πολύ μεγάλες $E_i(2)$. Όμως το Li έχει λιγότερες στιβάδες, ο πυρήνας έλκει ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια, οπότε κι η ενέργεια που πρέπει να δοθεί για να αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο κατά τον $2^{\text{ο}}$ ιοντισμό είναι μεγαλύτερη. Άρα $E_i(2): \text{Li} > \text{Na}$

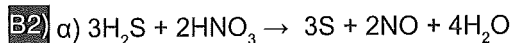
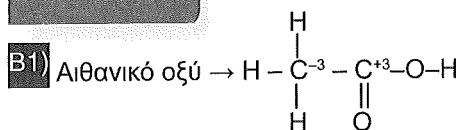
Δ2) Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού μεγαλώνει από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου. Έτσι τα δύο στοιχεία, αφού είναι διαδοχικά, δεν μπορούν να ανήκουν στην ίδια περίοδο. Άρα, το X είναι το τελευταίο στοιχείο (ευγενές αέριο) της $3^{\text{ης}}$ περιόδου με δομή ${}_{18}\text{X}: \dots 3s^2 3p^6$. Το Ψ είναι αλκάλιο της $4^{\text{ης}}$ περιόδου με δομή ${}_{19}\text{Ψ}: \dots 4s^1$.

Κεφάλαιο 7^ο : Οξειδοαναγωγή
23^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) γ A2) γ A3) β A4) α A5) α

ΘΕΜΑ Β



β) Ο αριθμός οξειδωσης του S αυξάνεται από -2 σε 0 . Άρα, το H_2S είναι το αναγωγικό.

γ) $n_{\text{HNO}_3} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ mol}$, $n_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{V}{22,4} = 0,3 \text{ mol H}_2\text{S}$ (έλλειμμα)

mol	$3\text{H}_2\text{S}$	2HNO_3	3S	2NO	$4\text{H}_2\text{O}$	$V_{\text{NO}} = 0,2 \cdot 22,4$ Άρα $V_{\text{NO}} = 4,48 \text{ L}$
αρχ	0,3	4	–	–		
α/π	$-0,3$	$-0,2$	$+0,3$	$+0,2$		
τελ	–	3,8	0,3	0,2		

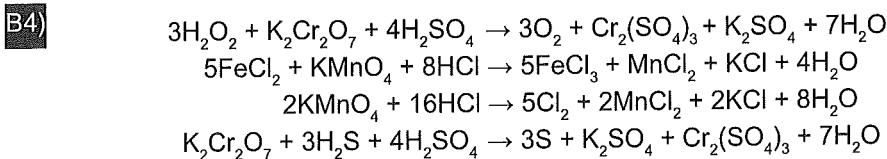
B3) α) **Σωστό.** Στο άτομο του Ca αυξάνεται ο αριθμός οξειδωσης από 0 σε $+2$. Άρα, είναι αναγωγικό.

β) **Λάθος.** Από τα 8 άτομα N στο HNO_3 μόνο στα 2 (αυτά που μετατρέπονται σε NO) μειώνεται ο αριθμός οξειδωσης του N από 5 σε $+2$ άρα ανάγονται.

γ) **Σωστό.**

Ca: $3 \times 2 = 6$

N: $2 \times 3 = 6$

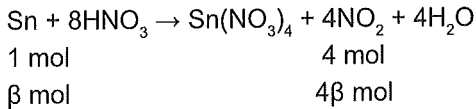
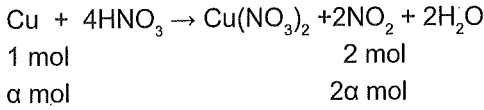


ΘΕΜΑ Δ

Δ1) Έστω ότι στα 12,62 g κράματος περιέχονται α mol Cu και β mol Sn.

$$m_{\text{κράματος}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{Sn}} \rightarrow 12,62 = \alpha \cdot 63,5 + \beta \cdot 119 \quad (1)$$

$$\text{NO}_2: n = \frac{V}{22,4} = 0,4 \text{ mol}$$



$$\text{NO}_2: n_{\text{ολ}} = 0,4 \rightarrow 2\alpha + 4\beta = 0,4 \quad (2)$$

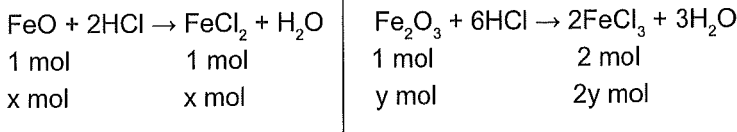
Από (1) και (2) προκύπτει α = 0,18 mol Cu και β = 0,01 mol Sn

Άρα $m_{\text{Sn}} = n \cdot A_r = 0,01 \cdot 119 = 1,19 \text{ g}$

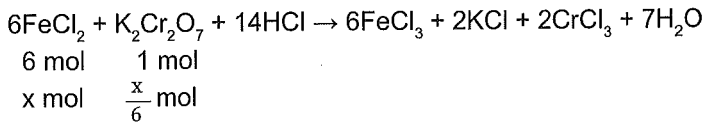
Οπότε σε 12,62 g κράματος περιέχονται 1,19 g Sn Άρα $x = 9,43 \%$ w/w περιεκτικότητα σε Sn σε 100 g $x =$;

Δ2) Έστω ότι το μείγμα περιέχει x mol FeO και y mol Fe₂O₃. Ισχύει:

$$m_{\text{μείγματος}} = m_{\text{FeO}} + m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \rightarrow 2,32 = x \cdot 72 + y \cdot 160 \quad (1)$$



Ο FeCl₃ δεν μπορεί να οξειδωθεί από το διάλυμα K₂Cr₂O₇. Οξειδώνεται μόνο ο FeCl₂.



$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7: n = C \cdot V \rightarrow \frac{x}{6} = \frac{1}{6} \cdot 0,01 \rightarrow x = 0,01 \text{ mol FeO}$$

$$\text{Άρα (1)} \rightarrow y = 0,01 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

24^ο Κριτήριο Αξιολόγησης

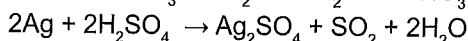
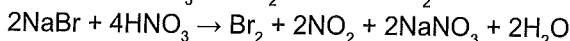
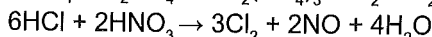
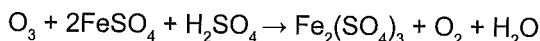
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

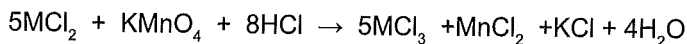
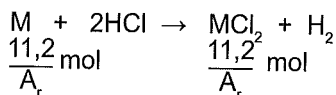
Α1) δ Α2) γ Α3) γ Α4) β Α5) β

ΘΕΜΑ Β

- B1)** α) **Σωστό.** Τα μέταλλα σε ελεύθερη κατάσταση έχουν αριθμό οξείδωσης μηδέν. Είναι ηλεκτροθετικά στοιχεία κι έτσι αυξάνουν τον αριθμό οξείδωσής τους, δρώντας ως αναγωγικά.
- β) **Λάθος.** Το S στην ένωση H_2SO_3 έχει αριθμό οξείδωσης +4. Έτσι μπορεί να δράσει και ως αναγωγικό αυξάνοντας τον αριθμό οξείδωσής του, αλλά και ως οξειδωτικό μειώνοντας τον αριθμό οξείδωσής του.
- γ) **Λάθος.** Στην ένωση $CaOCl_2 \rightarrow [Ca^{+2}] [Cl^-] [ClO^-]$ μόνο το ένα άτομο Cl (αυτό που συμμετέχει στο ιόν ClO^-) μεταβάλλει τον αριθμό οξείδωσής του κατά δύο μονάδες (από +1 σε -1) όταν μετατρέπεται σε $CaCl_2$. Το άλλο άτομο χλωρίου δεν μεταβάλλει τον αριθμό οξείδωσής του.

B2)

$$\text{B3) } M: n = \frac{m}{A_r} = \frac{11,2}{A_r} \text{ mol}$$



$$5 \text{ mol} \qquad 1 \text{ mol}$$

$$\frac{11,2}{A_r} \text{ mol} \quad x = ;$$

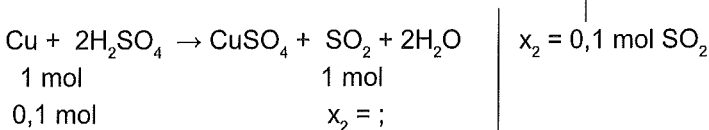
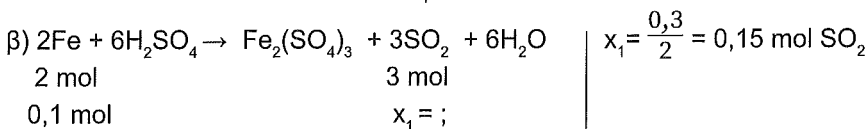
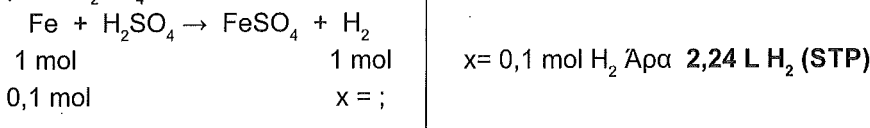
$$KMnO_4: n = 0,04 \text{ mol} \quad \text{ή} \quad \frac{11,2}{5A_r} = 0,04 \quad \text{Άρα } A_r = 56$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Έστω ότι το κράμα περιέχει α mol Fe και α mol Cu.

$$m_{\text{κράματος}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Cu}} \rightarrow 11,95 = \alpha \cdot 56 + \alpha \cdot 63,5 \rightarrow \alpha = 0,1 \text{ mol}$$

Ο Cu είναι λιγότερο δραστικό στοιχείο του H στην σειρά δραστικότητας, άρα δεν αντιδρά με το H_2SO_4 .



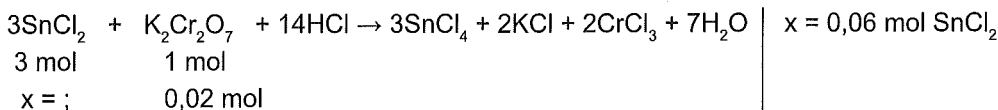
Άρα, προκύπτουν συνολικά 0,25 mol SO_2 και καταλαμβάνουν όγκο **5,6 L SO_2** .

Γ2) $n_{\text{SnCl}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{380}{190} = 2 \text{ mol}$. Γίνεται η αντίδραση του SnCl_2 και KMnO_4 στην οποία πρέπει το

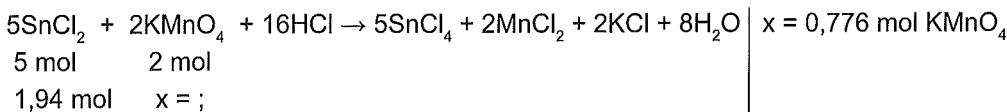
SnCl_2 να είναι σε περίσσεια για να μπορεί να οξειδώνεται στην συνέχεια με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Η ποσότητα του SnCl_2 που περισσεύει αντιδρά με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7: n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ mol}$$



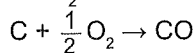
Άρα, στην αντίδραση του SnCl_2 με το KMnO_4 αντέδρασαν: $2 - 0,06 = 1,94 \text{ mol SnCl}_2$



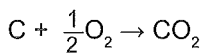
$$\text{KMnO}_4: C = \frac{n}{V} = \frac{0,776}{0,4} \text{ Άρα } C = 1,94 \text{ M}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) $n_c = \frac{12}{12} = 1 \text{ mol}$. Έστω από το 1 mol C τα x mol C μετατράπηκαν σε CO και τα y mol σε CO₂.



x mol x mol



y mol y mol

Με KMnO₄ οξειδώνεται μόνο το CO.



2 mol 5 mol

$\frac{2x}{5}$ mol x mol

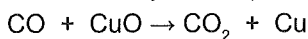
$$\text{KMnO}_4: n = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 = \frac{2x}{5} \rightarrow x = 0,25 \text{ mol}$$

Άρα από το 1 mol C τα 0,25 mol μετατράπηκαν σε CO

100 mol x = ;

Το ποσοστό μετατροπής του C σε CO είναι 25%.

β. Το CuO θα οξειδώσει μόνο τα 0,25 mol CO



1 mol 1 mol

0,25 mol x = ;

x = 0,25 mol CuO

CuO: m = 19,875 g CuO

Δ2) α) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$

β) $n_{\text{I}_2} = C \cdot V \rightarrow n_{\text{I}_2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Άρα: $n_{\text{SO}_2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ και $c_{\text{SO}_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

Περιεκτικότητα σε SO₂ = $2 \cdot 10^{-3} \cdot 64$ ή 128 mg/L

Επομένως είναι εντός προδιαγραφών.

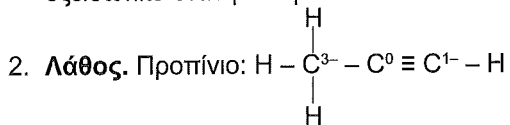
Κεφάλαιο 7^ο : Οξειδοαναγωγή
25^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) α A2) γ A3) α A4) β A5) δ

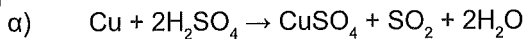
ΘΕΜΑ Β

- B1) 1. **Σωστό.** Το Cl_2 δρα ως αναγωγικό όταν μετατρέπεται σε KClO_3 , αλλά δρα και ως οξειδωτικό όταν μετατρέπεται σε KCl .



3. **Λάθος.** Στις αντιδράσεις που δεν συμμετέχουν ιοντικές ενώσεις π.χ. $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$, δεν έχουμε μετακίνηση ηλεκτρονίων.

B2)

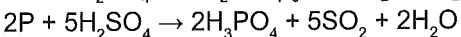
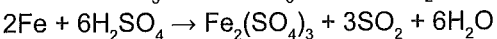
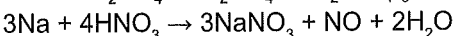
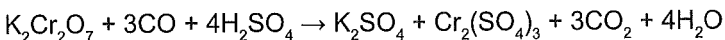


$$m_{\text{Cu}} = 0,1 \cdot 63,5 = 6,35 \text{ g}$$

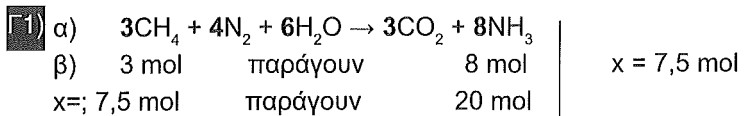
Σε 50 g δείγματος περιέχονται 6,35 g καθαρού Cu
100g $x = ;$

$$x = 12,7\% \text{ w/w καθαρότητα}$$

B3)

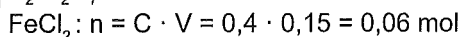
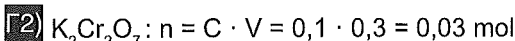
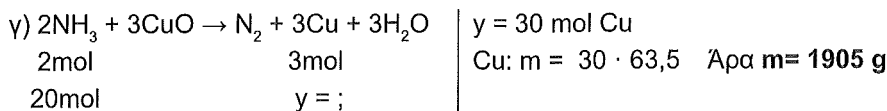


ΘΕΜΑ Γ



$$\text{CH}_4: n = \frac{V}{22,4} \rightarrow 168 \text{ L CH}_4$$

Σε 100 L φυσικό αέριο περιέχονται 80 L CH_4 | $x = 210 \text{ L φυσικού αερίου}$
 $x = ;$ 168 L

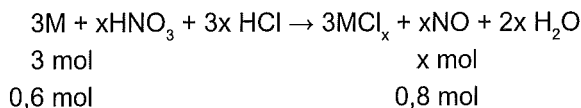
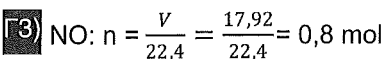


mol	$6\text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 6\text{FeCl}_3 + 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$			
αρχ	0,06	0,03	-	-
α/π	-0,06	-0,01	-	+0,02
τελ	-	0,02	-	0,02

α) Το FeCl_2 είναι το αναγωγικό (Fe: +2 \rightarrow +3)

Το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ είναι το οξειδωτικό (Cr: +6 \rightarrow +3)

β) Το διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ δεν γίνεται πράσινο, αφού δεν καταναλώθηκε όλη η ποσότητα του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Επίσης παράγονται 0,02 mol CrCl_3

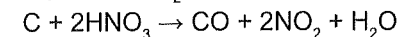


Ισχύει: $0,6x = 2,4 \text{ Άρα } \text{AO}_M = x = 4$

ΘΕΜΑ Δ

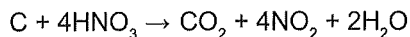
$$\Delta 1) n_C = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ mol}$$

Έστω από τα 0,5 mol C τα α mol C μετατράπηκαν σε CO και τα υπόλοιπα β mol C μετατράπηκαν σε CO₂. Ισχύει: α + β = 0,5 (1). Επίσης: $n_{\text{αερίων}} = \frac{V}{22,4} = \frac{47,04}{22,4} = 2,1 \text{ mol}$.



$$1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

$$\alpha \text{ mol} \quad \alpha \text{ mol} \quad 2\alpha \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol} \quad 4 \text{ mol}$$

$$\beta \text{ mol} \quad \beta \text{ mol} \quad 4\beta \text{ mol}$$

$$n_{\text{ολικά αερίων}} = 2,1 \rightarrow \alpha + 2\alpha + \beta + 4\beta = 2,1 \text{ ή } 3\alpha + 5\beta = 2,1 \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτουν α = 0,2 mol και β = 0,3 mol

Ποσοστό μετατροπής C σε CO = $\frac{0,2}{0,5} \cdot 100$ Άρα, **το 40% του C μετατράπηκε σε CO.**

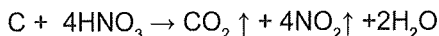
$\Delta 2)$ α) Έστω ότι στο κράμα περιέχονται α mol Fe και β mol C.

$$m_{\text{κράματος}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{C}} \rightarrow 57,2 = \alpha \cdot 56 + \beta \cdot 12 \quad (1)$$



$$1 \text{ mol} \quad 6 \text{ mol} \quad 3 \text{ mol}$$

$$\alpha \text{ mol} \quad 6\alpha \text{ mol} \quad 3\alpha \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \quad 4 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol} \quad 4 \text{ mol}$$

$$\beta \text{ mol} \quad 4\beta \text{ mol} \quad \beta \text{ mol} \quad 4\beta \text{ mol}$$

$$\beta) n_{\text{αρχ}} = C \cdot V = 10 \text{ mol } HNO_3$$

Τελικά $[H_3O^+] = 0,36 \text{ M}$ άρα και $C_{HNO_3} = 0,36 \text{ M}$ (ισχυρό οξύ).

Οπότε, $n_{HNO_3 \text{ που περισσεύει}} = C \cdot V = 0,36 \cdot 10 = 3,6 \text{ mol}$

Αντέδρασαν $10 - 3,6 = 6,4 \text{ mol } HNO_3$.

Άρα ισχύει: $6\alpha + 4\beta = 6,4 \quad (2)$

Από (1) και (2) προκύπτει α = 1 mol και β = 0,1 mol ή **56 g Fe και 1,2 g C**

γ) Επίσης παράγονται $3\alpha + 5\beta = 3,5 \text{ mol}$ αερίων που καταλαμβάνουν όγκο:

$$V = n \cdot 22,4 = 3,5 \cdot 22,4. \text{ Άρα } V = \mathbf{78,4 \text{ L αερίων}}$$

Κεφάλαιο 8^ο : Οργανική Χημεία
26^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

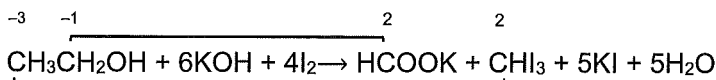
A1) β A2) α A3) α A4) γ A5) δ

ΘΕΜΑ Β

- B1) α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{ONa} + \frac{1}{2} \text{H}_2 \uparrow$ (έκλυση αερίου)
β) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + 2\text{AgNO}_3 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
(Σχηματισμός ιζήματος)
γ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 6\text{NaOH} + 4\text{I}_2 \rightarrow \text{HCOONa} + \text{CHI}_3 \downarrow + 5\text{NaI} + 5\text{H}_2\text{O}$
(Σχηματισμός ιζήματος)
δ) $3\text{HCOOH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
(Έκλυση αερίου)

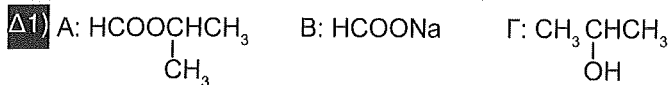
- B2) α) **Λάθος.** Οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν μπορούν να παρασκευαστούν.
β) **Σωστό.** $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaCl}$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{CH}_3\text{ONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaCl}$
γ) **Λάθος.** Στις αντιδράσεις ανοικοδόμησης δημιουργείται δεσμός C – C. Π.χ. στην αντίδραση $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_3\text{ONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{NaCl}$ δεν δημιουργείται νέος δεσμός C – C.
δ) **Λάθος.** Το $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCH}_3$ δεν έχει τον τριπλό δεσμό στην άκρη της ανθρακικής αλυσίδας και δεν αντιδρά.
ε) **Σωστό.** $\text{C}^{-2}\text{H}_3\text{OH} \rightarrow \text{C}^{+4}\text{O}_2$

B3)



Σωστή απάντηση είναι το α.

ΘΕΜΑ Δ

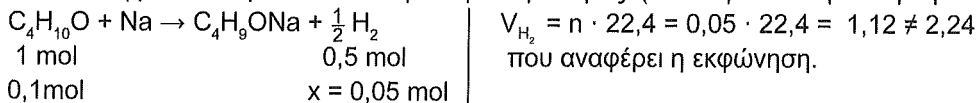


Δ2) Έστω 2α mol Z και 2α mol H.

$$m_{\text{μείγματος}} = m_Z + m_H \rightarrow 29,6 = 2\alpha \cdot 74 + 2\alpha \cdot 74 \rightarrow \alpha = 0,1 \text{ mol}$$

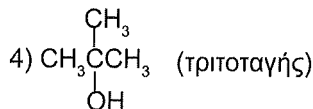
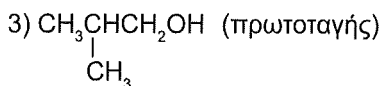
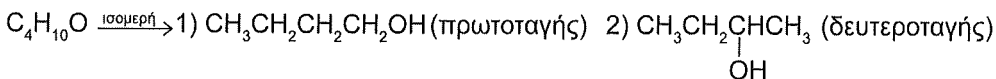
1^ο μέρος: περιέχει 0,1 mol Z και 0,1 mol H.

Έστω ότι η μία ένωση είναι αλκοόλη και η άλλη αιθέρας. (Μόνο η αλκοόλη αντιδρά με Na).



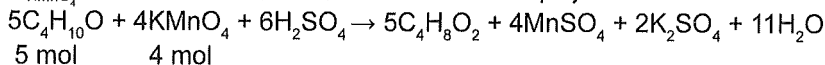
Η υπόθεση απορρίπτεται, άρα στο μείγμα υπάρχουν δύο αλκοόλες.

2ο μέρος:



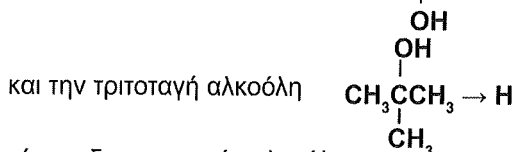
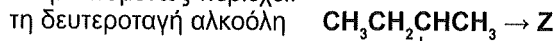
Έστω ότι η μία αλκοόλη είναι πρωτοταγής.

$n_{\text{KMnO}_4} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ mol}$. Η αλκοόλη οξειδώνεται στο αντίστοιχο οξύ:

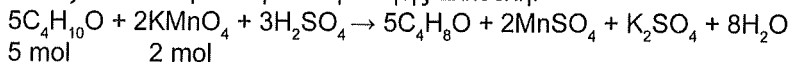


$$5 \text{ mol} \qquad 4 \text{ mol} \\ 0,1 \text{ mol} \qquad x = ;$$

$x = 0,08 \text{ mol KMnO}_4 > 0,04 \text{ mol}$ που αναφέρει η άσκηση. Άρα, το μείγμα δεν περιέχει πρωτοταγή αλκοόλη. Επομένως περιέχει:



Θα οξειδώνεται μόνο η δευτεροταγής αλκοόλη.



$$5 \text{ mol} \qquad 2 \text{ mol} \\ 0,1 \qquad \qquad x = ;$$

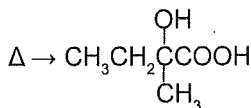
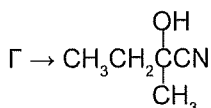
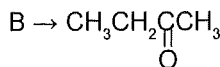
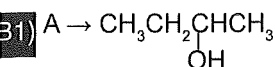
$x = 0,04 \text{ mol KMnO}_4$ οπότε θα καταναλώνονται τα mol KMnO_4 που αναφέρει και η εκφώνηση.

Κεφάλαιο 8^ο : Οργανική Χημεία
27^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

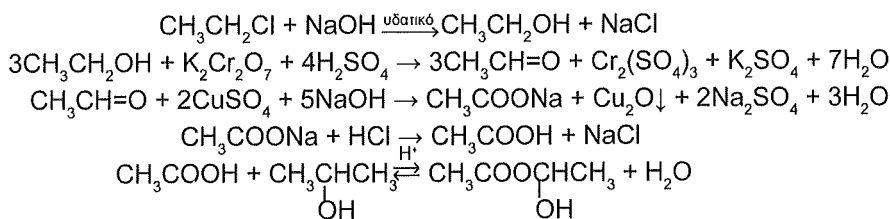
ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) γ A3) δ A4) γ A5) α

ΘΕΜΑ Β



32)



33) α) Λάθος. 6σ και 1π

β) Σωστό. Στον σ δεσμό υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης τροχιακών.

γ) Λάθος. Στην ένωση $\text{CH}_2 = \text{CHC} \equiv \text{N}$ υπάρχουν 3π δεσμοί.

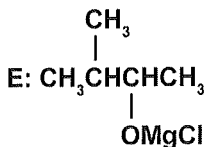
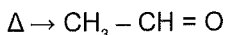
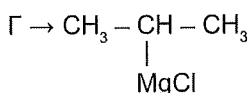
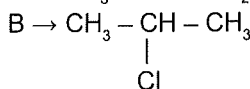
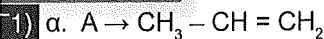
δ) Σωστό. Το $\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}\text{CH}_3$ δίνει με επίδραση KOH μείγμα δύο αλκενίων με βάση

τον κανόνα του Saytseff.

ε) Σωστό. Δεν χρησιμοποιείται υδατικό διάλυμα γιατί τα αντιδραστήρια Grignard αντιδρούν με το H_2O δίνοντας αλκάνια: $\text{RMgX} + \text{H} - \text{OH} \rightarrow \text{RH} + \text{Mg}(\text{OH})\text{X}$.

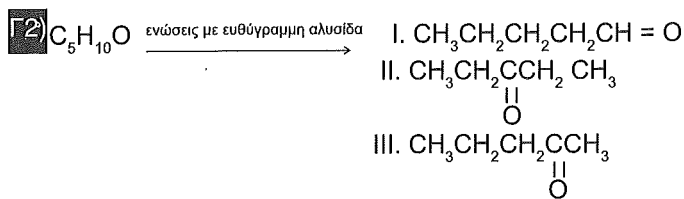
στ) Λάθος. Μόνο τα συζυγή αλκαδιένια με διάταξη δεσμών (διπλός – απλός – διπλός) δίνουν τον πολυμερισμό 1,4.

ΘΕΜΑ Γ



β) Ώξινες ιδιότητες έχει η αλκοόλη Z

Βασικές ιδιότητες έχει η ένωση Γ (ισοπροπυλομαγνησιοχλωρίδιο)



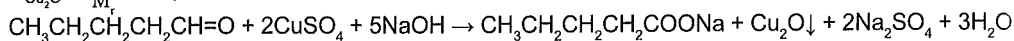
Αφού το μείγμα δεν δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, θα αποτελείται από τις ενώσεις I και II. Η ένωση III ως μεθυλοκετόνη δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση.

Έστω ότι το μείγμα περιέχει α mol αλδεΐδης και β mol κετόνης.

$$m_{\text{μείγματος}} = m_{\text{αλδ}} + m_{\text{κετόνη}} \rightarrow 17,2 = \alpha \cdot 86 + \beta \cdot 86 \rightarrow \alpha + \beta = 0,2 \quad (1)$$

1^ο μέρος: Με φελίγγειο υγρό αντιδρά μόνο η αλδεΐδη.

$$n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{m}{M} = 0,06 \text{ mol}$$



1 mol

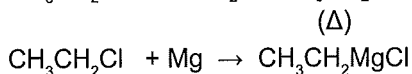
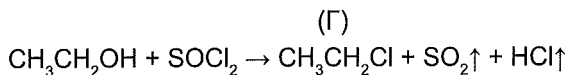
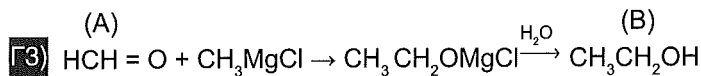
δίνει 1 mol

$\frac{\alpha}{2}$ mol

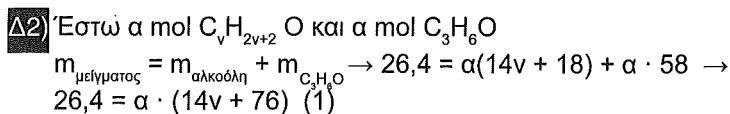
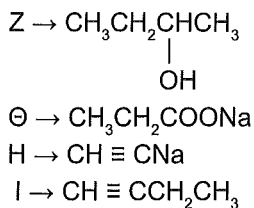
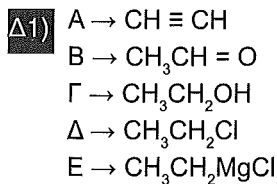
0,06 mol

$$\text{Ισχύει: } \frac{\alpha}{2} = 0,06 \rightarrow \alpha = 0,12 \text{ mol πεντανάλης}$$

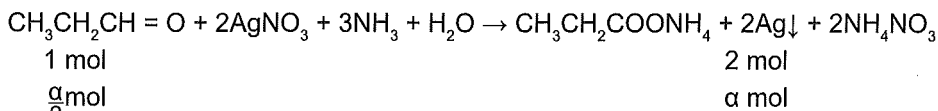
$$\text{Από (1)} \rightarrow \beta = 0,08 \text{ mol 3-πεντανόνη}$$



ΘΕΜΑ Δ



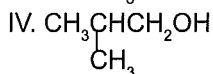
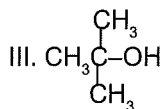
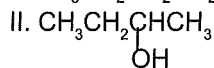
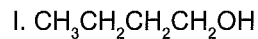
1^ο μέρος: Η ένωση C₃H₈O αφού γίνεται αντίδραση με αντιδραστήριο Tollens είναι αλδεΐδη.



$$n_{\text{Ag}} = 0,2 \text{ mol} = \alpha$$

$$(1) \rightarrow 26,4 = 0,2 \cdot (14v + 76) \rightarrow v = 4$$

Η αλκοόλη θα έχει τύπο C₄H₁₀O (ισομερή):

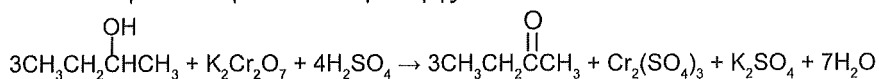


2^ο μέρος:

Τα mol του $K_2Cr_2O_7$ που απαιτήθηκαν για να γίνει η αντίδραση οξειδωσης είναι

$$n_{K_2Cr_2O_7} = \frac{0,2}{3} \text{ mol}$$

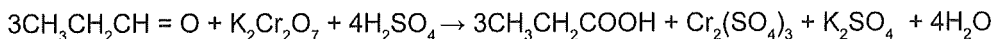
Έστω ότι η αλκοόλη είναι δευτεροταγής:



$$3 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0,1 \text{ mol} \quad x = ;$$

$$x = \frac{0,1}{3} \text{ mol } K_2Cr_2O_7$$



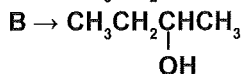
$$3 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0,1 \text{ mol} \quad x = ;$$

$$x = \frac{0,1}{3} \text{ mol } K_2Cr_2O_7$$

Επομένως για την οξείδωση απαιτήθηκαν $\frac{0,1}{3} + \frac{0,1}{3} = \frac{0,2}{3}$ mol $K_2Cr_2O_7$ όπως αναφέρει η εκφώνηση. Άρα η υπόθεση είναι δεκτή.

Οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων είναι: **A** → $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$



Κεφάλαιο 8^ο : Οργανική Χημεία
28^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
 Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) α A2) γ A3) β A4) δ A5) β

ΘΕΜΑ Β

B1) Κατασκευάζουμε τον πίνακα:

	Na (3,4,5)	I ₂ /NaOH (1,4)	KMnO ₄ (2,3,4)
1-προπανόλη	+	-	+
2-προπανόλη	+	+	+
προπανάλη	-	-	+
προπανικό οξύ	+	-	-
προπανόνη	-	+	-

Η ένωση που αντιδρά με όλα βρίσκεται στο δοχείο 4 και είναι η 2-προπανόλη.

Η άλλη ένωση που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση είναι η προπανόνη που βρίσκεται στο δοχείο 1.

Στο δοχείο 5 βρίσκεται το προπανικό οξύ που αντιδρά μόνο με Na.

Στο δοχείο 3 βρίσκεται η 1-προπανόλη που αντιδρά με Na και KMnO₄.

Στο δοχείο 2 βρίσκεται η ένωση που περισσεύει, δηλαδή η προπανάλη.

B2) α) **Σωστό.** Το άτομο C του CH₃Cl ανάγεται από -2 σε -3 και το άτομο C του KCN οξειδώνεται από +2 σε +3.

β) **Σωστό.** Το υδατικό διάλυμα μιας φαινόλης είναι ασθενώς όξινο, ενώ το υδατικό διάλυμα μιας αλκοόλης είναι ουδέτερο.

γ) **Σωστό.** CH₂ = CH - $\overset{\text{O}}{\parallel}$ C - OH Έχουν όλοι υβριδισμό sp².

δ) **Λάθος.** Για να δημιουργηθεί ο π δεσμός, πρέπει πρώτα να έχει δημιουργηθεί ο σ δεσμός.

ε) **Λάθος.** Γίνεται με μεγαλύτερη απόδοση σε βασικό περιβάλλον.

στ). **Σωστό.** Αν οξειδωθεί πλήρως η CH₃OH, θα παραχθεί CO₂ (αέριο).

B3) α) Ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα θα είναι C₄H₆ και β) ο συντακτικός **CH₂ = CHCH = CH₂** αφού δίνει τον πολυμερισμό 1,4 (αλκαδιένιο με εναλλασσόμενους δεσμούς δδ - αδ - δδ).

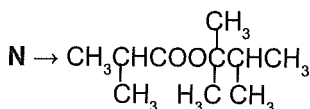
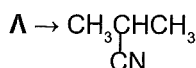
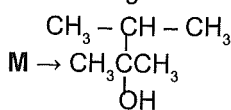
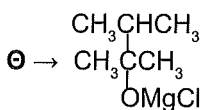
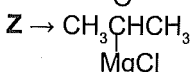
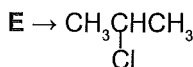
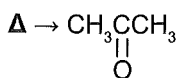
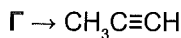
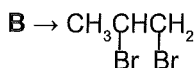
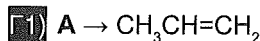
γ) $\text{CH}_2 = \text{CHCH} = \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{πολυμερισμός}} (-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2-)_n$
τεχνητό καουτσούκ

δ) Το ισομερές ομόλογης σειράς θα είναι ένα αλκίνιο με τριπλό δεσμό στην μέση, αφού δεν αντιδρά με Na.

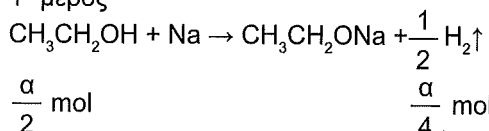
Θα έχει συντακτικό τύπο: **CH₃C ≡ CCH₃.**

Τα δύο άτομα C του τριπλού δεσμού βρίσκονται στην ίδια ευθεία και λόγω του υβριδισμού sp, και τα άτομα C που ενώνονται με αυτά θα βρίσκονται και αυτά στην ίδια ευθεία.

ΘΕΜΑ Γ

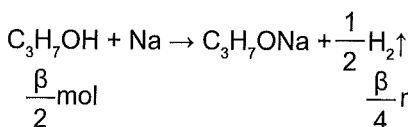
Γ2) α. Έστω ότι το μείγμα περιέχει α mol CH₃CH₂OH και β mol C₃H₇OH.

$$m_{\text{μείγματος}} = m_1 + m_2 \rightarrow 46 \cdot \alpha + 60 \cdot \beta = 21,2 \quad (1)$$

1^ο μέρος

$$\frac{\alpha}{2} \text{ mol}$$

$$\frac{\alpha}{4} \text{ mol}$$



$$\frac{\beta}{2} \text{ mol}$$

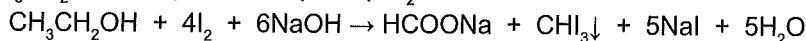
$$\frac{\beta}{4} \text{ mol}$$

$$\text{H}_2: n_{\text{ολ}} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha + \beta = 0,4 \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει: α = 0,2 mol και β = 0,2 mol

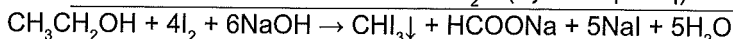
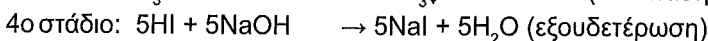
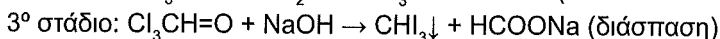
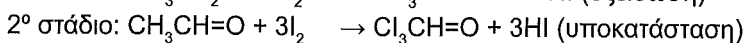
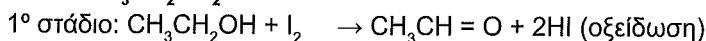
2^ο μέρος

$$\beta. \text{CHI}_3: n = \frac{m}{M_r} = \frac{39,4}{394} = 0,1 \text{ mol}$$

Η CH₃CH₂OH αντιδρά οπωσδήποτε με I₂/NaOH:

$$\frac{\alpha}{2} = 0,1 \text{ mol}$$

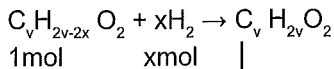
0,1 mol όσα αναφέρει και η εκφώνηση.

Άρα, η C₃H₇OH δεν αντιδρά με I₂/NaOH, οπότε είναι πρωτοτοταγής αλκοόλη και έχει συντακτικό τύπο: CH₃CH₂CH₂OH.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) iv

β) Έστω ότι το μόριο του οξέος A περιέχει x διπλούς δεσμούς.



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & x \text{ mol} & \\ & | & \\ (6,08/M_{r_A}) 0,08 \text{ mol} & \rightarrow & M_r(A) = 76 \cdot x \end{array}$$

Ακέραια τιμή του x προκύπτει όταν $M_r(A) = 304 \rightarrow x = 4$ γ) 1 mol A αποχρωματίζει μέχρι 4 mol Br₂

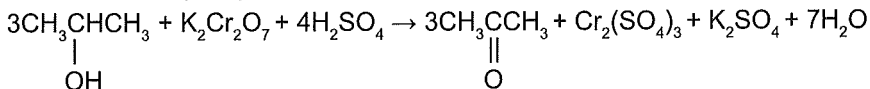
$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol A} \quad \quad \quad x = ;$$

$$x = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol Br}_2$$

$$\text{Άρα } V = 0,1 \text{ L}$$

Δ2) Επειδή η ένωση X δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση και αντιδρά με Na, δεν μπορεί να είναι αλδεΐδη ή κετόνη. Άρα, είναι αλκοόλη. Αποκλείουμε την μεθανόλη και την 1-προπανόλη οι οποίες δεν δίνουν την αλογονοφορμική. Επομένως η X θα είναι η αιθανόλη ή η 2-προπανόλη.

Έστω ότι είναι η 2-προπανόλη είναι n = 0,3 mol



$$\begin{array}{ccc} 3 \text{ mol} & 1 \text{ mol} & \\ 0,9 \text{ mol} & x = ; & \end{array}$$

$$x = 0,3 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ Δεκτό. Άρα } X \rightarrow \text{CH}_3 \underset{\text{OH}}{\text{CH}} \text{CH}_3$$

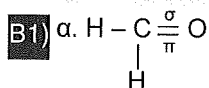
Η αιθανόλη καταναλώνει διπλάσια ποσότητα οξειδωτικού και άρα απορρίπτεται.

Κεφάλαιο 8^ο : Οργανική Χημεία
29^ο Κριτήριο Αξιολόγησης
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) α A2) γ A3) δ A4) β A5) β

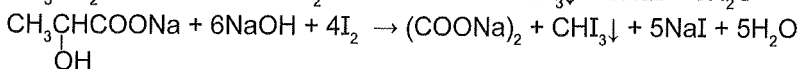
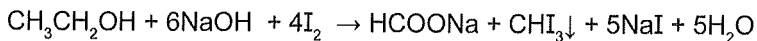
ΘΕΜΑ Β



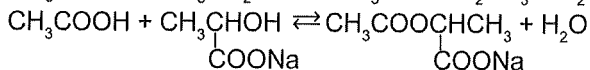
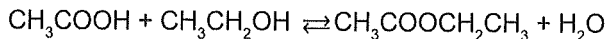
β. Επειδή ο C συμμετέχει σε διπλό δεσμό, εμφανίζει sp² υβριδισμό.

- B2) i. αντιδρούν με Na οι: **A , B , Γ , Δ , E**
ii. αντιδρά με Na₂CO₃ η: **Γ**
iii. αντιδρούν με KMnO₄/H₂SO₄ οι: **B , Γ , Δ**
iv. αντιδρούν με I₂/NaOH οι: **B , Δ**
v. αντιδρούν με CH₃COOH οι: **B , Δ**

Περίπτωση iv:



Περίπτωση v:



- B3)** Το +I επαγωγικό φαινόμενο ελαττώνει την ισχύ των οξέων, άρα τα HCOOH είναι ισχυρότερο οξύ από το CH₃COOH.
 Το διάλυμα HCOOH θα έχει μικρότερο pH από το διάλυμα CH₃COOH.
 Τα υδατικά διαλύματα της CH₃CH₂OH είναι ουδέτερα.

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1)**
- | | | | |
|---|---|--|---|
| A. CH ₃ CH ₂ OH | B. CH ₃ CH ₂ COONa | Γ. CH ₂ = CH ₂ | |
| Δ. $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$ | E. CH ≡ CH | Z. CH ₃ CH = O | H. CH ₃ COONH ₄ |
| Θ. CH ₃ CH ₂ Cl | I. CH ₃ CH ₂ CN | K. CH ₃ CH ₂ COOH | Λ. CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂ |
| M. CH ₃ CH ₂ COO ⁻ CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₃ ⁺ | | N. CH ₃ CH ₂ COOCH ₂ CH ₃ | |

- Γ2)** Στο μείγμα περιέχονται α mol A και α mol B (τριτοταγής)

1ο μέρος



$$\frac{\alpha}{2} \text{ mol} \qquad \frac{\alpha}{4} \text{ mol} \qquad \frac{\alpha}{2} \text{ mol} \qquad \frac{\alpha}{4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{5,6}{22,4} \rightarrow \alpha = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Ισχύει } m_{\text{μείγματος}} = m_A + m_B \rightarrow 88 = \alpha \cdot M_r + \alpha \cdot M_r \rightarrow M_r = 88$$

$$M_r(\text{C}_v\text{H}_{2v+2}\text{O}) = 88 \rightarrow 12v + 2v + 2 + 16 = 88 \rightarrow v = 5$$

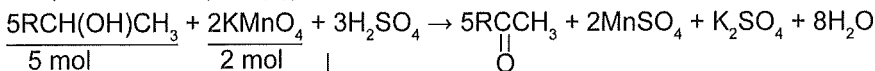
Η αλκοόλη B έχει συντακτικό τύπο: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$
 (μοναδική τριτοταγής με 5 άτομα)

Η αλκοόλη A μπορεί να είναι δευτεροταγής (μια περίπτωση) είτε πρωτοταγής (δύο περιπτώσεις)

2ο μέρος

Το KMnO₄ που καταναλώθηκε είναι $n_{\text{KMnO}_4} = 0,1 \text{ mol KMnO}_4$

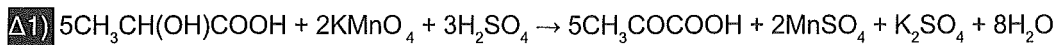
Αν η A είναι δευτεροταγής



$$0,25 \text{ mol} \qquad x = ; \qquad \left| \qquad x = 0,1 \text{ mol} \text{ όσα αναφέρει η εκφώνηση.}$$

Άρα, η A είναι δευτεροταγής με συντακτικό τύπο: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_3 \\ | \quad | \\ \text{HO} \quad \text{CH}_3 \end{array}$

ΘΕΜΑ Δ



5 mol

2 mol

0,015 mol

 $x = 0,006 \text{ mol}$ μπορούν να αποχρωματιστούνΔιαθέτουμε 0,004 mol KMnO_4 , άρα **γίνεται αποχρωματισμός**

$$\Delta 2) \text{ Έχουμε γαλακτικό νάτριο } n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,6}{112} = 0,05 \text{ mol}$$

Επειδή το Y_4 είναι ρυθμιστικό: $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_o}{C_\beta} = 10^{-4} \text{ M}$ Άρα **pH = 4**

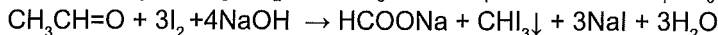
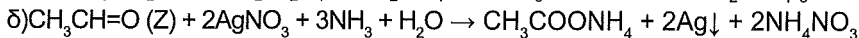
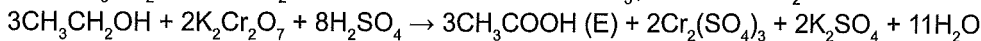
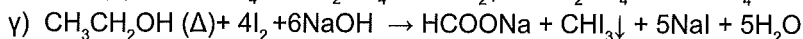
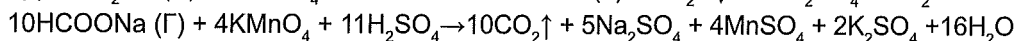
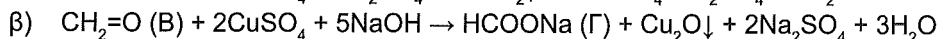
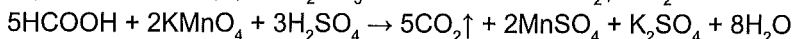
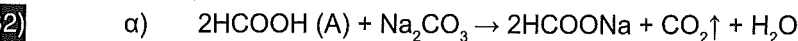
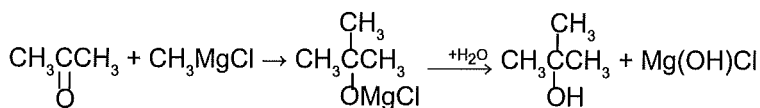
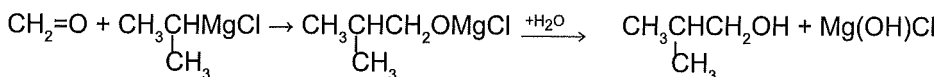
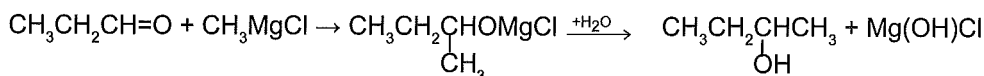
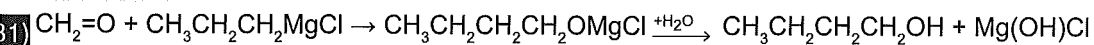
Ο βαθμός ιοντισμού του γαλακτικού οξέος είναι:

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_o} = \frac{10^{-4}}{10^{-1}} \text{ οπότε } \alpha = 10^{-3}$$

ΘΕΜΑ Α

Α1) β Α2) γ Α3) β Α4) γ Α5) β

ΘΕΜΑ Β



3) α) **Σωστό.** Το 1-βουτίνιο αντιδρά με CuCl/NH_3 δίνοντας ίζημα, ενώ το 2-βουτίνιο όχι.

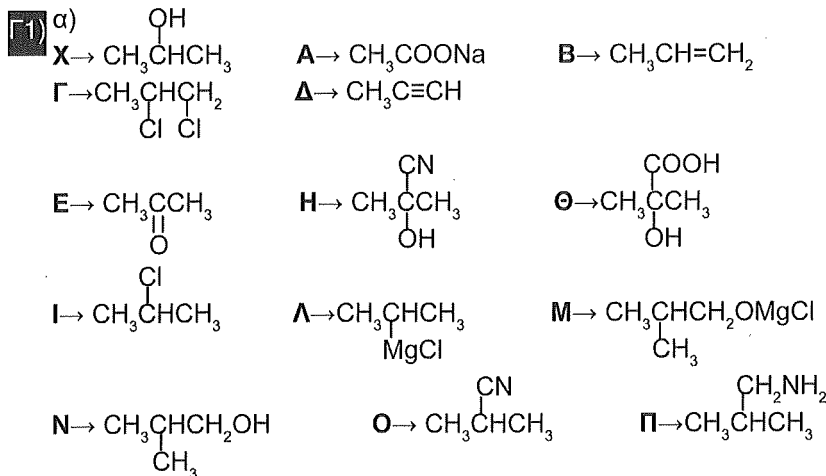
β) **Σωστό.** Οι τριτοταγείς αλκοόλες αντιδρούν με Na δίνοντας αέριο H_2 .

γ) **Σωστό.** $\text{RX} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{RNH}_3\text{X} \xrightarrow{+\text{NaOH}} \text{RNH}_2 + \text{NaX} + \text{H}_2\text{O}$

δ) **Λάθος.** Μπορούν να δημιουργήσουν μόνο σ δεσμούς. Οι π δεσμοί γίνονται μόνο με πλευρική επικάλυψη p - p.

ε) **Λάθος.** $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH}_2$
 $\text{sp}^2 \quad \text{sp} \quad \text{sp}^2$

ΘΕΜΑ Γ

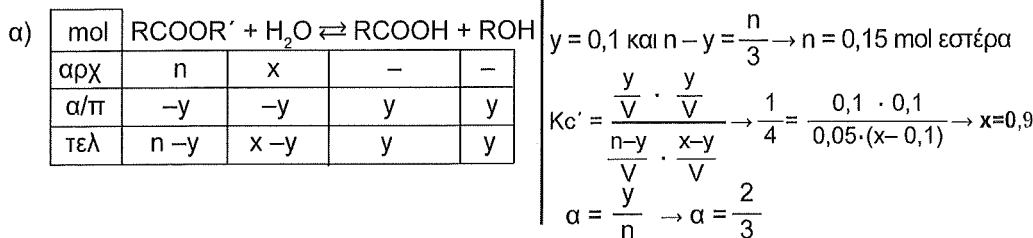


β) π δεσμοί υπάρχουν στις: A, B, Δ, E, H, Θ, O.

γ) Όξινες ιδιότητες έχουν οι: Δ, H, Θ, N, X.

Βασικές ιδιότητες έχουν οι: A, Λ, Π.

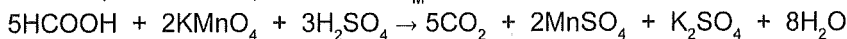
Γ2)



β) Η ένωση N είναι αλκοόλη.

$$n_N = 0,1 \text{ mol} \quad \text{Άρα } 0,1 \text{ mol ιζήματος και για το } \text{CH}_3 \text{ έχουμε: } n = \frac{m}{394} \text{ ή } m = 39,4 \text{ g}$$

γ) Η ένωση M είναι το οξύ HCOOH , $n_M = 0,1 \text{ mol}$.

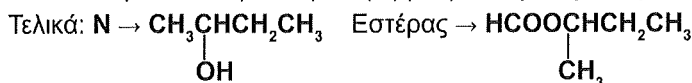


$$5 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

$$0,1 \text{ mol} \quad x = ; \quad \rightarrow x = 0,04 \text{ και } C_{\text{KMnO}_4} = 0,04/0,1 \rightarrow C_{\text{KMnO}_4} = 0,4 \text{ M}$$

δ) $M_r_{\text{εστέρα}} = \frac{15,3}{0,15} \rightarrow M_r_{\text{εστέρα}} = 102$ Άρα $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$

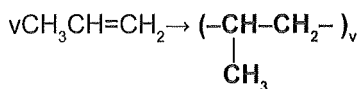
Η αλκοόλη N δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, επομένως είναι η 2-βουτανόλη



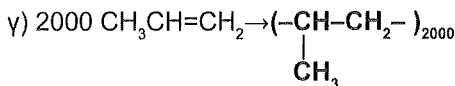
ΘΕΜΑ Δ

α) Το αλκένιο είναι το προπένιο $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$.

$$n = \frac{4200}{42} = 100 \text{ mol}$$



β) $M_{\text{r πολυμερούς}} = 42n = 84000 \rightarrow n = 2000$ Πολυμερές $\left(\begin{array}{c} \text{---CH---CH}_2\text{---} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_{2000}$



2000 mol

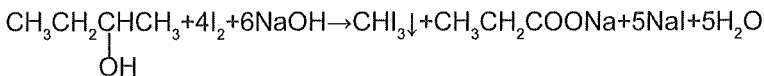
1 mol

100 mol

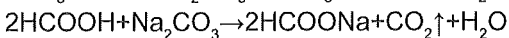
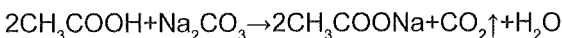
$x = 0,05 \text{ mol}$

Πολυμερές: $m = n \cdot M_{\text{r}} = 0,05 \cdot 84000 = 4200$ Άρα $m = 4200 \text{ g}$

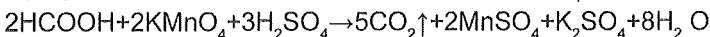
Διακρίνω την 2-βουτανόλη μέσω της αλογονοφορμικής (κίτρινο ίζημα CHI_3)



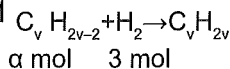
Με Na_2CO_3 αντιδρούν τα 2 οξέα (αέριο CO_2)



Όμως το HCOOH οξειδώνεται επιπλέον με KMnO_4/H^+ το οποίο αποχρωματίζεται.



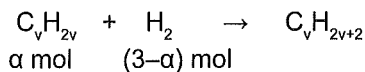
Δ3) Έστω α mol του αλκινίου και $n_{\text{H}_2} = 3$ mol, ενώ έχουμε 2 mol υδρογονανθράκων τελικά.



i) Αν $\alpha = 3$ mol, τότε παράγονται 3 mol αλκενίου (άτοπο)

ii) Αν $\alpha > 3$ mol, τότε παράγονται 3 mol αλκενίου δηλαδή 67,2 L ≠ 44,8 L και περισσεύει ποσότητα αλκινίου (άτοπο)

iii) Άρα $\alpha < 3$ mol, οπότε παράγονται α mol αλκενίου και περισσεύουν $(3-\alpha)$ mol H_2 , τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους.



Για να πάρουμε 2 mol υδρογονανθράκων πρέπει να περισσεύει το αλκένιο, δηλαδή $\alpha > 3-\alpha$ οπότε τελικά έχουμε

$$\text{C}_v \text{H}_{2v} : \alpha - (3-\alpha) = (2\alpha-3) \text{ mol και}$$

$$\text{C}_v \text{H}_{2v+2} : (3-\alpha) \text{ mol}$$

$$\text{Άρα, είναι } 2\alpha - 3 + 3 - \alpha = 2 \text{ ή } \alpha = 2 \text{ mol}$$

$$\text{C}_v \text{H}_{2v-2} : \alpha = \frac{m}{M_r} = \frac{80}{14v-2} = 2 \rightarrow 14v-2=40 \rightarrow v=3$$

Άρα, το αλκίνιο έχει μοριακό τύπο C_3H_4

31^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

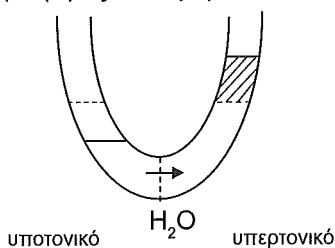
ΘΕΜΑ Α

- A1) γ A2) γ A3) α A4) δ A5) β

ΘΕΜΑ Β

- B1) Διάγραμμα I \rightarrow NO₂
Διάγραμμα II \rightarrow N₂O₄
Μειώσαμε τη θερμοκρασία, οπότε η χημική ισορροπία κινήθηκε προς τα δεξιά.

- B2) Μεγαλύτερη ποσότητα H₂O θα μετακινηθεί από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα (προς τα δεξιά)



Η υδροστατική πίεση της στήλης που θα δημιουργηθεί θα σταματήσει την ώσμωση οπότε $u_1 = u_2$ Άρα, το διάγραμμα I είναι σωστό.

Στην ισορροπία θα ισχύει $\Pi_1' + P_{\text{οσμ. στήλης}} = \Pi_2'$ Άρα $\Pi_1' < \Pi_2'$ άρα $C_1' < C_2'$, οπότε το διάγραμμα II είναι λανθασμένο.

- B3) α) A \rightarrow 1^η ομάδα, B \rightarrow 2^η ομάδα

β) Ισχύει $E_i(3):B > A$, γιατί κατά τον 3^ο ιοντισμό του στοιχείου B το ηλεκτρόνιο αποσπάται από το ιόν B²⁺ το οποίο έχει σταθερή δομή ευγενούς αερίου

γ) $E_{\text{ολ}} = E_i(1) + E_i(2) = 740 + 1250 = 1990 \text{ kJ/mol}$

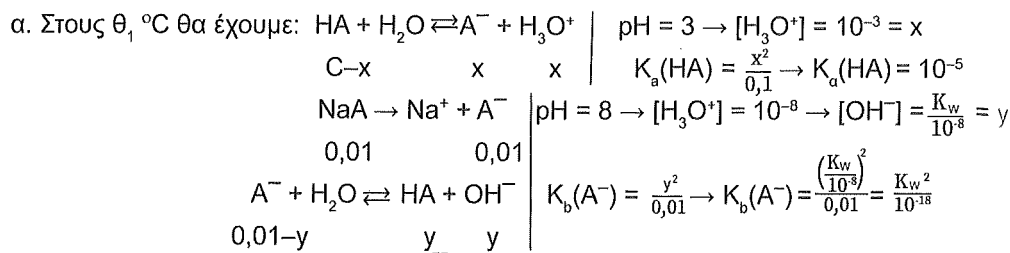
$$n_B = 0,05 \text{ mol B}$$

Για να μετατραπεί 1 mol ατόμων B σε B²⁺ χρειάζεται 1990 kJ.

Οπότε τα 0,05 mol απαιτούν 99,5 kJ

ΘΕΜΑ Γ

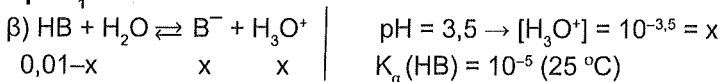
Γ1)



Άρα $K_a(\text{HA}) \cdot K_b(\text{A}^-) = K_w \rightarrow K_w = 10^{-5} \cdot \frac{K_w^2}{10^{-18}} \rightarrow K_w = 10^{-13}$

Η αντίδραση $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ είναι ενδόθερμη, οπότε η θερμοκρασία αυξήθηκε.

Άρα $\theta_1 > 25$ °C.



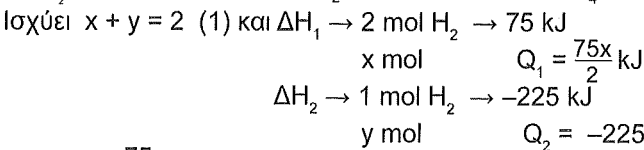
Αν το HA βρεθεί στους 25 °C η θερμοκρασία θα έχει μειωθεί και η ισορροπία ιοντισμού του HA θα μετατοπιστεί αριστερά, οπότε η K_a μειώνεται.

Δηλαδή στους 25 °C $K_a(\text{HA}) < 10^{-5}$

Άρα το HB είναι ισχυρότερο.

Γ2)

α. $n_{\text{H}_2} = 2$ mol. Έστω x mol H_2 μετατρέπονται σε CH_4 και y mol σε C_2H_2

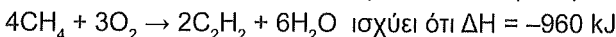


Άρα $-30 = \frac{75x}{2} - 225 y$ (2)

Απο (1) και (2) προκύπτει $x = 1,6$ και $y = 0,4$

επομένως παράγονται **0,8 mol CH_4** και **0,4 mol C_2H_2** .

β. Με βάση το νόμο του Hess προκύπτει ότι για την αντίδραση:



Επίσης $n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,5$ mol Άρα **Q = 240 kJ**

Γ3)

α. $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} = 0,05$ mol

(mol)	HCl	NaOH	NaCl	H ₂ O
αρχ	0,05	0,05	-	-
τελ	-	-	0,05	0,05

$0,05 \text{ mol HCl} \text{ δίνουν } 2,85 \text{ kJ}$
 $1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad Q = ; \quad \left| \quad Q = 57 \text{ kJ} \right.$
Άρα $\Delta H_n = -57 \text{ kJ/mol}$

β. $C_{\text{NaCl}} = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ M}$

$\Pi = iCRT$

επειδή $i = 2$, άρα **$\Pi = 4,92 \text{ atm}$**

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) $n_{\text{KOH}} = C \cdot V = 1 \cdot 0,05 = n_{\text{HA}}$ στο ισοδύναμο σημείο

mol	HA + KOH → KA + H ₂ O		
αρχ	0,05	0,05	—
τελ	—	—	0,05

$n_{\text{HNO}_3} = C \cdot V = 0,025 \text{ mol}$

mol	KA + HNO ₃ → KNO ₃ + HA			
αρχ	0,05	0,025	—	—
α/π	-0,025	-0,025	0,025	0,025
τελ	0,025	—	0,025	0,025

Στο ΡΔ που σχηματίστηκε έχουμε:
 $[\text{HA}] = [\text{KA}] = [\text{A}^-] = \frac{0,025}{V_{\text{τελ}}} = C_{\text{οξ}} = C_{\text{βασ}}$

Από την ισορροπία του δείκτη βρίσκουμε την συγκέντρωση $[\text{H}_3\text{O}^+]$ του διαλύματος:

$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow 10^{-8} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{1000[\text{A}^-]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{P}\Delta \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow K_a = 10^{-5}$$

Δ2) α) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ $\frac{V_{\text{NH}_3}}{V_{\text{ολ}}} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{n_{\text{ολ}}} = \frac{2x}{1,4-2x} = 0,4 \rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$

XI 0,6-x 0,8-3x 2x

Προκύπτει $\alpha = 0,75$ και $K_c = 50 \text{ M}^{-2}$

β)

mol	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$		
αρχ / XI ₁	0,4	0,2	0,4
αντ / παρ	+x	+3x	-2x
XI ₂	0,4+x	0,2+3x	0,4-2x

Η θερμοκρασία αυξήθηκε, άρα ευνοήθηκε η ενδόθερμη φορά

$n_{\text{ολ}} \text{XI}_2 > n_{\text{ολ}} \text{XI}_1$ άρα, η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα περισσότερα mol (αριστερά).

Η προς τα αριστερά αντίδραση είναι ενδόθερμη, οπότε η προς τα δεξιά είναι **εξώθερμη**

XI₂: $n_{\text{ολ}} = 1,1 \rightarrow x = 0,05$

Για τη νέα απόδοση ισχύει: $\alpha' = \frac{0,3}{1,6} \cdot \frac{3}{3} \cdot 100\% = 56,25\%$

γ) i) Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NH}_3} = 0,2 \cdot 0,03 = 0,006 \text{ mol}$.

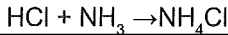
Σε 30 mL διαλύματος περιέχονται 0,006 mol NH₃

500 mL

x = ;

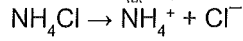
x = 0,1 mol NH₃

ii) Στο ισοδύναμο σημείο

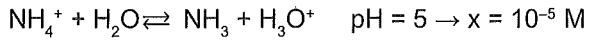


αρχ	0,006	0,006	–
α/π	–0,006	–0,006	+0,006
τελ	–	–	0,006

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,006}{0,06} = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$



$$0,1-x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9}$$

$$K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$$

δ) i) Στο ισοδύναμο σημείο $K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \xrightarrow{(1)} 2 \cdot 10^{-6} = \frac{[\Delta^-][10^{-5}]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 0,2$
(ενδιάμεσο χρώμα πορτοκαλί)

ii) Αναμειγνύονται 30 mL διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 0,2 M με 20 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,2 M

Από την αντίδραση προκύπτει ΡΔ με $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-9} \text{ M}$

Ο λόγος $\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]}$ από τον τύπο (1) βρίσκεται $\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 10^3$

άρα, επικρατεί το χρώμα Δ^- που είναι κίτρινο

32^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

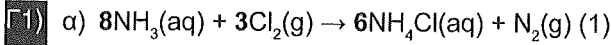
A1) γ A2) δ A3) α A4) α A5) δ

ΘΕΜΑ Β

- B1)** α) Τα mol αυξήθηκαν και η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά.
- i) Ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε, ώστε να μειωθεί η πίεση και η ισορροπία να μετατοπιστεί προς τα περισσότερα mol αερίων.
 - ii) Η K_c έμεινε ίδια, αφού η θερμοκρασία διατηρήθηκε σταθερή.
 - iii) Η απόδοση μειώθηκε, αφού η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά.
 - iv) Η αύξηση του όγκου του δοχείου ελαττώνει τις συγκεντρώσεις των αερίων. Έτσι οι ταχύτητες των δυο αντιθέτων αντιδράσεων ελαττώνονται. Επομένως η ταχύτητα παραγωγής του Γ ελαττώνεται.
- β) Τα mol του Γ αυξήθηκαν, άρα η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά.
- i) Επειδή με αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία κινήθηκε προς τα δεξιά, η τιμή της σταθεράς K_c αυξήθηκε.
 - ii) Η απόδοση αυξήθηκε, αφού η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά.
 - iii) Οι ταχύτητες αυξάνονται, αφού η θερμοκρασία αυξήθηκε.
- γ) Η θερμοκρασία αυξήθηκε, άρα ευνοήθηκε η ενδόθερμη φορά. Η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά, όπου προς τα δεξιά η αντίδραση είναι ενδόθερμη.
- B2)** Ισχύει: $u = k [B]^2$. Άρα, η ταχύτητα εξαρτάται από τη συγκέντρωση Β.
- Επίσης η ποσότητα του Δ που παράγεται, εξαρτάται από τα mol του αντιδρώντος που βρίσκεται έλλειμμα. Αρχικά το Β είναι σε έλλειψη. Άρα $n_{\Delta} = 0,05 \text{ mol}$
- α) Ελαττώνεται η επιφάνεια επαφής, άρα η ταχύτητα ελαττώνεται.
Επίσης τα mol Δ παραμένουν ίδια.
 - β) Η συγκέντρωση Β αυξήθηκε, άρα και η ταχύτητα αυξήθηκε.
Το αντιδρών που βρίσκεται σε έλλειμμα είναι το Α. Άρα, παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα Δ.
 - γ) Είναι $C_B = 0,05 \text{ M}$. Άρα, η ταχύτητα μειώθηκε. Επίσης το Β είναι τώρα σε έλλειμμα, αφού τα mol του μειώθηκαν, οπότε παράγονται και λιγότερα mol Δ.

- B3)** α) ${}_{25}\text{X}: [\text{Ar}] 3d^5 4s^2$
- β) $(4, 3, -1, \pm \frac{1}{2})$, $(4, 2, -1, \pm \frac{1}{2})$, $(4, 1, -1, \pm \frac{1}{2})$
- γ) i) ${}_{11}\text{X}: \dots 3s^1$ ii) ${}_{18}\text{X}: \dots 3p^6$ iii) ${}_{13}\text{X}: \dots 3s^2 3p^1$

ΘΕΜΑ Γ



β) $\Delta H = \sum \Delta H_{f \text{ προϊόντων}} - \sum \Delta H_{f \text{ αντιδρώντων}} =$
 $= 6 \cdot \Delta H_f(\text{NH}_4\text{Cl}) + \Delta H_f(\text{N}_2) - 8 \cdot \Delta H_f(\text{NH}_3) - 3 \cdot \Delta H_f(\text{Cl}_2)$

Επομένως η ενθαλπία της αντίδρασης (1) είναι ίση με $\Delta H = -1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

γ) i. Για την NH_3 ισχύει ότι: $n = C \cdot V = 2,2 \text{ mol}$

mol	$8\text{NH}_3(\text{aq}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + \text{N}_2(\text{g})$, $\Delta H = -1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$			
Αρχικά	2,2	0,6		
Αντ / Παρ	-1,6	-0,6	1,2	0,2
Τελικά	0,6	-1,2	0,2	

Κατά τον σχηματισμό 1 mol N_2 εκλύονται 1220 kJ θερμότητα.

Επειδή μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης σχηματίζονται 0,2 mol N_2 θα εκλύονται συνολικά $0,2 \text{ mol} \cdot 1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 244 \text{ kJ}$ θερμότητας.

ii. Το διάλυμα Δ1 είναι ρυθμιστικό, με $C_\beta = [\text{NH}_3] = 0,6/1,1 \text{ M}$ και $C_{\alpha\beta} = [\text{NH}_4\text{Cl}] = 1,2/1,1 \text{ M}$

Σύμφωνα με την εξίσωση των Henderson και Hasselbalch το pH του διαλύματος Δ1 στους 25°C είναι ίσο με 9.

Γ2) α) Έστω ο νόμος της ταχύτητας $u = k [A]^x [B]^y [\Gamma]^{\omega}$

$$\frac{2}{4} \rightarrow \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = \frac{k \cdot 0,1^x \cdot 0,1^y \cdot 0,1^{\omega}}{k \cdot 0,1^x \cdot 0,2^y \cdot 0,1^{\omega}} \rightarrow 0,5 = 0,5^y \rightarrow y = 1$$

$$\frac{1}{4} \rightarrow \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = \frac{k \cdot 0,1^x \cdot 0,2 \cdot 0,2^{\omega}}{k \cdot 0,1^x \cdot 0,2 \cdot 0,1^{\omega}} \rightarrow 1 = 2^{\omega} \rightarrow \omega = 0$$

$$\frac{3}{4} \rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = \frac{k \cdot 0,2^x \cdot 0,1}{k \cdot 0,1^x \cdot 0,2} \rightarrow x = 2$$

Ο νόμος της ταχύτητας είναι $u = k [A]^2 [B]$

$$(1) \rightarrow 10^{-3} = k \cdot 0,1^2 \cdot 0,2 \rightarrow k = 0,5 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

β) $2A + B \rightarrow 3\Delta$ (αργό)

$2B + 2\Gamma \rightarrow E$ (γρήγορο)

γ)

mol	2A +	3B +	2Γ →	3Δ +	E
αρχ	12	5	10	–	–
α/π	-2x	-3x	-2x	+3x	+x
τελ(τ ₁)	12-2x	5-3x	10-2x	3x	x

$$i. u_{\text{αρχ}} = k [A]^2 [B] = 0,5 \left(\frac{12}{2}\right)^2 \frac{5}{2} = 45 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

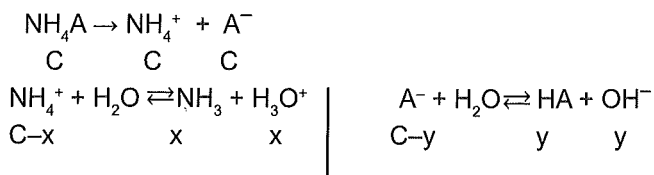
$$ii. [E] = 0,8 \rightarrow \frac{x}{2} = 0,8 \rightarrow x = 1,6 \text{ mol}$$

Άρα τη στιγμή t_1 στο δοχείο περιέχονται: $n_A = 8,8 \text{ mol}$, $n_B = 0,2 \text{ mol}$, $n_E = 6,8 \text{ mol}$

$$\text{Οπότε } u = k [A]^2 [B] \text{ Άρα } u = 0,968 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1)



$\text{pH} = 7 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \rightarrow$ Επομένως οι δύο ισορροπίες είναι το ίδιο μετατοπισμένες προς τα δεξιά. $K_a(\text{NH}_4^+) = K_b(\text{A}^-) \rightarrow K_b(\text{A}^-) = 10^{-9}$ και $K_a(\text{HA}) = 10^{-5}$

Έστω ω τα mol HB που βρίσκονται στο ογκομετρούμενο διάλυμα. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο έχουν προστεθεί 4V L διαλύματος NaOH. Όταν έχουν προστεθεί V L διαλύματος NaOH που περιέχουν $0,25\omega$ mol NaOH, σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα.

mol	HB + NaOH \rightarrow NaB + H ₂ O		
αρχ	ω	0,25 ω	-
α/π	-0,25 ω	-0,25 ω	+0,25 ω
τελ	0,75 ω	-	0,25 ω

Στο ΡΔ προκύπτει ισχύει:

$$[\text{HB}] = \frac{0,75\omega}{V_{\text{τελ}}} = C_{\text{οξ}} \quad \text{και} \quad [\text{NaB}] = \frac{0,25\omega}{V_{\text{τελ}}} = [\text{B}^-] = C_{\text{βασ}}$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a(\text{HB}) \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow K_a(\text{HB}) = 3,3 \cdot 10^{-5} > K_a(\text{HA})$$

Άρα, το HB είναι ισχυρότερο.

Δ2) α) Το HF και το NaOH για να εξουδετερωθούν πλήρως αφού έχουν ίδια συγκέντρωση, πρέπει να έχουν και ίδιο όγκο.

Άρα $n_{HF} = 0,02 \cdot V = n_{NaOH}$ στο ισοδύναμο σημείο.

mol	HF + NaOH → NaF + H ₂ O		
αρχ	0,02V	0,02V	-
α/π	-0,02V	-0,02V	+0,02V
τελ	-	-	0,02V

$[NaF] = \frac{n}{V} = \frac{0,02V}{2V} = 0,01 \text{ M}$

Επίσης: $pH = 8 \rightarrow pOH = 6 \rightarrow [OH^-] = 10^{-6} = x$

$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$ 0,01 M 0,01 M 0,01 M	$K_b(F^-) = \frac{x^2}{0,01} = \frac{10^{-12}}{10^{-2}} = 10^{-10}$
--	---

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$ XI 0,01-x x x	Άρα $K_a(HF) = 10^{-4}$
--	-------------------------

β) Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα, πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του KOH.

mol	HF + KOH → KF + H ₂ O		
αρχ	0,02V ₁	0,01V ₂	-
α/π	-0,01V ₂	-0,01V ₂	+0,01V ₂
τελ	(0,02V ₁ - 0,01V ₂)	-	0,01V ₂

Σχηματίζεται ΡΔ με: $[HF] = \frac{0,02V_1 - 0,01V_2}{V_1 + V_2} = C_{\alpha\beta}$

$[KF] = \frac{0,01V_2}{V_1 + V_2} = [F^-] = C_{\beta\alpha\sigma}$

Ισχύει: $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\alpha\beta}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow \text{Άρα } \frac{V_1}{V_2} = 1$

γ) Έστω ότι το HB είναι ισχυρό οξύ.

Αφού έχει $pH = 2 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} \text{ M}$ και $C_{HB, αρχ} = 10^{-2} \text{ M}$

Αραίωση: $C_{τελ} = \frac{C_{αρχ} V_{αρχ}}{V_{τελ}} = \frac{10^{-2} V}{10V} = 10^{-3} \text{ M}$

$HB + H_2O \rightarrow B^- + H_3O^+$ 10 ⁻³ M 10 ⁻³ M 10 ⁻³ M	Άρα $pH = 3$ δεκτό. Άρα $C_{HB} = 10^{-2} \text{ M}$
---	--

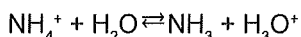
δ)

mol	$\text{HB} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{B}$		
αρχ	0,02	0,02	0,02
α/π	-0,02	-0,02	+0,02
τελ	-	-	0,04

$$[\text{NH}_4\text{B}] = \frac{n}{V} = \frac{0,04}{40} = 10^{-3} \text{ M}$$



$$10^{-3} \text{ M} \quad 10^{-3} \text{ M} \quad 10^{-3} \text{ M}$$



$$10^{-3-x}$$

$$x$$

$$K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9} = \frac{x^2}{10^{-3}} \rightarrow$$

$$x = 10^{-6} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ \acute{a}\rho\alpha \text{ pH} = 6}$$

Δ3)

α)

mol)	A	+ B	\rightleftharpoons Γ	+ Δ	$\Delta H > 0$
XI	1	1	2	2	
αρχ	1	1	2	2	
α/π	+x	+x	-x	-x	
XI'	1+x	1+x	2-x	2-x	

$$K_c = \frac{\frac{2}{V} \frac{2}{V}}{\frac{1}{V} \frac{1}{V}} = 4$$

Η τιμή στις σταθεράς K_c ελαττώθηκε, άρα η αντίδραση μετατοπίστηκε αριστερά (προς την εξώθερμη φορά). Άρα, η θερμοκρασία μειώθηκε.

$$\beta) \text{ XI}' : K_c = 0,25 \rightarrow 0,5^2 = \frac{\frac{2-x}{V} \cdot \frac{2-x}{V}}{\frac{1+x}{V} \cdot \frac{1+x}{V}} \rightarrow x=1$$

Άρα στην XI' : $n_A = n_B = 2 \text{ mol}$ και $n_\Gamma = n_\Delta = 1 \text{ mol}$

33^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) δ A3) β A4) δ A5) α)Σ β)Λ γ)Λ δ)Λ ε)Σ

ΘΕΜΑ Β

B1) ${}_{33}\text{As}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
α) 4^η περίοδος, 15^η ομάδα, τομέας p
β) επτά ηλεκτρόνια
γ) δεκατρία ηλεκτρόνια (3d¹⁰ και 4p³)

δ) ${}_{24}\text{Cr}: \dots 3d^5 4s^1$

ε) ${}_{7}\text{N}: 1s^2 2s^2 2p^3$

στ) Η ΨH₃ είναι ισχυρότερη βάση, γιατί το άτομο Ψ έχει μικρότερη ατομική ακτίνα και μπορεί ευκολότερα να έλκει τα H⁺.

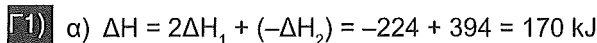
B2) α) Ο καταλύτης είναι το NO.
β) Θεωρία ενδιάμεσων προϊόντων.
γ) $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ E_a
δ) Η αντίδραση χωρίς καταλύτη γίνεται αργά με μεγάλη ενέργεια ενεργοποίησης E_a. Η αντίδραση με παρουσία καταλύτη γίνεται σε δύο γρήγορα στάδια με μικρές E_a(1) και E_a(2). Άρα E_a > E_a(1) και E_a > E_a(2).
ε) Ομογενής κατάλυση.
στ) Το διάγραμμα δ. Στην αρχή ο καταλύτης NO καταναλώνεται στο 1^ο στάδιο και στη συνέχεια αναγεννάται στο 2^ο στάδιο, οπότε η μάζα του παραμένει ίδια.
ζ) Αν η αντίδραση A → B E_a(1) ήταν ενδόθερμη, η B $\xrightarrow{\text{χωρίς καταλύτη}}$ A E_a(2) θα ήταν εξώθερμη και θα είχε μικρότερη E_a. Άρα: E_a(1) > E_a(2).
Η B $\xrightarrow{\text{καταλύτη}}$ A E_a(3) θα είχε μικρότερη E_a(3) από την E_a(2). Άρα θα ίσχυε: E_a(1) > E_a(2) > E_a(3) που είναι άτοπο. Οπότε η αντίδραση A → B είναι **εξώθερμη**.

B3) α) **Σωστή απάντηση η iii.**
Οι συγκεντρώσεις δεν μεταβάλλονται από τον όγκο του δοχείου.

β) **Σωστή απάντηση η ii.**

Όταν αυξάνουμε την θερμοκρασία η χημική ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά προς την ενδόθερμη φορά. Και οι δύο ταχύτητες αυξάνονται. Όμως u₁ > u₂, οπότε η χημική ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά, όπως και στο διάγραμμα.

ΘΕΜΑ Γ



mol	C	+ CO ₂	⇌	2CO
αρχ	κ	λ		-
α/π	-x	-x		+2x
τελ	κ-x	λ-x		2x

Ισχύει: $2x = 4 \rightarrow x = 2$

Επομένως $\kappa=3$

$\lambda=3$

Άρα: $\alpha_1 = \frac{2x}{6}$ Άρα $\alpha_1 = 67\%$, $K_c = 8$

1 mol CO₂ απορροφά 170 kJ
2 mol Q=;

Q = 340 kJ

β)

mol	C	+ CO ₂	⇌	2CO
XI	1	1		4
αρχ	1	1		4-μ
α/π	-ω	-ω		+2ω
XI'	1-ω	1-ω		4-μ+2ω

Η χημική ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά.

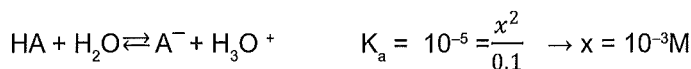
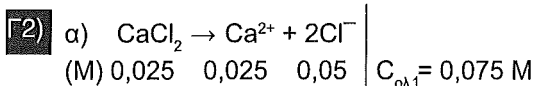
$1 - \omega = 0,5 \rightarrow \omega = 0,5 \text{ mol}$

Στη χημική ισορροπία περιέχονται $n_{\text{CO}_2} = 0,5$ και $n_{\text{CO}} = 5 - \mu$

Θερμοκρασία ίδια άρα K_c ίδια: $K_c = \frac{(\frac{5-\mu}{4})^2}{\frac{0,5}{4}} = 8 \rightarrow \mu = 1 \text{ mol}$

$\alpha_2 = \frac{n'_{\text{CO}} \text{ πρακτ}}{6} = \frac{5}{6}$ Άρα $\alpha_2 = 83,3\%$

γ) Η προσθήκη στερεού C δεν μετατοπίζει την χημική ισορροπία ούτε μεταβάλλει την απόδοση.



0,1 -x x x $C_{\text{ολ2}} = 0,1 - x + x + x = 0,1 + x > 0,075 \text{ M}$

Το H₂O θα κινηθεί προς το υπερτονικό διάλυμα του HA (δεξιά).

β) Στο αριστερό δοχείο περιέχονται: ολικά mol = $C_1 \cdot V = 0,075$ mol

Στο δεξιό δοχείο περιέχονται: ολικά mol = $C_2 \cdot V = 0,1$ mol

Έστω x L H_2O κινούνται προς τα δεξιά.

Άρα, στο αριστερό δοχείο ο όγκος θα είναι $(1-x)$ L ενώ στο δεξιό $(1+x)$ L.

Όταν σταματά η ώσμωση θα ισχύει $\Pi_1' = \Pi_2' \rightarrow C_1' = C_2' \rightarrow$

$$\frac{n_1}{V_1'} = \frac{n_2}{V_2'} \rightarrow \frac{0,075}{1-x} = \frac{0,1}{1+x} \rightarrow x = 0,14 \text{ L}$$

Άρα: $V_1' = 0,86$ L και $V_2' = 1,14$ L. Λόγω αραιώσης, το pH του διαλύματος HA θα αυξηθεί. Επίσης ο βαθμός ιοντισμού του HA θα αυξηθεί.

3

α)

M	$CH_3CH_2OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$		
αρχ	0,04	—	—
α/π	-0,04	+0,04	+0,04
τελ	—	0,04	0,04

β) Το διάγραμμα αναφέρεται στην CH_3CH_2OH . Η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης, λόγω σταθερής κλίσης οπότε ισχύει $u = k$ και η ταχύτητα μένει σταθερή.

Ισχύει: $u_{\text{στιγμιαία}} = \bar{u} = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{0,04}{100} = \text{Άρα } u = 4 \cdot 10^{-4} \frac{M}{s}$

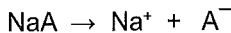
γ) Ισχύει: $\bar{u} = \frac{-\Delta[CH_3CH_2OH]}{\Delta t} \rightarrow 4 \cdot 10^{-4} = \frac{-(0,02-0,04)}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 50s$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1

α) $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow K_a = 10^{-6}$

β) Με την προσθήκη διαλύματος NaA 0,1 M, η [NaA] μένει σταθερή και ίση με 0,1 M, ενώ η [HA] λόγω αραιώσης συνεχώς μικραίνει. Έτσι το τελικό διάλυμα συμπεριφέρεται όπως ένα διάλυμα NaA συγκέντρωσης 0,1 M.



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^- \quad \left| \quad K_b(A^-) = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow 10^{-8} = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow \right.$$

$$0,1-x \quad \quad \quad x \quad \quad x \quad \left. \right| \quad x = 10^{-4,5} = [OH^-], \quad pOH = 4,5$$

και **pH = 9,5**

γ. Σχηματίζεται ΡΔ με: $[HA] = \frac{n_{\text{τελ}}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,005}{0,05+V_1} = C_{\alpha\xi}$

$[NaA] = \frac{n_{\text{τελ}}}{V_{\text{τελ}}} = \frac{0,1V_1+0,005}{0,05+V_1} = C_{\beta\alpha\sigma}$

Ισχύει: $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow V_1 = 0,45 \text{ L}$

34^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) δ A2) β A3) γ A4) δ A5) δ

ΘΕΜΑ Β

B1) Η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά, οπότε η u_2 μικραίνει και η u_1 που αρχικά είναι μηδέν, μεγαλώνει μέχρι να αποκατασταθεί η χημική ισορροπία, οπότε $u_1 = u_2$.

Σωστό το διάγραμμα β.

B2) **Σωστή επιλογή η γ.**

Τη στιγμή t_1 οι C_A και C_T διπλασιάζονται. Αν ο όγκος υποδιπλασιαζόταν, τότε η C_B θα έπρεπε να διπλασιαστεί, γεγονός που δεν ισχύει. Οπότε δεν προκλήθηκε μεταβολή του όγκου.

B3) Το διάλυμα Δ_1 έχει $C_{\text{ολ}} = 0,2 \text{ M}$ και είναι υπερτονικό σε σχέση με το Δ_2 . Το διάλυμα Δ_2 έχει $C_{\text{ολ}} = 0,15 \text{ M}$ και είναι ισοτονικό με το Δ_3 . Περισσότερη ποσότητα H_2O θα κινηθεί αρχικά από το Δ_2 προς το Δ_1 . Οπότε το διάλυμα Δ_1 θα αραιωθεί και το pH θα μειωθεί. Όταν η συγκέντρωση του Δ_2 αυξηθεί θα γίνει υπερτονικό σε σύγκριση με το Δ_3 . Στη συνέχεια περισσότερο H_2O θα μετακινηθεί από το Δ_3 προς το Δ_2 , με αποτέλεσμα η συγκέντρωση του Δ_3 να αυξηθεί και το pH του να αυξηθεί. Το pH του Δ_2 θα μείνει σταθερό, αφού η ζάχαρη δεν ιοντίζεται.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) Η αντίδραση $A + B \rightleftharpoons \Gamma + \Delta$ είναι εξώθερμη αφού έχει μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης από την αντίστροφη της.

Στο δοχείο I η θερμοκρασία μένει ίδια και δεν επηρεάζει τη χημική ισορροπία.

Στο δοχείο II η αντίδραση παράγει θερμότητα η οποία εγκλωβίζεται στο δοχείο και αυξάνει την θερμοκρασία. Έτσι η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά, οπότε στο **δοχείο Β παράγεται μικρότερη ποσότητα της ουσίας Γ.**

Γ2) α) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} \quad \Delta H = -130 \text{ kJ (1)}$

mol	CO	$+ 2\text{H}_2$	$\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$	$\Delta H = -130 \text{ kJ (1)}$
αρχ	5	2	-	
α/π	-x	-2x	+x	
τελ	5-x	2-2x	x	

$$\alpha = \frac{\text{mol H}_2 \text{ που αντεδ}}{\text{mol H}_2 \text{ αρχ}} \rightarrow 0,5 = \frac{2x}{2} \rightarrow x = 0,5 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} \rightarrow K_c = 1$$

β) Το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε από το (i) ερώτημα

$$\begin{array}{l} \text{είναι: } 1 \text{ mol CH}_3\text{OH} \text{ δίνει } 130 \text{ kJ} \\ \quad 0,5 \text{ mol} \quad \quad \quad Q_1 = ; \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} Q_1 = 65 \text{ kJ} \end{array} \right.$$

Πρέπει να υπολογιστεί η ενθαλπία ΔH_4 της αντίδρασης $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

$$\text{Ισχύει: } \Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3 = -130 - 750 + 280 = -600 \text{ kJ}$$

$$\text{Ισχύει: } n_{\text{μείγματος}} = \frac{V}{22,4} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ mol} \quad \text{Άρα } n_{\text{CO}} = n_{\text{H}_2} = 0,25 \text{ mol}$$

Από τη ΔH_4 προκύπτει: 2 mol H_2 δίνουν 600 kJ

$$0,25 \text{ mol H}_2 \quad Q_2 = ; \quad \left| \quad Q_2 = 75 \text{ kJ} \right.$$

Από τη ΔH_3 προκύπτει: 1 mol CO δίνει 280 kJ

$$0,25 \text{ mol CO} \quad Q_3 = ; \quad \left| \quad Q_3 = 70 \text{ kJ} \right.$$

$$Q_{\text{ολ}} = 75 + 70 = 145 \text{ kJ.}$$

Άρα, ο μαθητής κάνει λάθος, αφού από την καύση του μείγματος παράγεται περισσότερη θερμότητα.

α) $K_c = 16$

mol	$SO_2 + NO_2 \rightleftharpoons SO_3 + NO$			
XI	1	1,5	8	3
αρχ	1,5	1,5	8	8
α/π	+x	+x	-x	-x
XI'	1,5+x	1,5+x	8-x	8-x

β) $Q_c = 28,4 > K_c$ άρα, η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά.

Θερμοκρασία ίδια άρα K_c ίδια: $K_c = 16 \rightarrow 4^2 = \left(\frac{8-x}{1,5+x}\right)^2 \rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$

Στη νέα χημική ισορροπία έχουμε: $n_{SO_2} = n_{NO_2} = 1,9 \text{ mol}$ και $n_{SO_3} = n_{NO} = 7,6 \text{ mol}$

γ) Όταν αντιδρούν 0,4 mol NO απορροφάται θερμότητα 10 kJ

$$1 \text{ mol NO} \qquad \qquad \qquad Q = ; \quad \left| \quad Q = 25 \text{ kJ}$$

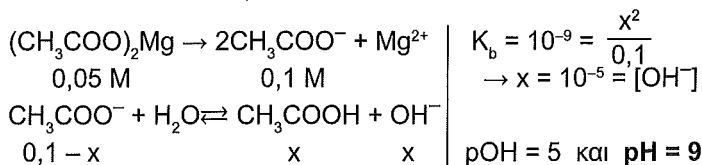
Η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη, άρα $\Delta H = -25 \text{ kJ}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol}$, $n_{\text{Mg}} = \frac{0,12}{24} = 0,005 \text{ mol}$

mol	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Mg} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2$		
αρχ	0,01	0,005	–
α/π	–0,01	–0,005	+0,005
τελ	–	–	0,005

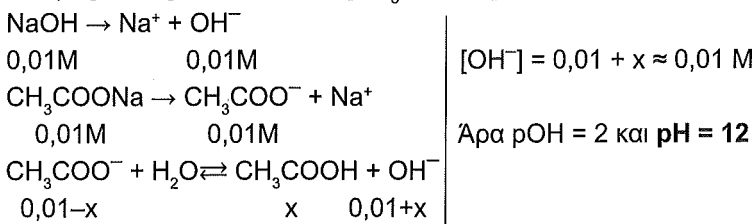
$$[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}] = \frac{0,005}{0,1} = 0,05 \text{ M}$$



β) $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol}$
 $n_{\text{NaOH}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ mol}$

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,01	0,02	–
τελ	–	0,01	0,01

ΕΚΙ με $[\text{NaOH}] = 0,01 \text{ M}$ και $[\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,01 \text{ M}$



γ) $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 \text{ mol}$

mol	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,1	0,15	–
τελ	–	0,05	0,1

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,1	0,05	–
τελ	0,05	–	0,05

Στο ΡΔ έχουμε: $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 \text{ M} = C_{\text{οξ}}$
 $[\text{CH}_3\text{COONa}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,05 \text{ M} = C_{\text{βασ}}$
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$ άρα **pH = 5**

δ) i) Αφού το CH_3COOH και το NaOH έχουν ίδια συγκέντρωση και αντιδρούν με αναλογία 1 προς 1 θα έχουν και τον ίδιο όγκο.

Στην καμπύλη (2) από το μέσο της ογκομέτρησης έχουμε $K_a = 10^{-5}$

Άρα, στο CH_3COOH αντιστοιχεί η καμπύλη (2).

ii) Εργαζόμενος όμοια από την καμπύλη (1) προκύπτει $K_a(\text{HB}) = 10^{-4}$

iii) Για το ισοδύναμο σημείο απαιτούνται 20 mL διαλύματος HB 0,2 M.

mol	$\text{HB} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaB} + \text{H}_2\text{O}$			$[\text{NaB}] = \frac{0,004}{0,04} = 0,1 \text{ M}$
αρχ	0,004	0,004	—	
α/π	-0,004	-0,004	+0,004	
τελ	—	—	0,004	

$\text{NaB} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{B}^-$			$K_b(\text{B}^-) = 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow$ $x = 10^{-5,5} = [\text{OH}^-]$ άρα $\text{pOH} = 5,5$ και $\text{pH} = 8,5$
0,1 M	0,1 M		
$\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$			
0,1-x	x	x	

- 2) α) Με την προσθήκη HCl η $[\text{OH}^-]$ μειώνεται, η χημική ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά και η $[\text{HCOO}^-]$ μειώνεται.
- β) Αυξάνεται η $[\text{OH}^-]$ λόγω EKI . Η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά και η $[\text{HCOO}^-]$ αυξάνεται.
- γ) Ο όγκος του δοχείου δεν επηρεάζει τις συγκεντρώσεις και η χημική ισορροπία μένει σταθερή.

35^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) δ A2) γ A3) γ A4) δ A5) γ

ΘΕΜΑ Β

B1) α) i) Στην περιοχή του μέσου της ογκομέτρησης έχουμε ρυθμιστικά διαλύματα με καλή ρυθμιστική ικανότητα. Έτσι δεν έχουμε σημαντικές μεταβολές στο pH του ογκομετρούμενου διαλύματος.

ii) Μετά το ισοδύναμο σημείο προκύπτει διάλυμα NaOH και NaA⁻.

Η ισχυρή βάση NaOH καθορίζει το pH και αφού έχει C = 0,01 M, η [OH⁻] τείνει στην τιμή 10⁻². Άρα pOH = 2 και pH = 12 = x.

B2) α) Το +I επαγωγικό κάνει τα οξέα ασθενέστερα καθώς δύσκολα αποβάλλουν H⁺. Έτσι το HCOOH είναι ισχυρότερο από το CH₃COOH.

β) Το Br⁻ έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Cl⁻. Έτσι το HBr είναι ισχυρότερο οξύ από το HCl.

γ) Τα περισσότερα άτομα O στο HClO₃ προκαλούν αθροιστικά μεγαλύτερο -I επαγωγικό φαινόμενο. Έτσι ο δεσμός O-H πολώνεται ισχυρότερα, το H⁺ αποσπάται ευκολότερα και το HClO₃ είναι ισχυρότερο.

δ) Στο ιόν HSO₄⁻ το κατιόν H⁺ συγκρατείται ισχυρότερα λόγω του αρνητικού φορτίου. Έτσι το HSO₄⁻ αποβάλλει δυσκολότερα το H⁺ και είναι ασθενέστερο.

B3) α) Το ${}_3\text{Li}$ έχει μεγαλύτερη $E_I(2)$, γιατί κατά τον 2° ιοντισμό το ${}_3\text{Li}^{1+}$ έχει δομή ευγενούς αερίου και απαιτείται πολύ μεγαλύτερη ενέργεια για την απόσπαση του δεύτερου ηλεκτρονίου.

β) Το ${}_{26}\text{Fe}^{2+} \dots 3d^6$ έχει 4 μονήρη ηλεκτρόνια ενώ ο ${}_{29}\text{Cu} \dots 3d^{10}4s^1$ έχει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο.

Άρα, το ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$ είναι πιο παραμαγνητικό.

γ) Από τη σχέση $|\Delta E| = hf$ προκύπτει ότι τα μεγέθη $|\Delta E|$ και f είναι ανάλογα.

Άρα $|\Delta E_{MK}| > |\Delta E_{LK}| \rightarrow f_{M \rightarrow K} > f_{L \rightarrow K}$

δ) ${}_{25}\text{Mn} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ **5 ηλεκτρόνια**

ε) αιθανικό οξύ: 7σ και 1π δεσμός

η) Στα υδρογονοειδή ιόντα όπως το ${}_3\text{Li}^{2+}$ δεν υπάρχουν απώσεις μεταξύ ηλεκτρονίων, οπότε η ενέργεια των υποστοιβάδων, καθορίζεται μόνο από τον αριθμό n.

Άρα $E_{4p} = E_{4s}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) Ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βασ.}}} \rightarrow C = 0,1 \text{ M}$

β) Προστίθενται ω mol NaCN. Άρα το ΡΔ γίνεται λιγότερο όξινο.

Δηλαδή $\text{pH} = 6$.

Ισχύει $[\text{NaCN}] = \frac{\omega}{0,2} \text{ M}$

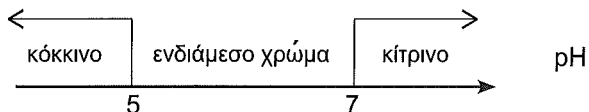
$\text{KCN} \rightarrow \text{K}^+ + \text{CN}^-$ και $\text{NaCN} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{CN}^-$
 $0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad \frac{\omega}{0,2} \text{ M} \quad \frac{\omega}{0,2} \text{ M}$

Ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βασ.}}} \rightarrow 10^{-6} = 10^{-5} \frac{0,1}{(0,1 + \frac{\omega}{0,2})} \rightarrow \omega = 1,8 \text{ mol NaCN}$

γ) χρώμα ΗΔ: $\text{pH} < 5$

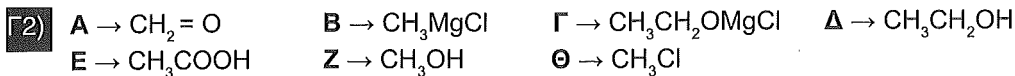
χρώμα Δ⁻: $\text{pH} > 7$

Άρα



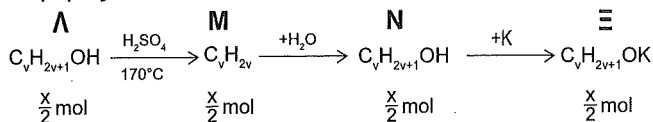
Το διάλυμα Y_2 έχει $\text{pH} = 6$. Άρα, ο δείκτης **θα αποκτήσει ενδιάμεσο χρώμα**

δ) Ισχύει $K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{1}{5}$

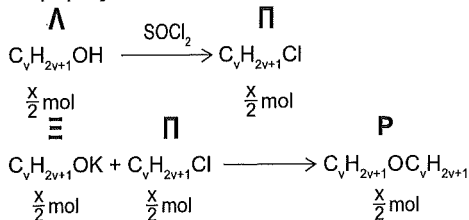


Γ3) Έστω x mol $\Lambda \rightarrow C_vH_{2v+1}OH$. Κάθε μέρος περιέχει $\frac{x}{2}$ mol της αλκοόλης Λ .

1^ο μέρος

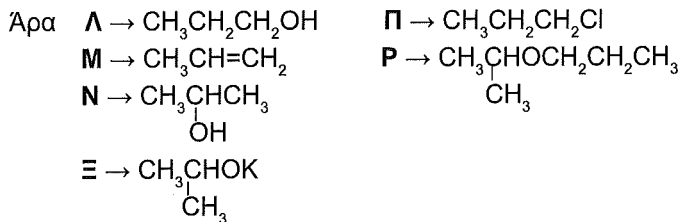


2^ο μέρος



Ισχύει $\frac{x}{2} = 0,2 \rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$

Ισχύει $n_\Lambda = \frac{m_\Lambda}{Mr_\Lambda} \rightarrow 0,4 \rightarrow Mr_\Lambda = 60 \rightarrow v = 3$



ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α)

	$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$		
mol	N_2	$3H_2$	$2NH_3$
αρχ	α	β	-
α/Π	-x	-3x	2x
XI	α-x	β-3x	2x

$$v = 2 \cdot 10^{-4} = \frac{\Delta[NH_3]}{2\Delta t} \rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$$

Άρα, **σχηματίζονται 0,8 mol NH₃**

β) Στη χημική ισορροπία ισχύει $[N_2] = [NH_3] \rightarrow \frac{\alpha-x}{10} = \frac{2x}{10} \rightarrow \alpha = 1,2 \text{ mol } N_2$

Επίσης, $[H_2] = [NH_3] \rightarrow \frac{\beta-3x}{10} = \frac{2x}{10} \rightarrow \beta = 2 \text{ mol } H_2$

Άρα, στη χημική ισορροπία έχουμε $n_{N_2} = n_{H_2} = n_{NH_3} = 0,8 \text{ mol}$

$$\alpha = \frac{2x}{\frac{4}{3}} \quad \text{Άρα } \alpha = 0,6 \text{ ή } 60\%$$

$$K_c = \frac{625}{4}$$

γ) Τα 2 mol NH₃ εκλύουν 100 kJ | **Q = 40 kJ**
 0,8 mol | Q = ;

δ)

	$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$		
XI	0,8	0,8	0,8
αρχ	0,8	0,8	0,8
α/π	-x	-3x	+2x
XI'	0,8-x	0,8-3x	0,8+2x

H $[N_2]$ μειώθηκε και η χημική ισορροπία πήγε δεξιά.

Στην νέα χημική ισορροπία ισχύει $[NH_3] = 2 [N_2] \rightarrow \frac{0,8+2x}{V} = 2 \frac{0,8-x}{V} \rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$

Στην νέα χημική ισορροπία έχουμε $n_{N_2} = 0,6 \text{ mol}$, $n_{H_2} = 0,2 \text{ mol}$, $n_{NH_3} = 1,2 \text{ mol}$

Από την $K_c = 156,25$ προκύπτει **V ≈ 0,72 L**

Δ2) α) $\Pi_{\text{oup.}} = CRT$ ενώ $\Pi_{\text{αλ.}} = iCRT = (x+1)CRT$.

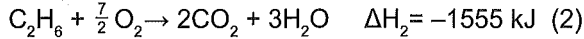
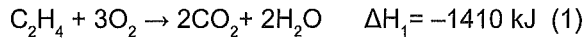
Άρα $\Pi_{\text{αλ.}} > \Pi_{\text{oup.}}$. Οπότε γίνεται ώσμωση. Περισσότερα μόρια H_2O προς τα δεξιά.
Έτσι η μεμβράνη θα κινηθεί προς τα αριστερά.

β) Μετά την κίνηση της μεμβράνης ο όγκος του Δ_1 θα έχει γίνει 0,4 V, ενώ ο όγκος του Δ_2 1,6 V, ενώ τα mol των ουσιών θα μείνουν ίδια.

Μετά την σταθεροποίηση της μεμβράνης τα δύο διαλύματα θα είναι ισοτονικά:

$$\Pi_{\text{ουρίας}} = \Pi_{\text{FeCl}_x} \rightarrow \frac{nRT}{0,4V} = \frac{(n+xn)RT}{1,6V} \rightarrow x = 3 \text{ Άρα ο αριθμός οξειδωσης του σιδήρου είναι } \text{Fe}^{3+}.$$

Δ3) α)



Για την αντίδραση: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \quad \Delta H$

Ισχύει με την βοήθεια του νόμου Hess:

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 = -1410 + 1555 - 285 = -140 \text{ kJ}$$

β)

mol	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$		
αρχ	0,4	0,3	—
α/π	0,3	0,3	0,3
τελ	0,1	—	0,3

$$\Delta H = -140 \rightarrow 1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6 \text{ εκλύει } 140 \text{ kJ} \quad \left| \quad \begin{array}{l} 0,3 \text{ mol} \quad \quad \quad \text{Q;} \quad \quad \quad \mathbf{Q = 42 \text{ kJ}} \end{array} \right.$$

36^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) α A2) α A3) δ A4) β A5) δ

ΘΕΜΑ Β

- B1) α) Μη καταλυόμενη: $\Delta H = 200 \text{ kJ}$ και $E_a = 400 \text{ kJ}$
 Καταλυόμενη: $\Delta H = 200 \text{ kJ}$ και $E_a = 300 \text{ kJ}$

β)

mol	$A(s) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g) + \Delta(g)$			
αρχ	0,2	0,1	—	—
α/π	-x	-2x	+x	+x
τελ (t=100 s)	0,2-x	0,1-2x	x	x

$$t = 100 \text{ s} \rightarrow [B] = 0,02 \text{ M} \rightarrow 0,1 - 2x = 0,02 \rightarrow x = 0,04 \text{ mol}$$

Η σύσταση του μείγματος στα 100 s είναι:

$$n_A = 0,16 \text{ mol}, n_B = 0,02 \text{ mol} \text{ και } n_\Gamma = n_\Delta = 0,04 \text{ mol}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{0,04}{100} \quad \text{Άρα } u = 4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

γ) Από τις μονάδες του k (s^{-1}) προκύπτει ότι αντίδραση είναι 1^{ης} τάξης.

$$\text{Άρα, ο νόμος είναι } u = k[B] \rightarrow u = 2 \cdot 0,1 \text{ Άρα } u = 0,2 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

- δ) $A(s) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + E(g)$ (αργό στάδιο)
 $B(g) + E(g) \rightarrow \Delta(g)$ (γρήγορο στάδιο)

B2) α) $C_2 < C_3 < C_1 \rightarrow K_a \cdot C_2 < K_a \cdot C_3 < K_a \cdot C_1 \rightarrow ([H_3O^+]_2)^2 < ([H_3O^+]_3)^2 < ([H_3O^+]_1)^2 \rightarrow$
 $\rightarrow pH_2 > pH_3 > pH_1$

β) Μετά την ανάμιξη δύο διαλυμάτων ισχύει: $C_2 < C_3 < C_1 \rightarrow \left(\frac{K_a}{C_2}\right)^2 > \left(\frac{K_a}{C_3}\right)^2 > \left(\frac{K_a}{C_1}\right)^2 \rightarrow$
 $\rightarrow \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_1$

B3) Η αντίδραση είναι εξώθερμη. Άρα, με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία θα μετατοπίζεται αριστερά (προς την ενδόθερμη φορά) και έτσι η K_c μειώνεται.

Σωστό το διάγραμμα I.

ΘΕΜΑ Γ

α) Έστω ο νόμος ταχύτητας είναι $u = k [NO_2]^x [CO]^y$

Πείραμα 1: $12,5 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0,5^x \cdot 0,5^y$ (1)

2: $12,5 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0,5^x \cdot 1^y$ (2)

3: $50 \cdot 10^{-3} = k \cdot 1^x \cdot 0,5^y$ (3)

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{12,5 \cdot 10^{-3}}{12,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{k \cdot 0,5^x \cdot 0,5^y}{k \cdot 0,5^x \cdot 1^y} \rightarrow 1 = 0,5^y \rightarrow y=0$$

$$\frac{(3)}{(1)} \rightarrow \frac{50 \cdot 10^{-3}}{12,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{k \cdot 1^x \cdot 0,5^y}{k \cdot 0,5^x \cdot 0,5^y} \rightarrow 4 = 2^x \rightarrow x=2$$

Άρα, ο νόμος είναι: $u = k[NO_2]^2$

$$(1) \rightarrow 12,5 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0,5^2 \rightarrow k = 0,05 \text{ M}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\beta) \bar{u} = \frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t} \rightarrow \Delta[CO_2] = \bar{u} \cdot \Delta t = 10^{-2} \cdot 40 = 0,4 \text{ M}$$

M	$NO_2 + CO \rightarrow NO + CO_2$			
αρχ	0,5	0,5	-	-
α/π	-0,4	-0,4	+0,4	+0,4
τελ(40 min)	0,1	0,1	0,4	0,4

$$t=40 \text{ min} \quad k [NO_2]^2 = 0,05 \cdot 0,1^2 \quad \text{Άρα } u = 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{M}}{\text{min}}$$

γ)

1° στάδιο: $NO_2 + NO_2 \rightarrow NO_3 + NO$ (αργό)

2° στάδιο: $NO_3 + CO \rightarrow NO_2 + CO_2$ (γρήγορο)

$$\delta) \Delta H = 2\Delta H_1 - \Delta H_2 = 2(-112) + 394 = 170 \text{ kJ}$$

mol	C(s) + CO ₂ ⇌ 2CO ΔH = 170 kJ		
αρχ	α	η	—
α/π	-x	-x	+2x
ΧΙ	α-x	η-x	2x

C + CO ₂ ⇌ 2CO ΔH = 170 kJ
2 mol CO απορροφούν 170 kJ
2x mol 170 kJ
Άρα 2x = 2 → x=1

$$\text{Επίσης: } [\text{CO}_2] = [\text{CO}] \rightarrow \eta - x = 2x \rightarrow \eta = 3x = 3 \text{ mol}$$

$$\text{Άρα, στη χημική ισορροπία περιέχονται: } n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}} = 2 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \rightarrow K_c = 0,2$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε: $n_o = n_p$.
 Άρα $C_o = \frac{C_p V_p}{V_o}$ Οπότε $C_o = 0,2 \text{ M}$

$$\text{Στο μέσο της ογκομέτρησης ισχύει } \text{pH} = \text{p}K_a. \text{ Άρα } K_a = 10^{-5}$$

$$\beta) \text{ Στο ισοδύναμο σημείο } n_o = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol RCOOH.}$$

$$\text{και } n_p = 0,004 \text{ mol NaOH}$$

mol	RCOOH + NaOH → RCOONa + H ₂ O		
αρχ	0,004	0,004	—
α/π	-0,004	-0,004	+0,004
τελ	—	—	0,004

$$[\text{RCOONa}] = \frac{n}{V} = \frac{0,004}{0,04} = 0,1 \text{ M}$$

RCOONa → Na ⁺ + RCOO ⁻	K _b (A ⁻) = 10 ⁻⁹ = $\frac{x^2}{0,1}$ →
0,1 M 0,1 M	x = 10 ⁻⁵ = [OH ⁻]
RCOO ⁻ + H ₂ O ⇌ RCOOH + OH ⁻	Άρα pOH = 5 και pH = 9
0,1-x x x	

37^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) γ A3) γ A4) γ A5) α

ΘΕΜΑ Β

B1) Διάγραμμα I → μεταβολή της ταχύτητας μιας ενζυμικά καταλυόμενης αντίδρασης σε σχέση με το χρόνο. Στην αρχή η ταχύτητα αυξάνεται. Όταν υπερβούμε όμως μια κρίσιμη θερμοκρασία, ο καταλύτης καταστρέφεται και η ταχύτητα μειώνεται.

Διάγραμμα II → μεταβολή της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο (μηδενική τάξη).

Διάγραμμα III → μεταβολή βαθμού ιοντισμού α ενός ασθενούς οξέος σε συνάρτηση με τον όγκο του υδατικού διαλύματος NaCl. Με την ανάμειξη υδατικού διαλύματος NaCl η συγκέντρωση του HA ελαττώνεται και ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται.

B2) α) Δ β) Ζ γ) Α δ) Β
ε) Γ στ) Ε ζ) Η

B3)
$$\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$$
$$\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

B4) α) $u = k[\text{B}]$ 1^η τάξη
β) $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
γ) $\text{A}(\text{g}) + \text{E}(\text{g}) \rightarrow \text{Γ}(\text{g})$ γρήγορο
 $\text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Γ}(\text{g}) + \text{E}(\text{g})$ αργό

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α) $T_1: \bar{u} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{2\Delta t} = \frac{0,6}{2 \times 30} = 0,01 \frac{\text{M}}{\text{min}}$ Άρα $\bar{u} = 0,01 \frac{\text{M}}{\text{min}}$
 $T_2: \bar{u} = \frac{0,5}{2 \cdot 5}$ Άρα $\bar{u} = 0,05 \frac{\text{M}}{\text{min}}$

β) $T_1: \alpha_1 = \frac{0,6}{1}$ Άρα $\alpha_1 = 0,6$ ή 60%

$T_2: \alpha_2 = 0,5$ ή 50%

γ) Η καμπύλη της θερμοκρασίας T_2 είναι πιο απότομη, η κλίση μεγαλύτερη, η ταχύτητα παραγωγής NH_3 μεγαλύτερη, άρα και η θερμοκρασία T_2 μεγαλύτερη. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, η $[\text{NH}_3]$ μειώνεται. Ευνοείται η ενδόθερμη φορά και η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά. Άρα, **προς τα δεξιά η αντίδραση είναι εξώθερμη.**

δ) Γενικά: $E_a(\text{εξωθ}) + |\Delta H| = E_a(\text{ενδοθ})$ Άρα $E_a(1) + |\Delta H| = E_a(2)$, οπότε $E_a(2) > E_a(1)$

Γ2) α) Προκύπτει ο νόμος της ταχύτητας

$$u = k[A] \text{ και } k = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

β) i) $u = k[A] = 0,02 \cdot 0,6$ Άρα $u = 0,012 \frac{\text{M}}{\text{s}}$

ii) Ισχύει: $\frac{u_t}{2} = u_1 \rightarrow u_1 = 8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{s}}$

$$u_1 = k[A]_1 \rightarrow [A]_1 = 0,4 \text{ M}$$

Άρα, την στιγμή t_1 αντέδρασαν:

$$[A]_{\text{αρχ}} - [A]_1 = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ M (δηλ. } 2 \text{ mol A)}$$

$$\Delta H = 50 \text{ kJ} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mol A} \rightarrow 50 \text{ kJ} \\ 2 \text{ mol} \quad \quad \quad Q = ; \end{array} \quad \left| \quad Q = 100 \text{ kJ} \right.$$

Γ3) α) 3,6% w/v \rightarrow Σε 100 mL περιέχονται 3,6 g $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

$$C_{\text{γλυκ}} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{3,6}{180 \cdot 0,1} = 0,2 \text{ M}$$

Ισχύει: $\Pi_{\text{γλυκ}} = \Pi_{\text{ζαχ}} \rightarrow C_{\text{γλυκ}} = C_{\text{ζαχ}}$

Άρα, $n_{\text{ζαχ}} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ mol}$ και $n_{\text{ολικά ζαχ}} = 0,1 \text{ mol}$

β) Τα 0,05 mol ζάχαρης εκλύουν 280 kJ $\left| \begin{array}{l} |\Delta H_1| = 5600 \text{ kJ} \\ \Delta H_1 = -5600 \text{ kJ} \end{array} \right.$

Από το νόμο Hess προκύπτει ότι $\Delta H_f = -\Delta H_1 + 12\Delta H_f(\text{CO}_2) + 11\Delta H_c(\text{H}_2)$
οπότε $\Delta H_f = -2215 \text{ kJ/mol}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Όταν έχουν προστεθεί 40 mL διαλύματος HCl που περιέχουν 0,8n mol HCl, το διάλυμα στην ογκομετρική φιάλη είναι ρυθμιστικό.

mol	HCl + CH ₃ NH ₂	→	CH ₃ NH ₃ Cl
αρχ	0,8n	n	–
α/π	–0,8n	–0,8n	+0,8n
τελ	–	0,2n	0,8n

$$C_{\text{βασ}} = \frac{0,2n}{V} \text{ και}$$

$$C_{\text{οξ}} = \frac{0,8n}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}}$$

$$K_a = 2,5 \cdot 10^{-11} \rightarrow K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 4 \cdot 10^{-4}$$

β) Το $pH_{\Sigma} < 7$ λόγω του άλατος CH_3NH_3Cl . Αν χρησιμοποιηθεί ο δείκτης 1 αυτός θα αλλάξει χρώμα σε βασική περιοχή κι επομένως η ογκομέτρηση θα σταματήσει νωρίτερα με αποτέλεσμα να καταναλωθεί μικρότερος όγκος προτύπου διαλύματος HCl . Επομένως θα υπολογιστεί μικρότερη συγκέντρωση αμίνης από την πραγματική (αρνητικό σφάλμα).

γ) Όταν έχουν προστεθεί 25 mL διαλύματος HCl που περιέχουν 0,5n mol HCl , προκύπτει ΡΔ με $C_{οξ} = C_{βασ}$. Άρα βρίσκουμε $[H_3O^+] = 2,5 \cdot 10^{-11} M$

$$\text{Ισχύει: } K_a = \frac{[\Delta^-][H_3O^+]}{[H\Delta]} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} = \frac{K_a(H\Delta)}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-9}}{2,5 \cdot 10^{-11}} = 40 > 10$$

Επομένως θα επικρατήσει το χρώμα Δ^- .

Δ2) α) i)

mol	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$		
αρχ	x	0,5	-
α/π	-y	-y	+2y
τελ	x-y	0,5-y	2y

Αν $x \geq 0,5$ τότε $\alpha = 0,6 = \frac{2y}{1} \rightarrow y = 0,3$. Τότε

$$K_c = \frac{(2y)^2}{(x-y)0,2} = 9 \rightarrow x - y = \frac{(2y)^2}{1,8} \rightarrow x - 0,3 = \frac{0,6^2}{1,8} \rightarrow x = 0,5 \text{ (δεκτή)}$$

Αν $x \leq 0,5$ τότε $\alpha = \frac{2y}{2x} \rightarrow y = 0,6x$

Από την K_c προκύπτει ότι $x = 0,5$ (δεκτή).

Επομένως $x=0,5 \text{ mol}$

$$\text{ii) } u_{HCl} = \frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} \text{ Άρα } u_{HCl} = 6 \cdot 10^{-3} \frac{M}{s}$$

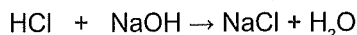
β) i) $pH = 14$ (καθορίζεται από $NaOH$ 1 M).

ii) Το HCl αντιδρά πρώτα με την ισχυρή βάση. Αν $n_{HCl} = n_{NaOH}$ τότε το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH_3 συγκέντρωσης 1 M με $pH = 11,5$ (άτοπο).

Αν $n_{HCl} < n_{NaOH}$ τότε το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH_3 1 M και $NaOH$

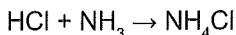
με $pH > 11,5$ (άτοπο). Άρα $n_{HCl} > n_{NaOH}$.

Οπότε 0,2 mol HCl θα εξουδετερώσουν τα 0,2 mol $NaOH$.



0,2 mol 0,2 mol

και θα περισσέψουν άλλα y mol HCl που θα αντιδράσουν με την NH_3 .



y mol 0,2 mol

Αν $y = 0,2$ τότε το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο NH_4Cl με $pH < 5$ (άτοπο).

Αν $y > 0,2$ τότε το τελικό διάλυμα περιέχει HCl και NH_4Cl με $pH < 5$ (άτοπο).

Άρα $y < 0,2$. Αντιδρά πλήρως το HCl και σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα NH_3 και NH_4Cl .

Προκύπτει $y = 0,1 \text{ mol}$.

Άρα, η συνολική ποσότητα HCl που αφαιρέθηκε είναι $0,1 + 0,2 = 0,3 \text{ mol HCl}$.

38^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) γ A2) α A3) α A4) δ A5) δ A6) α) Λ, β) Λ, γ) Σ, δ) Λ, ε) Λ

ΘΕΜΑ Β

B1) Σωστό είναι το διάγραμμα II. Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της, ο συνολικός αριθμός mol των αερίων και η πίεση θα υποδιπλασιαστεί. Η ελάττωση δεν είναι γραμμική, διότι η ταχύτητα δεν είναι σταθερή.

B2) α) Σωστή είναι η απάντηση i

Ισχύει: $P_1 = C_o RT$:

φρουκτόζη \rightleftharpoons γλυκόζη Άρα $C_{ολ} = C_o - x + x$

$C_o - x$ x $C_{ολ} = C_o$

Άρα: $P_2 = C_{ολικό} RT = C_o RT = P_1$

$$\beta) K_c = \frac{[\gamma λ υ κ]}{[\phi ρ ρ υ κ]} = \frac{n_{[\gamma λ υ κ]}}{n_{[\phi ρ ρ υ κ]}}$$

Με το διπλασιασμό του όγκου του διαλύματος το πηλίκο Q_c γίνεται:

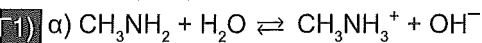
$$Q_c = \frac{\frac{[\gamma λ υ κ]}{2}}{\frac{[\phi ρ ρ υ κ]}{2}} = \frac{[\gamma λ υ κ]}{[\phi ρ ρ υ κ]} = \frac{n_{\gamma λ υ κ}}{n_{\phi ρ ρ υ κ}} = K_c$$

Άρα, η χημική ισορροπία δεν θα μετακινηθεί και η απόδοση θα μείνει ίδια.

B3)

Στοιχείο	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z
Z	29	30	19	35	24	26	20

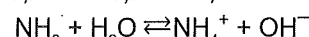
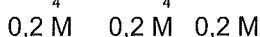
ΘΕΜΑ Γ



$$\text{pH} = 12 \rightarrow \text{pOH} = 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} = x$$

$$\alpha_1 = \frac{x}{C_1} \rightarrow C_1 = \frac{x}{\alpha_1} = 0,2 \text{ M}$$

$$K_b = \frac{x^2}{C_1} = 5 \cdot 10^{-4}$$



$$\alpha_2 = \frac{x}{0,1} \rightarrow x = 5 \cdot 10^{-6}$$

$$K_b = \frac{0,2x}{0,1} = 10^{-5}$$

Άρα, $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) > K_b(\text{NH}_3)$ οπότε η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη βάση.

β) Στο ισοδύναμο ισχύει: $n_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = n_{\text{HCl}} = 0,01 \text{ mol}$.

$$\text{Άρα στο } \Delta_3 \text{ η } C_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ M} = C_{\text{τελ}}$$

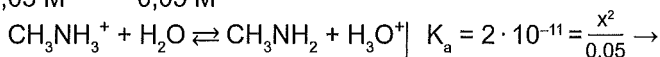
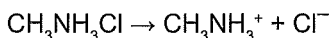
$$\text{Ισχύει για την αραίωση: } C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} \rightarrow$$

$$V_{\text{αρχ}} = \frac{C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}}{C_{\text{αρχ}}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-1}} = 0,05 \text{ L} \quad \text{Οπότε ο όγκος του } \Delta_1 \text{ είναι } 50 \text{ mL.}$$

γ) Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει $n_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = n_{\text{HCl}} = 0,01 \text{ mol}$ και $V_{\text{τελ}} = 200 \text{ mL}$.

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$		
αρχ	0,01	0,01	–
τελ	–	–	0,01

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ M}$$



$$\text{II } 0,05 - x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad \qquad x \quad \left| \quad x = 10^{-6} = [\text{H}_3\text{O}^+] \right.$$

Από την ισορροπία του δείκτη προκύπτει: $\text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{K_a(\text{H}\Delta)}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{I}\Sigma}} \quad \text{οπότε} \quad \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{1}{100}$$

δ) Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

$$\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{1}{100} \quad \text{ή} \quad \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 100 > 10$$

Άρα, επικρατεί το χρώμα του $\text{H}\Delta$ δηλαδή κόκκινο.

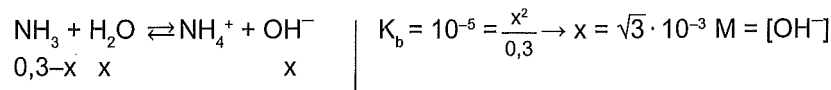
ε) Προσθέτουμε ω mol NaOH.

$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,02 \text{ και } n_{\text{NH}_3} = 0,01 \text{ mol}$$

mol	NaOH + NH ₄ Cl → NH ₃ + NaCl + H ₂ O		
αρχ	ω	0,02	0,01
α/πω	-0,02	-0,02	+0,02
τελ	-	-	0,03

Αν $\omega = 0,02$ mol, τότε:

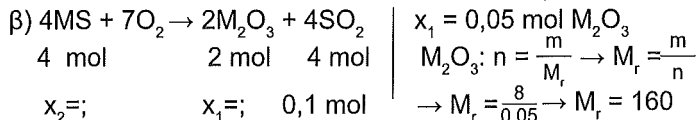
$$C_{\text{NH}_3} = \frac{n}{V} = \frac{0,03}{0,1} = 0,3 \text{ M}$$



$$\text{Άρα } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{\sqrt{3} \cdot 10^{-3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} 10^{-11} \text{ δεκτό}$$

Άρα $\omega = 0,02$ mol NaOH. Αν $\omega > 0,02$ mol ή $\omega < 0,02$ mol τότε η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ήταν μικρότερη ή μεγαλύτερη αντίστοιχα από την τιμή $\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10^{-11} \text{ M}$

Γ2) α) Από το νόμο του Hess προκύπτει: $\Delta H = \Delta H_1 + 4\Delta H_2 - 4\Delta H_3$ Άρα $\Delta H = -2470 \text{ kJ}$



$$\text{Ισχύει } M_r(\text{M}_2\text{O}_3) = 2A_r(\text{M}) + 3A_r(\text{O}) \rightarrow 160 = 2A_r(\text{M}) + 3 \cdot 16 \rightarrow A_r(\text{M}) = 56$$

γ) $x_2 = 0,1$ mol MS

Στα 0,1 mol MS περιέχονται 0,1 mol M δηλαδή $0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ g M}$

Σε 10 g ορυκτού περιέχονται 5,6 g M $x = 56 \% \text{ w/w περιεκτικότητα σε μέταλλο}$

$$100 \text{ g} \qquad \qquad \qquad x = ;$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Η καμπύλη (I) αντιστοιχεί στο SO₃ ενώ η καμπύλη (II) στο SO₂.

mol	2SO ₂ + O ₂ ⇌ 2SO ₃		
αρχ	-	x	y
α/π	2ω	+ω	-2ω
XI	2ω	x+ω	y-2ω

Η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά

Χημική ισορροπία: $[\text{SO}_2] = 1 \text{ M} \rightarrow n_c = 2 \text{ mol} \rightarrow 2\omega = 2 \rightarrow \omega = 1 \text{ mol}$

$[\text{SO}_3] = 1 \text{ M} \rightarrow n_{\text{SO}_2} = 2 \text{ mol} \rightarrow y - 2\omega = 2 \rightarrow y = 4 \text{ mol}$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} \rightarrow [\text{O}_2] = 1 \text{ M} \rightarrow n_{\text{O}_2} = 2 \rightarrow x + \omega = 2$$

$$x = 1 \text{ mol O}_2$$

Άρα, στην αρχή είχαν εισαχθεί 1 mol O₂ και 4 mol SO₃

β) $\Delta H = -100 \text{ kJ} \rightarrow$ Όταν σχηματίζονται 2 mol SO₂ απορροφώνται 100 kJ.

Άρα, απορροφήθηκε θερμότητα 100 kJ.

Δ2) α) Αφού εκλύθηκε θερμότητα, η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά (προς την εξώθερμη). Άρα, η θερμοκρασία μειώθηκε. Άρα $T_2 < T_1$



$$\Delta H = -100 \text{ kJ}$$

XI	2	2	2
αρχ	3	2	3
α/π	-2x	-x	+2x
XI'	3-2x	2-x	3+2x

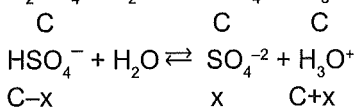
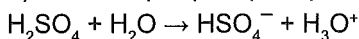
όταν σχηματίζονται 2 mol SO_3 εκλύονται 100 kJ
 $2x$ 25 kJ

$$x = 0,25 \text{ mol}$$

Στη χημική ισορροπία (XI'): 2,5 mol SO_2 , 1,75 mol O_2 , 3,5 mol SO_3

$$K_c' = \frac{\left(\frac{3,5}{2}\right)^2}{\left(\frac{2,5}{2}\right)^2 \left(\frac{1,75}{2}\right)} \text{ Άρα } K_c' = 2,24$$

Δ3) α) Έστω C η συγκέντρωση του H_2SO_4 .



$$K_a = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} \rightarrow$$

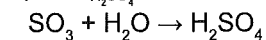
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a = 10^{-2} \rightarrow \text{pH} = 2$$

$$\beta) [\text{H}_3\text{O}^+] = C + x = 0,01 \quad (1)$$

$$\text{Επίσης: } [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{HSO}_4^-] \rightarrow x = C - x \rightarrow x = \frac{C}{2}$$

$$(1) \rightarrow C = \frac{0,02}{3} \text{ M}$$

$$\text{Άρα: } n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C \cdot V = 0,2 \text{ mol}$$

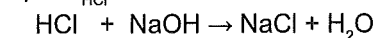


$$0,2 \text{ mol} \quad \quad \quad 0,2 \text{ mol}$$

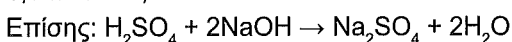
Άρα, διαλύθηκαν 0,2 mol SO_3 .

γ) Το διάλυμα HCl αφού έχει pH = 2 θα έχει C = 0,01 M.

$$\text{Άρα: } n_{\text{HCl}} = C \cdot V = 0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ mol}$$



$$0,3 \text{ mol} \quad 0,3 \text{ mol}$$



$$0,2 \text{ mol} \quad 0,4 \text{ mol}$$

Άρα, το H_2SO_4 απαιτεί περισσότερα mol NaOH για να εξουδετερωθεί.

39^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1) α A2) γ A3) γ A4) δ A5) α

ΘΕΜΑ Β

B1) α) X: $1s^2 2s^2 2p^3 \rightarrow$ **p τομέας, 15^η ομάδα.**

Ηλεκτρόνια εξωτερικής στοιβάδας: $(2, 0, 0, \pm \frac{1}{2}), (2, 1, -1, \frac{1}{2}), (2, 1, 0, \frac{1}{2}), (2, 1, 1, \frac{1}{2})$

$\beta) {}_8\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4$

Το X και το O έχουν ίσες στοιβάδες. Το O έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό και μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο. Έλκει ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια, άρα έχει μικρότερη ατομική ακτίνα. Άρα, **ατομική ακτίνα X > O**

${}_{15}\text{P}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

O P έχει περισσότερες στοιβάδες, ο πυρήνας του έλκει ασθενέστερα τα ηλεκτρόνια, άρα πρέπει να απορροφηθεί μικρότερη ενέργεια για την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου στην αέρια φάση. Άρα **E_i (1): X > P**

B2) α) **α↑, pH↑, mol H₃O⁺↑, [H₃O⁺]↓.**

β) i) Απευθείας ανάμειξη υδατικού διαλύματος NH₃ και υδατικού διαλύματος NH₄Cl.

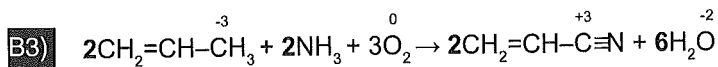
ii) Ανάμειξη υδατικού διαλύματος NH₃ με υδατικό διάλυμα HCl (σε έλλειμμα)

iii) Ανάμειξη υδατικού διαλύματος NH₄Cl με υδατικό διάλυμα NaOH (σε έλλειμμα)

γ) $\text{pH}_{1/2} = 7$ αφού έχουμε το ουδέτερο άλας NaI.

$$K_a = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} \text{ Άρα } \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 10$$

δ) $\text{pH}_{1/2} > 7$ λόγω της παρουσίας του βασικού άλατος NaCN. Ο δείκτης έχει $K_a = 10^{-4}$ οπότε, η ογκομέτρηση θα σταματήσει νωρίτερα. Έτσι θα έχει καταναλωθεί μικρότερος όγκος προτύπου διαλύματος και η συγκέντρωση που θα υπολογιστεί θα είναι **μικρότερη της πραγματικής (αρνητικό σφάλμα).**



2 άτομα C οξειδώνονται από -3 σε +3, οπότε η συνολική αύξηση του ΑΟ είναι $2 \cdot 6 = 12$.

6 άτομα O ανάγονται από 0 σε -2, οπότε η συνολική ελάττωση του ΑΟ είναι $6 \cdot 2 = 12$

ΘΕΜΑ Γ

$$\begin{aligned}
 \alpha) n = 4 \quad \ell = 0 \quad m_\ell = 0 \quad m_s = \pm \frac{1}{2} \\
 \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \\
 \ell = 2 \quad m_\ell = 1 \\
 \ell = 3 \quad m_\ell = 1
 \end{aligned}$$

Κβαντικοί αριθμοί των ηλεκτρονίων

$$(4, 1, 1, +\frac{1}{2}) \quad (4, 1, 1, -\frac{1}{2})$$

$$(4, 2, 1, +\frac{1}{2}) \quad (4, 2, 1, -\frac{1}{2})$$

$$(4, 3, 1, +\frac{1}{2}) \quad (4, 3, 1, -\frac{1}{2})$$

$$\beta) {}_{11}\text{X}: \dots 3s^1 \text{ (αλκάλιο)}$$

$${}_{13}\text{X}: \dots 3s^2 3p^1 \text{ (13}^\circ \text{ ομάδα)}$$

$$\gamma) {}_{17}\text{X}: \dots 3s^2 3p^5$$

$$2) |\Delta E_{LK}| = \frac{3}{4} |E_1| \quad \text{και} \quad |\Delta E_{ML}| = \frac{5}{36} |E_1|$$

$$\text{Είναι} \quad |\Delta E_{LK}| > |\Delta E_{ML}| \quad \text{άρα} \quad f_{L \rightarrow K} > f_{M \rightarrow L} \quad \text{και} \quad \lambda_{L \rightarrow K} < \lambda_{M \rightarrow L}$$

3) α) Τα ιόντα Na και K έχουν δομή ευγενούς αερίου. Στο Na⁺ τα ηλεκτρόνια σθένους είναι πιο κοντά στον πυρήνα. Άρα, **σωστή**.

β) $\lambda = \frac{h}{m\nu}$ Αφού h και ν ίδια προκύπτει ότι τα μεγέθη λ και m είναι αντιστρόφως ανάλογα.

$m_p > m_e$ άρα $\lambda_p < \lambda_e$ Άρα, **λάθος**.

γ) Όταν αραιωθεί το ρΔ το pH θα μείνει ίδιο, άρα $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = [\text{H}_3\text{O}^+]_1$

Επίσης η $[\text{CH}_3\text{NH}_2]$ θα υποδιπλασιαστεί.

Οπότε $\alpha_2 = 2\alpha_1$. Άρα, **σωστή**.

$$\delta) {}_9\text{F}: 1s^2 2s^2 2p^5$$

Τα σωματίδια έχουν ίσες στοιβάδες και ίδιο ατομικό αριθμό. Όμως το ιόν F⁻ έχει περισσότερα ηλεκτρόνια, τα οποία απωθούνται, ισχυρότερα, οπότε το ιόν F⁻ έχει μεγαλύτερη ακτίνα. Άρα, **λάθος**.

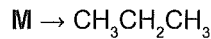
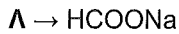
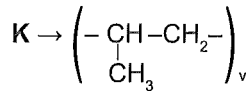
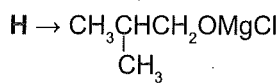
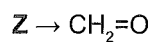
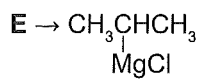
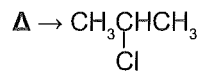
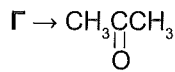
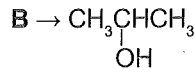
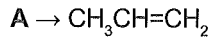
ε) Δίνει CHCl₃. Άρα, **λάθος**.

στ) Η διμεθυλοπροπανόλη δεν αφυδατώνεται. Άρα, **σωστή**.

ζ) Το υδατικό διάλυμα KNO₃ είναι ουδέτερο. Άρα το υδατικό διάλυμα NH₄CN είναι βασικό.

Άρα $K_b(\text{NH}_3) > K_a(\text{HCN})$. Άρα, **λάθος**.

Γ4) α)



β) Με επίδραση $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ στο δοχείο που θα παρατηρήσουμε έκλυση αερίου θα βρίσκεται η ένωση HCOONa ή η ένωση $\text{CH}_2=\text{O}$. Στα δύο δοχεία που παρατηρήσαμε έκλυση αερίου προσθέτουμε αντιδραστήριο Tollens, οπότε στο δοχείο που θα παρατηρήσουμε καταβύθιση ιζήματος θα βρίσκεται η $\text{CH}_2=\text{O}$ και στο άλλο HCOONa .

Στο 3^ο δοχείο θα βρίσκεται η ένωση $\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$.

Γ5) Το στοιχείο Α ανήκει στην 2^η ομάδα και 3^η περίοδο. Η δομή του είναι: $_{12}\text{A}:\dots\dots 3s^2$
α) Σ β) Λ γ) Λ δ) Λ ε) Σ.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1) α) Ισοδύναμο σημείο: $n_{\text{γαλακτ. οξέος}} = n_{\text{NaOH}} \rightarrow C \cdot \frac{20}{1000} = 0,05 \cdot \frac{12}{1000} \rightarrow C = 3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
Ακατάλληλο.

Επίσης στο 1 L γάλακτος περιέχονται $3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ γαλακτικού ή $3 \cdot 10^{-2} \cdot 90 = 2,7 \text{ g}$
Άρα, η **περιεκτικότητα είναι 2,7 g/L.**

β) Τη στιγμή που έχουν προστεθεί 6 mL διαλύματος NaOH έχει εξουδετερωθεί η μισή ποσότητα του γαλακτικού οξέος Προκύπτει τότε ένα ΡΔ με $C_{\text{οξ}} = C_{\text{βασ}}$.

Άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} \rightarrow K_a = 10^{-4}$

γ) Στο ισοδύναμο σημείο από την εξουδετέρωση του γαλακτικού οξέος και του NaOH θα προκύψει ένα βασικό άλας και το $\text{pH}_{\Sigma} = 8$. Όταν το διάλυμα αραιωθεί το pH του διαλύματος θα μειωθεί. Όμως το διάλυμα του άλατος θα παραμείνει βασικό, επομένως το pH του διαλύματος στο νέο ισοδύναμο σημείο θα είναι $7 < \text{pH} < 8$. **Άρα, ο καταλληλότερος δείκτης είναι η ναφθολοφθαλείνη.**

ι) χρώμα κατά την έναρξη \rightarrow ροζ

Δ2) α) $K_a = \alpha^2 \cdot C$ και $\text{pH} = 3$. Άρα $K_a = 10^{-5}$

β) Προσθέτουμε ω mol NaOH. Για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 5$ πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH.

mol	$\text{HCN} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCN} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,05	ω	-
α/π	$-\omega$	$-\omega$	$+\omega$
τελ	$0,05-\omega$	-	ω

$$\text{ΡΔ με: } [\text{HCN}] = \frac{n}{V} = \frac{(0,05-\omega)}{0,5} = C_{\alpha\xi}$$

$$[\text{NaCN}] = [\text{CN}^-] = \frac{\omega}{0,5} = C_{\beta\alpha\sigma}$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow \omega = 0,025 \text{ mol}$$

γ)

mol	$2\text{HCN} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{CN})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,02	0,005	-
α/π	$-0,01$	$-0,005$	$+0,005$
τελ	0,01	-	0,005

Έχω ΡΔ: $[\text{HCN}] = 0,01 \text{ M} = C_{\alpha\xi}$ και $[\text{CN}^-] = 2[\text{Ca}(\text{CN})_2] = 0,01 \text{ M} = C_{\beta\alpha\sigma}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M. Άρα, pH} = 5.$$

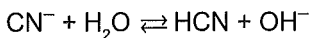
δ) $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaCN}} = n_{\text{HCN}} = 0,05 \text{ mol}$

mol	$\text{HCN} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCN} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχ	0,05	0,05	0,05
α/π	$-0,05$	$-0,05$	$+0,05$
τελ	-	-	0,1

$$[\text{NaCN}] = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$



$$0,1-x \quad \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_b(\text{CN}^-) = 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow x = 10^{-5} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{Άρα } \text{pOH} = 5 \text{ και } \text{pH} = 9$$

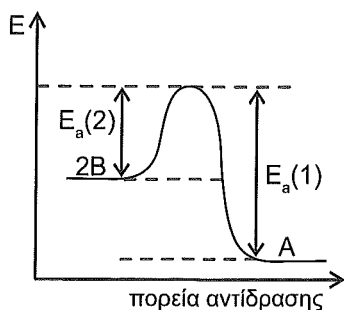
40^ο Κριτήριο Αξιολόγησης - Επαναληπτικό Λύσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1) β A2) γ A3) γ A4) γ A5) α

ΘΕΜΑ Β

- B1) α)



Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η $2B \rightleftharpoons A$ είναι εξώθερμη ($H_{\text{αντιδρ}} > H_{\text{προϊόντων}}$) και η $A \rightleftharpoons 2B$ είναι ενδόθερμη.

β) Βρίσκουμε την $K_c(1)$ στην θερμοκρασία T_1 :

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{1}{V}$$

Η αντίδραση $A \rightleftharpoons 2B$ είναι ενδόθερμη, οπότε με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται και η K_c .

Άρα ισχύει: $K_c(2) > K_c(1) = \frac{1}{V}$

Για να βρούμε την κατεύθυνση της χημικής ισορροπίας προσδιορίζουμε το πηλίκο αντίδρασης Q_c :

$$Q_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{1}{V} < K_c(2).$$

Άρα, η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί δεξιά.

- B2) α) Το 3^ο ευγενές βρίσκεται στην 3^η περίοδο και 18^η ομάδα.

Έχει δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ και $Z = 18$. Άρα, το στοιχείο A θα έχει $Z = 22$ και δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$. Θα ανήκει στην 4^η περίοδο, 4^η ομάδα, d τομέα.

β) Για το στοιχείο B ισχύει $E_i(2) \gg E_i(1)$. Άρα ανήκει στην 1^η ομάδα και έχει δομή:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (Κατά τον 2^ο ιοντισμό το ηλεκτρόνιο αποσπάστηκε από το ιόν B^+ που έχει δομή ευγενούς αερίου, οπότε και δικαιολογείται η μεγάλη τιμή της $E_i(2)$ συγκριτικά με αυτήν της $E_i(1)$). Άρα, το B έχει $Z = 19$.

γ) ${}_{24}^{47}\Gamma: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

Ο ατομικός αριθμός του Γ είναι 24. Επίσης πέντε ηλεκτρόνια έχουν $m_l = 1$

δ) Τα στοιχεία Α, Β και Γ βρίσκονται στην ίδια περίοδο. Το Β όμως ανήκει στην 1η ομάδα. Άρα, **το Β έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.**

ομάδα	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η
4 ^η περίοδος	Β			Α		Γ
	← Αύξηση ατομικής ακτίνας					

B3) Όταν η μεμβράνη ισορροπήσει θα ισχύει:

$$\Pi_{\text{γλυκ}} = \Pi_{\text{ουρ}} \rightarrow C_{\text{γλυκ}} RT = C_{\text{ουρ}} RT \rightarrow$$

$$C_{\text{γλυκ}} = C_{\text{ουρ}} \rightarrow n_{\text{γλυκ}} = n_{\text{ουρ}}$$

Αφού η μεμβράνη ισορροπεί στο μέσο οι όγκοι είναι ίδιοι. Οπότε στο σχήμα Ι τα mol γλυκόζης και ουρίας είναι ίσα.

$$\text{Ισχύει: } m_{\text{γλυκ}} = n \cdot M_r = n \cdot 180 \text{ g} \quad \text{και} \quad m_{\text{ουρ}} = n \cdot M_r = n \cdot 60 \text{ g}$$

Αρχικά το τμήμα Β έχει τριπλάσιο όγκο από το τμήμα Α.

Έστω ότι τοποθετούμε τη γλυκόζη στο τμήμα Β.

Για το διάλυμα γλυκόζης έχουμε:

Σε 3V mL διαλύματος περιέχονται 180n g

$$\text{Σε } 100 \text{ mL} \quad x = ;$$

$$x = \frac{180n \cdot 100}{3V} = \frac{60n \cdot 100}{V} = \alpha \% \text{ w/v περιεκτικότητα}$$

Για το διάλυμα ουρίας θα έχουμε:

Σε V mL διαλύματος περιέχονται 60n g

$$100 \text{ mL} \quad x = ;$$

$$x = \frac{60n \cdot 100}{V} = \beta \% \text{ w/v περιεκτικότητα}$$

Άρα ισχύει $\alpha = \beta$ (άτοπο).

Άρα, στο τμήμα Α τοποθετήθηκε το διάλυμα γλυκόζης και στο τμήμα Β το διάλυμα ουρίας.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α)

mol	A + 2B ⇌ Γ		
αρχ	3	5	-
α/π	-x	-2x	+x
10 min	3-x	5-2x	x

1 mol A εκλύει 2000 kJ

x mol Q = 1500 kJ

$$Q = 2000 x = 1500$$

$$\rightarrow x = 0,75 \text{ mol}$$

Σε t = 10 min: $n_A = 2,25 \text{ mol}$ $n_B = 3,5 \text{ mol}$ $n_\Gamma = 0,75 \text{ mol}$

mol	A + 2B ⇌ Γ		
10 min	2,25	3,5	0,75
α/π	-y	-2y	+y
20 min	2,25-y	3,5-2y	0,75+y

1 mol A εκλύει 2000 kJ

y mol Q = 1000 kJ

$$2000 y = 1000$$

$$\rightarrow y = 0,5 \text{ mol}$$

Σε t = 20 min: $n_A = 1,75 \text{ mol}$ $n_B = 2,5 \text{ mol}$ $n_\Gamma = 1,25 \text{ mol}$

mol	A + 2B ⇌ Γ		
20 min	1,75	2,5	1,25
α/π	-z	-2z	+z
30 min	1,75-z	2,5-2z	1,25+z

 $\Delta H = -2000 \text{ kJ}$ 1 mol A εκλύει 2000 kJ

z mol Q = 500 kJ

$$2000 z = 500$$

$$\rightarrow z = 0,25 \text{ mol}$$

Σε t = 30 min: $n_A = 1,5 \text{ mol}$ $n_B = 2 \text{ mol}$ $n_\Gamma = 1,5 \text{ mol}$

Στο διάστημα 30 – 40 min δεν εκλύθηκε θερμότητα, άρα η αντίδραση στα 30 min έχει ολοκληρωθεί, οπότε οι ποσότητες των σωμάτων στα 40 min θα είναι ίδιες με αυτές στα 30 min.

$$\beta) K_c = \frac{[\Gamma]}{[A][B]^2} = \frac{\frac{1,5}{5}}{\frac{1,5}{5} \left(\frac{2}{5}\right)^2} = \frac{25}{4} \quad \text{ή} \quad K_c = \frac{25}{4}$$

$$\gamma) \bar{u} = \frac{\Delta C_\Gamma}{\Delta t} = \frac{\frac{1,5}{5} - \frac{0,75}{5}}{20} \quad \text{Άρα} \quad \bar{u} = 75 \cdot 10^{-4} \frac{\text{M}}{\text{min}}$$

δ) Η απόδοση θα μπορούσε να αυξηθεί με:

i) Μείωση της θερμοκρασίας

ii) Αύξηση της πίεσης με ελάττωση του όγκου του δοχείου

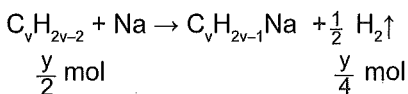
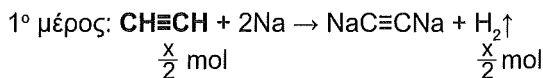
iii) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας A ή B ή A και B

$$\Gamma 2) \text{ Προκύπτει ΡΔ με: } [\text{NH}_3] = \frac{n_{\text{ο}\lambda}}{V_{\text{ο}\lambda}} = \frac{0,1+0,1V}{0,1+V} = C_{\beta\alpha\sigma} \text{ και } [\text{NH}_4\text{Cl}] = [\text{NH}_4^+] = \frac{n_{\text{ο}\lambda}}{V_{\text{ο}\lambda}} = \frac{0,02+2V}{0,1+V} = C_{\text{ο}\xi}$$

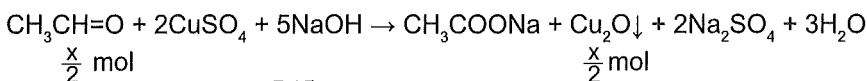
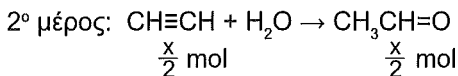
$$\text{Ισχύει: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a(\text{NH}_4^+) \frac{C_{\text{ο}\xi}}{C_{\beta\alpha\sigma}} \rightarrow 10^{-9} = 5 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,02+2V}{0,1+0,1V} \rightarrow V = 0,1 \text{ L}$$

$\Gamma 3)$ Έστω ότι το μείγμα περιέχει x mol X και y mol Ψ.

Κάθε μέρος περιέχει $\frac{x}{2}$ mol X και $\frac{y}{2}$ mol Ψ. Τα αλκίνια και η ένωση στο 2^ο μέρος αντιδρούν με H_2O δίνοντας καρβονυλικές ενώσεις. Αφού υπάρχει αντίδραση με το φελλίγγειο υγρό η μία από αυτές θα είναι αλδεΐδη και το αλκίνιο X υποχρεωτικά θα είναι το $\text{CH}\equiv\text{CH}$ αφού μόνο αυτό δίνει αλδεΐδη. Το αλκίνιο Ψ θα έχει περισσότερα άτομα C και με H_2O θα δώσει την κετόνη T. Άρα, **το αλκίνιο X είναι το $\text{CH}\equiv\text{CH}$ και η αλδεΐδη Σ η $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$.**



$$n_{\text{H}_2} = \frac{V}{22,4} \rightarrow \frac{x}{2} + \frac{y}{4} = \frac{2,24}{22,4} \rightarrow \frac{x}{2} + \frac{y}{4} = 0,1 \quad (1)$$



$$\text{Cu}_2\text{O: } n = \frac{m}{M_r} \rightarrow \frac{x}{2} = \frac{7,15}{143} \rightarrow \frac{x}{2} = 0,05 \rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$$

$$(1) \quad y = 0,2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{μείγματος}} = m_x + m_\psi \rightarrow 10,6 = n_x \cdot M_r(X) + n_\psi \cdot M_r(\Psi) \rightarrow$$

$$10,6 = 0,1 \cdot 26 + 0,2 \cdot M_r(\Psi) \rightarrow M_r(\Psi) = 40$$

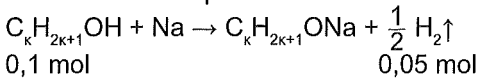
$$\text{Άρα } M_r(\text{C}_v\text{H}_{2v-2}) = 12v + 2v - 2 = 40 \rightarrow v = 3$$

Άρα, **το Ψ είναι το $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ και η κετόνη T η $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$.**

ΘΕΜΑ Δ

$$\Delta 1) n_{\text{H}_2} = \frac{V}{22,4} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ mol}$$

Η Κ είναι αλκοόλη.

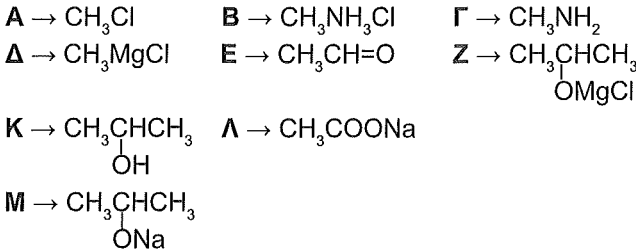


$$K: n = \frac{m}{M_r} \rightarrow M_r = 60.$$

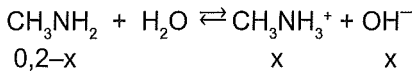
$$M_r(K) = 12k + 2k + 1 + 17 = 60 \rightarrow k = 3$$

Άρα η Κ έχει συντακτικό τύπο: $\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$ (δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση)

Πρόκύπτουν οι παρακάτω συντακτικοί τύποι:



$$\Delta 2) \alpha) n_r = \frac{m}{M_r} = \frac{6,2}{31} = 0,2 \text{ mol}, \quad C_r = 0,2 \text{ M}$$



$$\text{pH} = 12 \rightarrow \text{pOH} = 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} = x$$

$$\text{Άρα } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-2}}{0,2} \quad \alpha = 5 \cdot 10^{-2} \quad K_b = \frac{x^2}{0,2} = \frac{(10^{-2})^2}{0,2} \quad K_b = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$\beta) \text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+ \quad \alpha = \frac{y}{C} \rightarrow \frac{2}{3} = \frac{y}{C} \rightarrow y = \frac{2C}{3} = [\Delta^-]$$

$$[\text{H}\Delta] = C - y = C - \frac{2C}{3} = \frac{C}{3} \quad \text{Άρα } \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 2$$

$$\gamma) \text{ Ισχύει: } K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \rightarrow 4 \cdot 10^{-11} = 2 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-11} \rightarrow [\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M (βασικό διάλυμα)}$$

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$		
αρχ	0,2	n_2	-
α/π	$-n_2$	$-n_2$	$+ n_2$
τελ	$0,2-n_2$	-	n_2

Για να προκύψει βασικό διάλυμα πρέπει $0,2 > n_2$ (περίσσεια CH_3NH_2).

Οι περιπτώσεις $0,2 = n_2$ και $0,2 < n_2$ οδηγούν σε όξινο διάλυμα.

Το ΡΔ που προκύπτει περιέχει:

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{0,2-n_2}{2} = C_{\text{βασ}} \text{ και } [\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = \frac{n_2}{2} = C_{\text{οξ}}$$

$$\text{Ισχύει: } [\text{OH}^-] = K_b \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \rightarrow 5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4} \frac{C_{\text{βασ}}}{C_{\text{οξ}}} \rightarrow$$

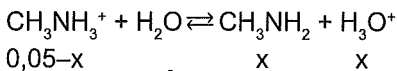
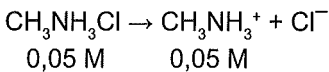
$$C_{\text{βασ}} = C_{\text{οξ}} \rightarrow \frac{0,2-n_2}{2} = \frac{n_2}{2} \rightarrow n_2 = 0,1 \text{ και } \mathbf{C_2 = 0,1 \text{ M}}$$

δ) Στα 2 L του διαλύματος Δ_3 περιέχονται 0,1 mol CH_3NH_2 και 0,1 mol $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$.

Μετά την προσθήκη 0,1 mol HCl γίνεται η εξουδετέρωση της αμίνης.

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$		
αρχ	0,1	0,1	0,1
τελ	-	-	0,2

$$C_{\text{άλατος}} = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ M}$$



$$K_a = 2 \cdot 10^{-11} = \frac{x^2}{0,05} \rightarrow x = 10^{-6} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ άρα } \mathbf{pH = 6.}$$

Το χρώμα του ΗΑ επικρατεί όταν:

$$pH < pK_a - 1 = 10,4 - 1 < 9,4$$

Άρα, το διάλυμα θα έχει χρώμα κόκκινο.