

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ
ΤΕΤΑΡΤΗ 4 ΙΟΥΝΙΟΥ 2025

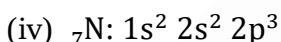
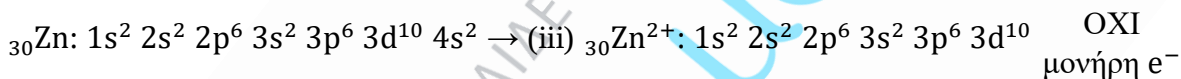
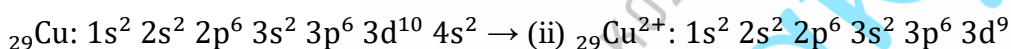
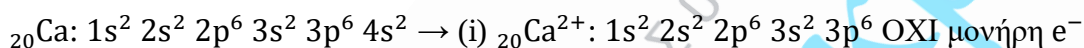
Θέμα Α

A1	A2	A3	A4	A5				
β	γ	α	β	1	2	3	4	5
β	γ	α	β	Σ	Λ	Λ	Λ	Σ

Θέμα Β

B1. α. Σωστά τα (ii) και (iv)

β. Παραμαγνητικά $\Rightarrow$ περιέχουν τουλάχιστον ένα **ΜΟΝΗΡΕΣ e^-**



ΣΧΟΛΙΟ

Κανονικά θα έπρεπε να λέει στη **ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ κατάσταση!**

B2. α. Σωστή η περίπτωση (iii)

β. Αφού το MgCO_3 βρίσκεται σε περίσσεια, ο όγκος του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (που σχετίζεται με την ποσότητά του) θα εξαρτάται από την ποσότητα του HCl (που είναι το ελλειμματικό αντιδρών).

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι μετά τη μεταβολή η αντίδραση ολοκληρώνεται σε μικρότερο χρόνο ($t_2 < t_1$), επομένως αυξήθηκε η ταχύτητα (v) της αντίδρασης και ότι ο όγκος του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (V_{CO_2}) είναι μεγαλύτερος, επομένως θα πρέπει να αυξηθεί η ποσότητα του HCl .

Νόμος ταχύτητας: $v = k \cdot [\text{HCl}]^x$ (το MgCO_3 δεν συμπεριλαμβάνεται γιατί είναι στερεό και έχει σταθερή συγκέντρωση).

Περίπτωση (i): Αύξηση της θερμοκρασίας

$$\theta \uparrow \Rightarrow k \uparrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow t_v \downarrow$$

Σε αυτή την περίπτωση είναι $n_{\text{HCl}} = \text{σταθ.} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = \text{σταθ.} \Rightarrow V_{\text{CO}_2} = \text{σταθ.} \rightarrow$ απορρίπτεται



Περίπτωση (ii): Μεγαλύτεροι κόκκοι $\text{MgCO}_3(\text{s})$

μεγαλύτεροι κόκκοι $\text{MgCO}_3(\text{s}) \Rightarrow$ επιφάνεια επαφής στερεού $\downarrow \Rightarrow k \downarrow \Rightarrow v \downarrow \Rightarrow t_v \uparrow$

Δηλαδή σε αυτή την περίπτωση η αντίδραση θα ολοκληρωνόταν σε μεγαλύτερο χρόνο και θα ήταν και $n_{\text{HCl}} = \text{σταθ.} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = \text{σταθ.} \Rightarrow V_{\text{CO}_2} = \text{σταθ.} \rightarrow$ απορρίπτεται

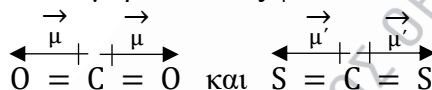
Περίπτωση (iii): Αύξηση της συγκέντρωσης του HCl

$[\text{HCl}] \uparrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow t_v \downarrow$

$[\text{HCl}] \uparrow \xrightarrow{V=\text{σταθ.}} n_{\text{HCl}} \uparrow \Rightarrow n_{\text{CO}_2} \uparrow \Rightarrow V_{\text{CO}_2} \uparrow$

Επομένως, αυτή είναι η αποδεκτή περίπτωση.

B3. Και στα δύο μόρια ασκούνται μόνο διαμοριακές δυνάμεις London, καθώς ισχύει $\vec{\mu}_{\text{ολ.}} = 0$, από τη γεωμετρία των μορίων, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα:



$$M_r(\text{CO}_2) = 1 \cdot A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 \Rightarrow M_r(\text{CO}_2) = 44$$

$$M_r(\text{CS}_2) = 1 \cdot A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{S}) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 32 \Rightarrow M_r(\text{CS}_2) = 76$$

Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις, τόσο υψηλότερο είναι το σημείο ζέσης.

Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα (M_r), τόσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις London. Αυτό εξηγείται από το ότι θα υπάρχουν περισσότερα e^- , επομένως θα είναι πιο εύκολη η ανισοκατανομή των e^- , με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευκολότερα παροδικά δίπολα.

$$\text{Είναι } M_r(\text{CS}_2) = 76 > M_r(\text{CO}_2) = 44 \Rightarrow \Sigma. Z_{\cdot}(\text{CS}_2) > \Sigma. Z_{\cdot}(\text{CO}_2)$$

Επομένως, ο **διθειάνθρακας** (CS_2) έχει **υψηλότερο σημείο ζέσης**.

B4. α. Σωστό το (iv)

ΣΧΟΛΙΟ

Ως σωστή απάντηση θα μπορούσε να θεωρηθεί και το (iii), στην περίπτωση που η αντίδραση θεωρηθεί ως ΜΗΔΑΝΙΚΗΣ τάξης, κάτι το οποίο ΔΕΝ διευκρινιζόταν... (!)

$$\left. \begin{array}{l} \beta. \quad v_{\mu} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \\ v_{\text{NO}} = -\frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \end{array} \right\} v_{\mu} = \frac{v_{\text{NO}}}{2}$$

$$v_{\text{NO} (0-5 \text{ s})} = 0,06 \text{ M/s} \Rightarrow v_{\mu (0-5 \text{ s})} = \frac{v_{\text{NO} (0-5 \text{ s})}}{2} = \frac{0,06}{2} \Rightarrow v_{\mu (0-5 \text{ s})} = 0,03 \text{ M/s}$$

Με την πάροδο του χρόνου υπάρχει μείωση της ταχύτητας με φθίνοντα ρυθμό, άρα

στο χρονικό διάστημα $5 - 10 \text{ s}$ θα είναι $v_{\mu (5-10 \text{ s})} < \frac{0,03}{2} = 0,015 \text{ M/s}$ και στο

χρονικό διάστημα $10 - 15 \text{ s}$ θα είναι $v_{\mu (10-15 \text{ s})} < \frac{0,03}{2} = 0,0075 \text{ M/s}$. Επομένως,



για το χρονικό διάστημα $5 - 15 \text{ s}$ θα είναι σίγουρα $v_{\mu(5-15 \text{ s})} < 0,03 \text{ M/s}$. Άρα, από τις επιλογές που δίνονται η μόνη **δεκτή** είναι η $v_{\mu(5-15 \text{ s})} = \mathbf{0,01 \text{ M/s}}$.

B5. Υποκαταστάτες που έχουν +I επαγωγικό φαινόμενο (δότες ηλεκτρονίων) κάνουν λιγότερο πολωμένο το δεσμό $\text{O}^{\delta-} - \text{H}^{\delta+}$, με αποτέλεσμα η απόσπαση H^+ να γίνεται δυσκολότερη, οπότε η ισχύς της οξέος να ελαττώνεται.

Για τους υποκαταστάτες με +I επαγωγικό φαινόμενο ισχύει ότι: $\text{H}-< \text{CH}_3-$, επομένως για την ισχύ των οξέων θα είναι: $\text{H} \rightarrow \text{COOH} > \text{CH}_3 \rightarrow \text{COOH}$

Και επειδή βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία θα ισχύει: $K_a(\text{HCOOH}) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$

c (M)	HA	+	H ₂ O	⇌	A ⁻	+	H ₃ O ⁺	
Αρχικά	c				—		—	
Ιοντ. / Παρ.	-x				+x		+x	x = [H ₃ O ⁺]
I.I.	c - x				x		x	

προσέγγιση: $c - x \simeq c$

$$K_a(\text{HA}) = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{c-x} \simeq \frac{x^2}{c} \Rightarrow x = \sqrt{K_a(\text{HA}) \cdot c}$$

$$\text{Άρα } [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c}$$

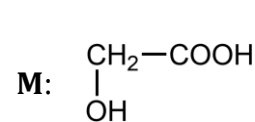
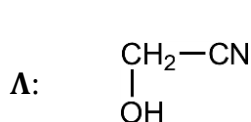
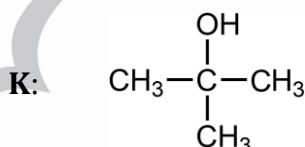
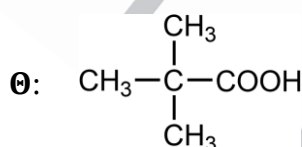
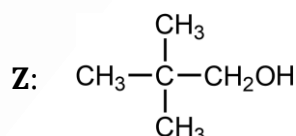
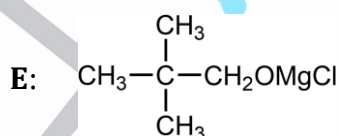
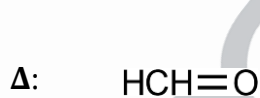
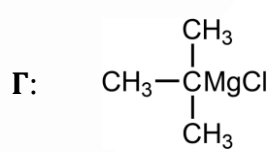
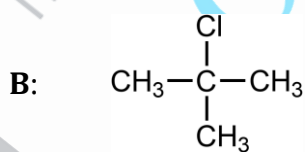
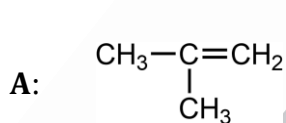
Είναι $c_1 = c_2 = c \text{ M}$ και $K_a(\text{HCOOH}) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 > [\text{H}_3\text{O}^+]_2$

$$\Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_1 < -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow \text{pH}_1 < \text{pH}_2$$

Επομένως, **μικρότερη τιμή pH έχει το διάλυμα Δ₁ με το HCOOH.**

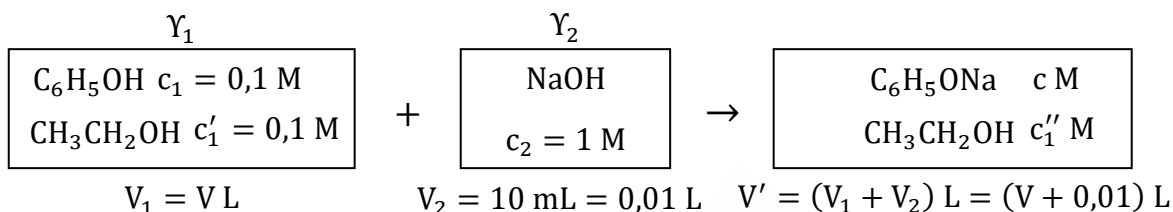
Θέμα Γ

Γ1.





Γ2. α.

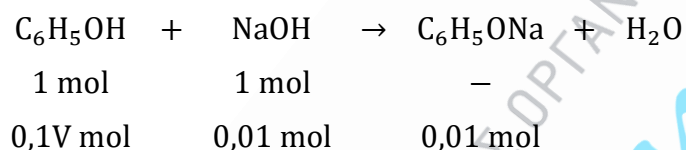


$$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = c_1 \cdot V_1 = 0,1V \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = c'_1 \cdot V_1 = 0,1V \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = c_2 \cdot V_2 = 0,01 \text{ mol}$$

Μόνο η φαινόλη ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) αντιδράει με το NaOH .



Επομένως, είναι $0,1V = 0,01 \Rightarrow V = 0,1 \text{ L}$ ή $V = 100 \text{ mL}$

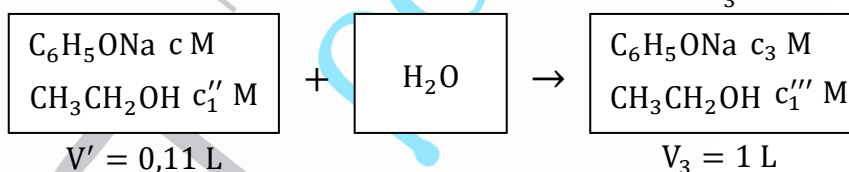
β. Η αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) δεν ιοντίζεται στο νερό, καθώς η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$ είναι ισχυρή βάση και η παρακάτω ισορροπία είναι πλήρως μετατοπισμένη προς τα αριστερά.



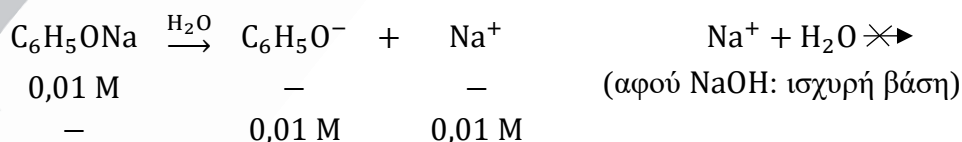
Επομένως, το pH του τελικού διαλύματος (Y_3) μετά και από την αραίωση θα καθορίζεται μόνο από το φαινόλικό άλας $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$.

$$V' = (V + 0,01) \text{ L} = (0,1 + 0,01) \text{ L} = 0,11 \text{ L}$$

$$c_{\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}} = c = \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}}}{V'} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,11 \text{ L}} = \frac{0,01}{0,11} \text{ M} \Rightarrow c = \frac{0,01}{0,11} \text{ M}$$



$$\text{Αραίωση: } n = n_3 \Rightarrow c \cdot V = c_3 \cdot V_3 \Rightarrow c_3 = \frac{c \cdot V}{V_3} \Rightarrow c_3 = \frac{\frac{0,01}{0,11} \cdot 0,11}{1} \Rightarrow c_3 = 0,01 \text{ M}$$



c (M)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$+ \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$+ \text{OH}^-$	
Αρχικά	0,01			-	-	
Ιοντ. / Παρ.	-x			+x	+x	$x = [\text{OH}^-]_3$
I.I.	0,01 - x			x	x	



$$K_b(C_6H_5O^-) = \frac{K_w}{K_a(C_6H_5OH)} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} \Rightarrow K_b(C_6H_5O^-) = 10^{-4}$$

$$\frac{K_b(C_6H_5O^-)}{c_3} = \frac{10^{-4}}{0,01} = 10^{-2} \rightarrow \text{προσέγγιση: } 0,01 - x \approx 0,01$$

$$K_b(C_6H_5O^-) = \frac{[C_6H_5OH] \cdot [OH^-]}{[C_6H_5O^-]} = \frac{x^2}{0,01-x} \approx \frac{x^2}{0,01} \Rightarrow x = \sqrt{K_b(C_6H_5O^-) \cdot 0,01}$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{10^{-4} \cdot 10^{-2}} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Άρα } [OH^-]_3 = 10^{-3} \text{ M}$$

$$pOH_3 = -\log[OH^-]_3 = -\log 10^{-3} \Rightarrow pOH_3 = 3$$

$$pH_3 + pOH_3 = pK_w \xrightarrow{\theta=25^\circ\text{C}} pH_3 = 14 - pOH_3 = 14 - 3 \Rightarrow \mathbf{pH_3 = 11}$$

Γ3.

	Na	Br ₂ /CCl ₄	I ₂ /NaOH	Δοχείο
CH ₃ CH ₂ OH (1-προπανόλη)	✓	✗	✗	1
CH ₃ CH(OH)CH ₃ (2-προπανόλη)	✓	✗	✓	4
CH ₃ CH ₂ OCH ₃ (αιθυλομεθυλαιθέρας)	✗	✗	✗	2
CH ₂ = CHCH ₂ OH (2-προπεν-1-όλη)	✓	✓	✗	3

Παίρνουμε μικρή ποσότητα από το κάθε δοχείο και προσθέτουμε ένα μικρό κομμάτι μεταλλικού Na. Στο **δοχείο 2** όπου δεν παρατηρούμε έκλυση αερίου H₂ (φυσαλίδες) θα περιέχεται ο **αιθυλομεθυλαιθέρας** (CH₃CH₂OCH₃).

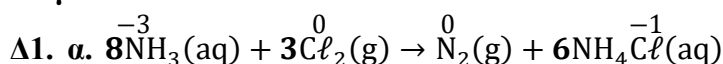
Στη συνέχεια παίρνουμε μικρή ποσότητα από τα άλλα τρία δοχεία (1, 3 και 4) και τη διαβιβάζουμε σε διάλυμα Br₂/CCl₄. Στο **δοχείο 3** όπου παρατηρούμε αποχρωματισμό του καστανέρυθρου διαλύματος θα περιέχεται η μοναδική ακόρεστη ένωση **2-προπεν-1-όλη** (CH₂ = CHCH₂OH).

Τέλος, διαβιβάζουμε μικρή ποσότητα από τα άλλα δύο δοχεία I₂ σε NaOH. Στο **δοχείο 4** όπου παρατηρούμε σχηματισμό κίτρινου ιζήματος ιωδοφορμίου (CHI₃) θα περιέχεται η μοναδική μεθυλο 2^ο ταγής αλκοόλη **2-προπανόλη** (CH₃CH(OH)CH₃).

Επομένως, το **δοχείο 1** θα περιέχει την **1-προπανόλη** (CH₃CH₂OH).

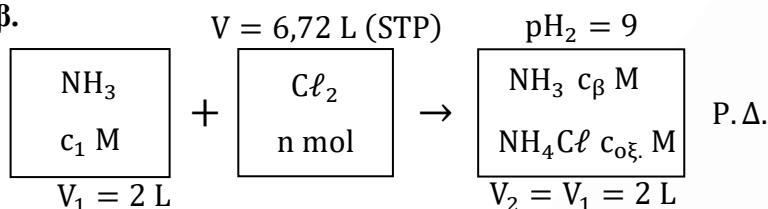
Αντιδράσεις

- CH₃CH₂OH + Na → CH₃CH₂ONa + $\frac{1}{2}$ H₂ ↑
- CH₃CH(OH)CH₃ + Na → CH₃CH(ONa)CH₃ + $\frac{1}{2}$ H₂ ↑
- CH₂ = CHCH₂OH + Na → CH₂ = CHCH₂ONa + $\frac{1}{2}$ H₂ ↑
- CH₂ = CHCH₂OH + Br₂ $\xrightarrow{CCl_4}$ CH₂(Br)CH(Br)CH₂OH
- CH₃CH(OH)CH₃ + 4I₂ + 6NaOH → CH₃COONa + CHI₃ ↓ + 5NaI + 5H₂O

**Θέμα Δ**

Οξειδωτικό σώμα: Cl_2 αφού ανάγεται από 0 σε -1

Αναγωγικό σώμα: NH_3 αφού το N οξειδώνεται από -3 σε 0

β.

$$n_{\text{NH}_3} = c_1 \cdot V_1 = 2c_1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cl}_2} = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol}$$

Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα (P. Δ.) θα πρέπει η NH_3 να βρίσκεται σε περίσσεια.

n (mol)	$8\text{NH}_3(\text{aq})$	+	$3\text{Cl}_2(\text{g})$	$\rightarrow$	$\text{N}_2(\text{g})$	+	$6\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
Αρχικά	$2c_1$		0,3		—		—
Αντ. / Παρ.	$-8y$		$-3y$		$+y$		$+6y$
Τελικά (t_v)	$2c_1 - 8y$		$0,3 - 3y$		y		$6y$

Την t_v είναι $n'_{\text{Cl}_2} = 0$ (ελλειμματικό) $\Rightarrow 0,3 - 3y = 0 \Rightarrow 3y = 0,3 \Rightarrow y = 0,1 \text{ mol}$

$$c_{\text{NH}_3} = c_\beta = \frac{n_{\text{NH}_3(\text{περ.})}}{V_2} = \frac{2c_1 - 8y}{V_2} = \frac{2c_1 - 0,8}{2} \text{ M}$$

$$c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = c_{\text{ox.}} = \frac{n_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{V_2} = \frac{6y}{V_2} = \frac{0,6}{2} \text{ M}$$

$$\text{pH}_2 + \text{pOH}_2 = \text{pK}_w \xrightarrow{\theta=25^\circ\text{C}} \text{pOH}_2 = 14 - \text{pH}_2 = 14 - 9 \Rightarrow \text{pOH}_2 = 5$$

Το διάλυμα Y_2 είναι P. Δ. επομένως ισχύει η εξίσωση Henderson – Hasselbalch:

$$\text{pOH}_2 = \text{pK}_b(\text{NH}_3) + \log \frac{c_{\text{ox.}}}{c_\beta} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{c_{\text{ox.}}}{c_\beta} \Rightarrow \log \frac{c_{\text{ox.}}}{c_\beta} = 0 \Rightarrow \log \frac{c_{\text{ox.}}}{c_\beta} = \log 1$$

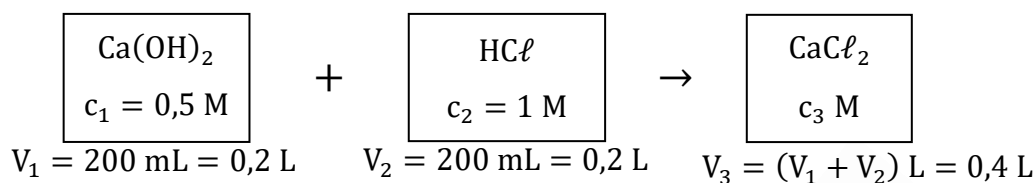
$$\Rightarrow \frac{c_{\text{ox.}}}{c_\beta} = 1 \Rightarrow c_\beta = c_{\text{ox.}} \Rightarrow \frac{2c_1 - 0,8}{2} = \frac{0,6}{2} \Rightarrow 2c_1 - 0,8 = 0,6 \Rightarrow 2c_1 = 1,4 \Rightarrow c_1 = 0,7 \text{ M}$$

γ. Όσο μικρότερη τιμή αλγεβρικά έχει η ΔH_f° τόσο πιο σταθερή θεωρείται η χημική ένωση σε σχέση με τα στοιχεία της.

Για τις αλγεβρικές τιμές των πρότυπων ενθαλπιών σχηματισμού (ΔH_f°) των οξειδίων του αζώτου είναι:

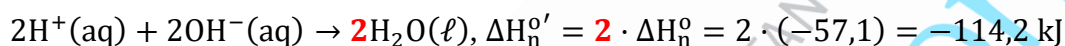
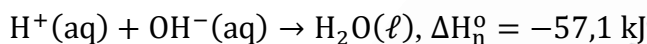
$$\Delta H_f^\circ(\text{NO}_2) = +33 \text{ kJ/mol} < \Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{O}) = +82 \text{ kJ/mol} < \Delta H_f^\circ(\text{NO}) = +90 \text{ kJ/mol}$$

Άρα σχηματίζεται το **NO₂**.

**Δ2. α.**

$$n_{\text{Ca(OH)}_2} = c_1 \cdot V_1 = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = c_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ mol}$$

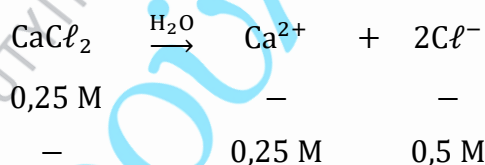


n (mol)	Ca(OH) ₂	+	2HCl	→	CaCl ₂	+	2H ₂ O	ΔH _n ^{ο'} = 2 · ΔH _n ^ο = -114,2 kJ
Αρχικά	0,1		0,2		—			
Αντ. / Παρ.	-0,1		-0,2		+0,1			εκλύονται q = 114,2 · 0,1 kJ
Τελικά	—		—		0,1			εκλύονται q = 11,42 kJ

Άρα, το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την εξουδετέρωση είναι ίσο με **11,42 kJ**.

β. Το τελικό διάλυμα θα περιέχει μόνο το άλας CaCl₂.

$$c_{\text{CaCl}_2} = c_3 = \frac{n_{\text{CaCl}_2}}{V_3} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} \Rightarrow c_3 = 0,25 \text{ M}$$



Η οσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, δηλαδή δεν εξαρτάται από τη φύση των διαλυμένων σωματιδίων του διαλύματος, αλλά εξαρτάται από την ολική τους συγκέντρωση, δηλαδή ισχύει ότι:

$$c_{3(\text{ολ.})} = c_{\text{Ca}^{2+}} + c_{\text{Cl}^-} = 0,25 + 0,5 \Rightarrow c_{3(\text{ολ.})} = 0,75 \text{ M}$$

$$\Pi_3 = c_{3(\text{ολ.})} \cdot RT = 0,75 \cdot 24 \Rightarrow \Pi_3 = 18 \text{ atm}$$

$$\Delta 3. \alpha. K_{c(1)} = \frac{[\text{XY}]^2}{[\text{X}_2] \cdot [\text{Y}_2]} = \frac{\frac{4}{2} \cdot \frac{4}{2}}{\frac{2}{2} \cdot \frac{2}{2}} \Rightarrow K_{c(1)} = 4 \text{ (στους } \theta_1 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Είναι $n'_{\text{X}_2(\text{X.I.}_{(2)})} = 3 \text{ mol} > n_{\text{X}_2(\text{X.I.}_{(1)})} = 2 \text{ mol} \Rightarrow \text{η X.I. μετατοπίστηκε προς τα αριστερά}$



n (mol)	X ₂ (g)	+	Y ₂ (g)	⇌	2XY(g)
X.I. ₍₁₎	2		2		4
Μεταβολές	θ ↑		+1	(←)	+10
Αντ. / Παρ.	+ω		+ω		-2ω
X.I. ₍₂₎	2 + ω		3 + ω		14 - 2ω

$$X.I._{(2)}: n'_{X_2(X.I._{(2)})} = 3 \text{ mol} \Rightarrow 2 + \omega = 3 \Rightarrow \omega = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Σύσταση στη } X.I._{(2)}: n_{X_2} = 2 + \omega = \mathbf{3 \text{ mol}}$$

$$n_{Y_2} = 3 + \omega = \mathbf{4 \text{ mol}}$$

$$n_{XY} = 14 - 2\omega = \mathbf{12 \text{ mol}}$$

$$\beta. K_{c(2)} = \frac{[XY]'^2}{[X_2]' \cdot [Y_2]'} = \frac{\frac{12}{V} \cdot \frac{12}{V}}{\frac{3}{V} \cdot \frac{4}{V}} \Rightarrow K_{c(2)} = 12 \text{ (στους } \theta_2 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Είναι $K_{c(2)} = 12 > K_{c(1)} = 4 \Rightarrow$ η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά

Όμως η αύξηση της K_c οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας. Επομένως, η $X.I.$ μετατοπίστηκε προς τα δεξιά λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση.

Επομένως, η αντίδραση **προς τα δεξιά** είναι **ενδόθερμη** ($\Delta H > 0$).