

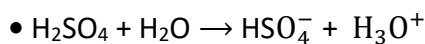
# ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

## ΧΗΜΕΙΑ

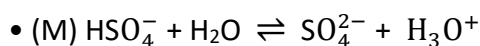
ΜΑΡΤΙΟΣ 2023

### ΘΕΜΑ Α

#### A1. γ



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



$$\text{I.I} \quad 0,1 - x \qquad x \qquad 0,1 + x$$

Δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις:  $\frac{K_{a2}}{0,1} = \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{0,1} = 0,11 > 10^{-2}$ .

Συνεπώς, μεγαλύτερη θα είναι η:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + x$

#### A2. δ

Το μοναδικό αντιδρών είναι στερεό: δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωσή του  $\Rightarrow U = k = \text{σταθ}$ .

#### A3. α

Με  $V \downarrow \Rightarrow P \uparrow$  (Le Chatelier): η Χ.Ι θα μετατοπιστεί προς τα εκεί που θέλουμε  $P \downarrow$  άρα και  $n_{\alphaερίων} \downarrow$  ( $1\text{mol A}_{(g)} + 1\text{mol B}_{(g)} \rightarrow 1\text{mol Γ}_{(g)}$ ), δηλαδή προς τα δεξιά. Συνεπώς πρέπει η ελάττωση της θερμοκρασίας να μετατοπίζει την Χ.Ι προς τα αριστερά όπου ευνοείται η εξώθερμη (ώστε ο αριθμός mol των ουσιών παραμένει σταθερός). Άρα η προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη.

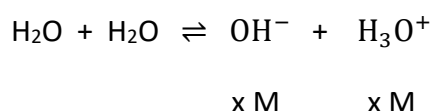
#### A4. δ

Πρόκειται για υδρογονοειδές ιόν: η ενέργεια εξαρτάται μόνο από τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$  και μάλιστα είναι αρνητική.

**A5. α) (Λ)** Πρέπει όλα τα μονήρη ηλεκτρόνια να έχουν το ίδιο είδος spin.

**β) (Λ)** Η  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$  είναι πιο ισχυρή βάση από την  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (εμφανίζει υποκαταστάτη  $\text{CH}_3^-$  με +I επαγωγικό φαινόμενο, το οποίο ενισχύει την ισχύ των βάσεων. Η ισορροπία είναι περισσότερο μετατοπισμένη προς τα αριστερά, δηλαδή προς τις ασθενέστερες ουσίες.

**γ) (Σ)** Δεν υδρολύεται κανένα ιόν του άλατος. Συνεπώς:



Με  $T \uparrow \Rightarrow$  ευνοείται η προς τα δεξιά (ενδόθερμη) αντίδραση αυτοϊοντισμού του  $\text{H}_2\text{O}$   
 $\Rightarrow K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{OH}^-]_{\text{H}_2\text{O}} > 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{OH}^-]_{\text{H}_2\text{O}} > 10^{-7} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} < 7.$

**δ) (Σ)** Περιέχει άτομο O.

**ε) (Λ)** Η παρουσία καταλύτη σε μια μονόδρομη αντίδραση, αυξάνει την ταχύτητά της αλλά δεν μεταβάλλει το ενεργειακό περιεχόμενό της (το  $\Delta H$  της αντίδρασης).

#### ΘΕΜΑ Β

**B1. α) (I)** 3<sup>ο</sup> ευγενές αέριο: 3<sup>η</sup> περίοδος, VIIIA (18) ομάδα (δομή εξωτερικής στιβάδας:  $ns^2 np^6$  με  $n_{\text{εξωτ.}} = 3$ )  $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  άρα  $Z = 18.$

Συνεπώς το A αποβάλλοντας  $2e^-$  μετατρέπεται στο ιόν  $A^{2+}$  το οποίο διαθέτει  $18e^-$ . Άρα το ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο A έχει  $20e^-$  και προφανώς  $20p \Rightarrow Z_A = 20.$

A:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  (4<sup>η</sup> περίοδος, IIA (2) ομάδα)

**(II)** Το B ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο και με 4 μονήρη ηλεκτρόνια (υποστιβάδα d) έχει δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  (VIIIB (8) ομάδα)  $\rightarrow Z_B = 26.$

•  $3d^6$ :  $\underline{\uparrow\downarrow} \quad \underline{\uparrow} \quad \underline{\uparrow} \quad \underline{\uparrow} \quad \underline{\uparrow}$

**(III)** Το Γ είναι αλογόνο της 4<sup>ης</sup> περιόδου, VIIA (17) ομάδα, με δομή εξωτερικής στιβάδας  $ns^2 np^5$  με  $n_{εξωτ.} = 4$ )  $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$  άρα  $Z_{\Gamma} = 35$ .

**β)** Τα στοιχεία Α, Β και Γ βρίσκονται στην ίδια περίοδο και όσο κινούμαστε προς τα αριστερά σε αυτή, αυξάνεται η ατομική ακτίνα των στοιχείων. Άρα:  $r_A > r_B > r_{\Gamma}$ .

**γ)**  $B^{3+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

**i)**  $1s^2 \rightarrow 2e^-$ ,  $2s^2 \rightarrow 2e^-$ ,  $2p^6 \rightarrow 2e^-$ ,  $3s^2 \rightarrow 2e^-$ ,  $3p^6 \rightarrow 2e^-$ ,  $3d^5 \rightarrow 1e^-$

Συνολικά:  $11e^-$  με  $m_l = 0$ .

**ii)**  $2p^6 \rightarrow 2e^-$ ,  $3p^6 \rightarrow 2e^-$ ,  $3d^5 \rightarrow 1e^-$

Συνολικά:  $5e^-$  με  $m_l = 0$ .

**iii)**  $1s^2 \rightarrow 1e^-$ ,  $2s^2 \rightarrow 1e^-$ ,  $2p^6 \rightarrow 3e^-$ ,  $3s^2 \rightarrow 1e^-$ ,  $3p^6 \rightarrow 3e^-$ ,  $3d^5 \rightarrow 5e^-$  ή  $0e^-$ .

Συνολικά:  $14e^-$  ή  $9e^-$  με  $m_s = +\frac{1}{2}$ .

**δ)** Δ:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$  (4<sup>η</sup> περίοδος, VIB)

•  $3d^5$ :  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$   $4s^1$ :  $\uparrow$

**ε)**  $A_{(g)} \rightarrow A_{(g)}^+ + e^-$ ,  $E_{i1} = 590 \text{ KJ}$

•  $A_{(g)}^+ \rightarrow A_{(g)}^{2+} + e^-$ ,  $E_{i2} > E_{i1}$  (απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για να αποσπαστεί το δεύτερο ηλεκτρόνιο από το θετικό ιόν, το οποίο έλκεται πιο ισχυρά, από ότι το πρώτο ηλεκτρόνιο από το αντίστοιχο ουδέτερο άτομο)

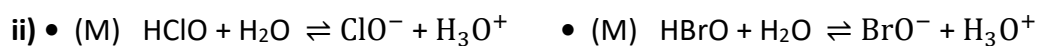
Προσθέτοντας κατά μέλη:

$A_{(g)} \rightarrow A_{(g)}^{2+} + 2e^-$ ,  $E = E_{i1} + E_{i2} > 2E_{i1} = 2 \cdot 590 \text{ KJ} = 1180 \text{ KJ}$  **(iii)**

**B2. A) i)**  ${}_{17}\text{Cl}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \rightarrow 3^{\text{η}}$  περίοδος, VIIA ομάδα

•  ${}_{35}\text{Br}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5 \rightarrow 4^{\text{η}}$  περίοδος, VIIA ομάδα

Τα αμέταλλα Cl, Br βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα και το Cl είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό (βρίσκεται πιο πάνω).



Έχουν ίδιο pH  $\Rightarrow x = z$  (1)

$$\cdot K_{\alpha(\text{HClO}; 25^\circ\text{C})} = \frac{x^2}{\text{C}-x} \approx \frac{x^2}{\text{C}} \quad (2) \quad \cdot K_{\alpha(\text{HBrO}; \theta^\circ\text{C})} = \frac{z^2}{\text{C}-z} \approx \frac{z^2}{\text{C}} \quad (3)$$

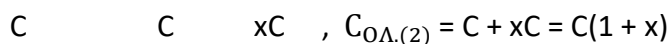
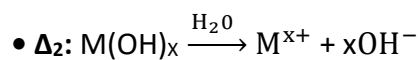
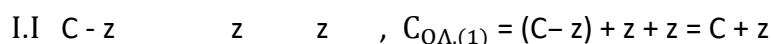
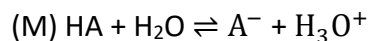
$$(2), (3) \xrightarrow{(1)} K_{\alpha(\text{HClO}; 25^\circ\text{C})} = K_{\alpha(\text{HBrO}; \theta^\circ\text{C})} \quad (4)$$

Πρόκειται για οξυγονούχα οξέα (με ίδιο πλήθος ατόμων O): το Cl είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό από το Br και στην περίπτωση του πολώνεται περισσότερο ο δεσμός του H-O, με αποτέλεσμα να διασπάται πιο εύκολα (αποσπάται πιο εύκολα το  $\text{H}^+$ ). Συνεπώς το οξύ  $\text{HClO}$  είναι πιο ισχυρό από το  $\text{HBrO}$  ( $25^\circ\text{C}$ ).

$$\text{Δηλαδή: } K_{\alpha(\text{HClO}; 25^\circ\text{C})} > K_{\alpha(\text{HBrO}; 25^\circ\text{C})} \quad (4)$$

Από (4), (5)  $\Rightarrow K_{\alpha(\text{HBrO}; \theta^\circ\text{C})} > K_{\alpha(\text{HBrO}; 25^\circ\text{C})} \Rightarrow \text{H } K_{\alpha} \uparrow$  (ισορροπία ιοντισμού προς τα δεξιά) και επειδή οι αντιδράσεις ιοντισμού είναι ενδόθερμες (ευνοούνται με αύξηση της  $\theta$ ), καταβαίνουμε ότι  $\theta > 25^\circ\text{C}$ .

**B) α) •  $\Delta_1$ :**  $\alpha = 0,2 > 0,1 \Rightarrow$  δεν ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.



$$\text{Ισχύει: } \Pi_2 = 2,5\Pi_1 \Rightarrow C_{\text{O}\Lambda.(2)}RT = 2,5C_{\text{O}\Lambda.(1)}RT \Rightarrow C_{\text{O}\Lambda.(2)} = 2,5C_{\text{O}\Lambda.(1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{C}(1 + x) = 2,5(\text{C} + z) \xrightarrow{z=0,2\text{C}} \text{C}(1 + x) = 2,5(\text{C} + 0,2\text{C}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{C}(1 + x) = 2,5 \cdot 1,2\text{C} \Rightarrow 1 + x = 3 \Rightarrow x = 2.$$

$$\beta) \text{pH}_2 = 13 \Rightarrow \text{pOH}_2 = 1 \Rightarrow [\text{OH}^-]_2 = 10^{-1}\text{M} \Rightarrow x\text{C} = 10^{-1}\text{M} \Rightarrow 2\text{C} = 10^{-1}\text{M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = 0,05M.$$

$$\Delta_1: \alpha = 0,2 \Rightarrow \frac{z}{C} = 0,2 \Rightarrow \frac{z}{0,05} = 0,2 \Rightarrow z = 0,01M = 10^{-2}M = [H_3O^+]_1 \Rightarrow pH_1 = 2.$$

$$\cdot Ka = \frac{z^2}{C-z} = \frac{10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2} - 10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{-3}.$$

**B3. α)** Η κλίση της καμπύλης αντίδρασης του A είναι σταθερή:

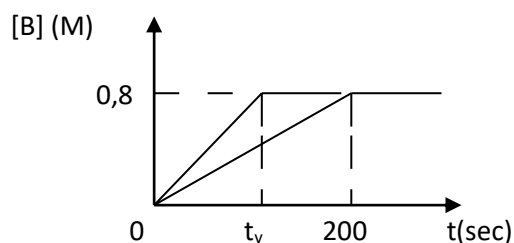
$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \text{σταθ.} \Rightarrow U_M = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \text{σταθ.} \Rightarrow$$

$\Rightarrow U_M$ (για κάθε χρονικό διάστημα  $\Delta t$ ) =  $U$ (για κάθε χρονική στιγμή  $t$ ) =  $k$  = σταθ.  $\Rightarrow 0^{\text{ης}}$  τάξης.

$$\bullet U_M = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = - \frac{(0-0,4)M}{(200-0)\text{sec}} = \frac{0,4M}{200\text{sec}} = 0,002 \frac{M}{\text{sec}} \Rightarrow U = k = 0,002 \frac{M}{\text{sec}}.$$

**β)**

	(M)	$A_{(g)} \xrightarrow{Pt(s)} 2B_{(g)}$	
αρχ.	0,4	-	
αντ./παρ.	-0,4	+0,8	
τελ.	-	0,8	



Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η ταχύτητα της αντίδρασης με αποτέλεσμα να ολοκληρώνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα ( $t_v < 200\text{sec}$ )

**γ)** Με την θεωρία της προσρόφησης μιας και πρόκειται για ετερογενή κατάλυση (αντιδρώντα και καταλύτης σε διαφορετική φυσική κατάσταση) με στερεό καταλύτη.

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** (A) 1<sup>η</sup> περίπτωση:  $CH_3CH_2CH=O$  ή 2<sup>η</sup> περίπτωση:  $CH_3-CO-CH_3$

Η (Δ) δίνει την αλογονοφορμική άρα θα είναι 2<sup>ο</sup> αλκοόλη και θα προέρχεται από την αλδεΐδη (A)  $CH_3CH_2CH=O$  με προσθήκη (Δ)  $C_\mu H_{2\mu+1}MgCl$ . Η 2<sup>η</sup> περίπτωση απορρίπτεται.

Συνεπώς (Δ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH(OH)-C}_\mu\text{H}_{2\mu+1}$  και αναγκαστικά  $\mu = 1$ . Δηλαδή:

(Δ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$  και (Δ)  $\text{CH}_3\text{MgCl}$

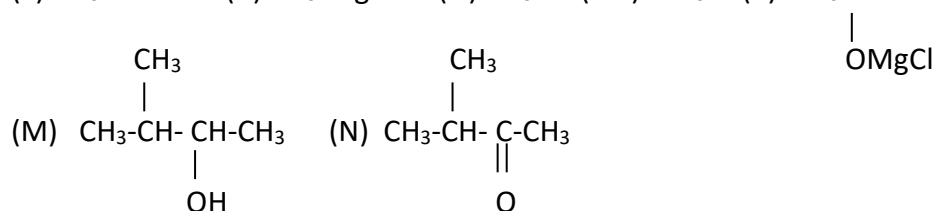
(Z)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ : δίνει αλογονοφορμική. Άρα:

(Z) 1<sup>η</sup> περίπτωση:  $\text{CH}_3\text{CH=O}$  ή 2<sup>η</sup> περίπτωση:  $\text{CH}_3\text{-CO-C}_k\text{H}_{2k+1}$

Επειδή η (M) οξειδώνεται, δεν μπορεί να είναι 3<sup>ο</sup> αλκοόλη, καταλαβαίνουμε ότι η (Z) δεν μπορεί να είναι κετόνη (2<sup>η</sup> περίπτωση: απορρίπτεται) και τελικά (Z)  $\text{CH}_3\text{CH=O}$ .

Οπότε:

(Z)  $\text{CH}_3\text{CH=O}$     (Δ)  $\text{CH}_3\text{-MgCl}$     (Θ)  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$     (K)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$



(A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH=O}$     (Δ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH-CH}_3$     (E)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-COONa}$

(Ξ)  $\text{HCOONa}$     (O)  $\text{HCOOH}$

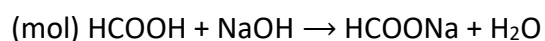
**Γ2. α)**    (mol)  $\text{HCOOH}_{(\ell)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3_{(\ell)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$

αρχ.	0,5	0,5	-	-
αντ./παρ.	-x	-x	+x	+x
$t_1$	0,5 - x	0,5 - x	x	x

·  $Y_1$ :  $\text{HCOOH}$   $C_1 = \frac{0,5-x}{0,2}$  M,  $V_1 = 0,01\text{L}$  (ογκομετρούμενο διάλυμα)

·  $Y_2$ :  $\text{NaOH}$   $C_2 = 0,5\text{M}$ ,  $V_2 = 0,02\text{L}$  (πρότυπο διάλυμα)

Στο ισοδύναμο σημείο: πλήρης αντίδραση.



αρχ.	$n_1$	$n_2$	-
τελ.	-	-	$n_1 = n_2$

$$\text{Άρα: } n_1 = n_2 \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow \frac{0,5-x}{0,2} \cdot 0,01 = 0,5 \cdot 0,02 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{0,5-x}{0,2} = 1 \Rightarrow 0,5 - x = 0,2 \Rightarrow x = 0,3 \text{ mol.}$$

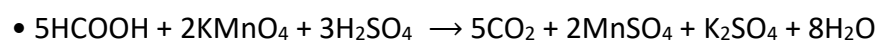
Την χρονική στιγμή  $t_1$  υπολογίζουμε το πηλίκιο  $Q_c$ :

$$Q_c = \frac{\left(\frac{x}{0,2}\right)^2}{\left(\frac{0,5-x}{0,2}\right)^2} = \frac{x^2}{(0,5-x)^2} = \frac{0,3^2}{(0,5-0,3)^2} = \frac{0,09}{0,04} = \frac{9}{4} < K_c = 4 \Rightarrow$$

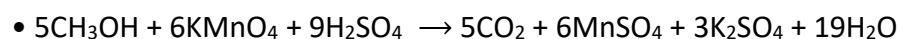
$\Rightarrow$  Δεν έχει αποκατασταθεί ισορροπία την χρονική στιγμή  $t_1$ .

$$\beta) Y_1: V'_1 = 0,02\text{L}, [\text{HCOOH}] = [\text{CH}_3\text{OH}] = \frac{0,5-x}{0,2} \cdot 0,02 = \frac{0,5-0,3}{0,2} \cdot 0,02 = 0,02 \text{ mol}$$

Και οι δύο ουσίες οξειδώνονται με  $\text{KMnO}_4$ :



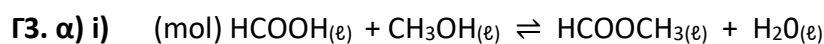
$$0,02 \text{ mol} \quad 0,008 \text{ mol}$$



$$0,02 \text{ mol} \quad 0,024 \text{ mol}$$

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν από το  $\text{KMnO}_4$ :  $n = 0,008 + 0,024 = 0,032 \text{ mol}$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,032}{0,2} = 0,16\text{L} = 160\text{mL}$$



αρχ.	$\omega$	$\omega$	-	-
αντ./παρ.	$-\gamma$	$-\gamma$	$+\gamma$	$+\gamma$
Χ.Ι	$\omega-\gamma$	$\omega-\gamma$	$\gamma$	$\gamma$ ( $\gamma < \omega$ )

$$\cdot K_c = 4 = \frac{\frac{\gamma^2}{V^2}}{\frac{(\omega-\gamma)^2}{V^2}} \Rightarrow 4 = \frac{\gamma^2}{(\omega-\gamma)^2} \Rightarrow \frac{\gamma}{\omega-\gamma} = \pm 2 \Rightarrow \frac{\gamma}{\omega-\gamma} = 2 \text{ ή } \frac{\gamma}{\omega-\gamma} = -2 \Rightarrow$$

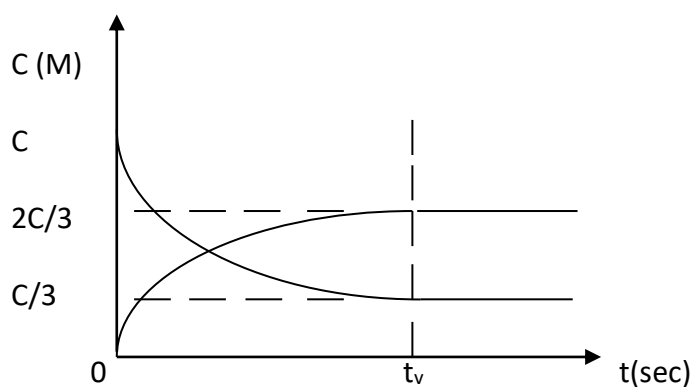
$$\Rightarrow \gamma = 2\omega - 2\gamma \text{ ή } \gamma = -2\omega + 2\gamma \Rightarrow 3\gamma = 2\omega \text{ ή } -\gamma = -2\omega \Rightarrow \gamma = \frac{2\omega}{3} \text{ ή } \gamma = 2\omega \text{ (απορ.)}$$

$$\text{Άρα: } \gamma = \frac{2\omega}{3}, \alpha = \frac{n_{\text{HCOOCH}_3(\text{πρακτ.})}}{n_{\text{HCOOCH}_3(\text{θεωρ.})}} = \frac{\gamma}{\omega} = \frac{\frac{2\omega}{3}}{\omega} = \frac{2}{3} = 0,667 \rightarrow \mathbf{66,7\%}$$

ii)  $\cdot t_0: [\text{HCOOH}] = \frac{\omega}{V} = C, [\text{HCOOCH}_3] = 0M$

$$\cdot t_v: [\text{HCOOH}] = \frac{\omega-\gamma}{V} = \frac{\frac{\omega}{3}}{V} = \frac{\omega}{3V} = \frac{C}{3}, [\text{HCOOCH}_3] = \frac{\gamma}{V} = \frac{\frac{2\omega}{3}}{V} = \frac{2\omega}{3V} = \frac{2C}{3}$$

Φτιάχνουμε τις καμπύλες αντίδρασης.



iii)  $\cdot U_1$ : αρχικά έχει μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται

$\cdot U_2$ : αρχικά είναι μηδέν και στη συνέχεια αυξάνεται



· Την  $t_v$  (X.I):  $U_1 = U_2$

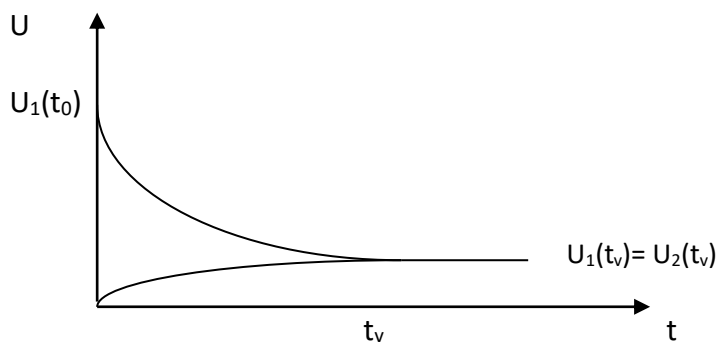
Εφαρμόζουμε Νόμο Ταχύτητας τις αντίστοιχες χρονικές στιγμές.

$$\cdot U_1(t_0) = k_1 \cdot [\text{HCOOH}] \cdot [\text{CH}_3\text{OH}] = k_1 \cdot \frac{\omega}{V} \cdot \frac{\omega}{V} = k_1 \cdot \frac{\omega^2}{V^2} \quad (1)$$

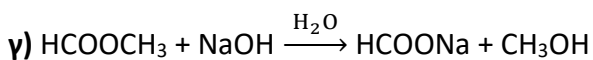
$$\cdot U_1(t_v) = k_1 \cdot [\text{HCOOH}]' \cdot [\text{CH}_3\text{OH}]' = k_1 \cdot \frac{\omega-y}{V} \cdot \frac{\omega-y}{V} = k_1 \cdot \frac{(\omega-y)^2}{V^2} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{U_1(t_0)}{U_1(t_1)} = \frac{\omega^2}{(\omega-y)^2} = \frac{\omega^2}{\left(\frac{\omega}{3}\right)^2} = \frac{9}{1}$$

Φτιάχνουμε τα διαγράμματα ταχυτήτων συναρτήσει του χρόνου:

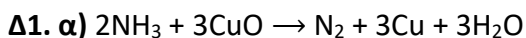


**β)** Στη θέση της X.I δεν θα έχει καμιά επίδραση μιας και είναι θερμοουδέτερη η αντίδραση ( $\alpha = \text{σταθ.}$ ). Η αύξηση της  $T$  όμως αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης μιας και αυξάνεται το ποσοστό των αποτελεσματικών συγκρούσεων.



Η ένωση  $\text{HCOONa}$  είναι ετεροπολική και συνεπώς εμφανίζει υψηλότερο σημείο ζέσης σε σχέση με την  $\text{CH}_3\text{OH}$  που εμφανίζει διαμοριακές δεσμούς  $\text{H}$ . Άρα: (A)  $\text{CH}_3\text{OH}$  και (B)  $\text{HCOONa}$ .

### ΘΕΜΑ Δ

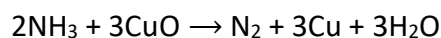


· N: ο A.O αυξάνεται από  $-3 \rightarrow 0 \Rightarrow \text{N}$ : οξειδώνεται  $\Rightarrow \text{NH}_3$ : αναγωγικό.

· Cu: ο A.O μειώνεται από  $+2 \rightarrow 0 \Rightarrow \text{Cu}$ : ανάγεται  $\Rightarrow \text{CuO}$ : οξειδωτικό.

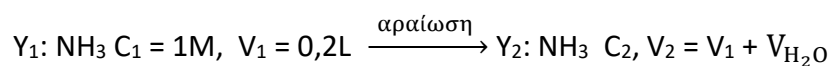
β) Έστω α mol NH<sub>3</sub>.

• 1<sup>ο</sup> μέρος:  $\frac{\alpha}{2}$  mol NH<sub>3</sub>



$$\frac{\alpha}{2} \text{ mol} \quad \frac{3\alpha}{4} \text{ mol} = 0,6 \text{ mol} \Rightarrow \alpha = 0,8 \text{ mol.}$$

γ) • 2<sup>ο</sup> μέρος:  $\frac{\alpha}{2} = 0,4 \text{ mol NH}_3$ , Y<sub>1</sub>: NH<sub>3</sub> C<sub>1</sub> =  $\frac{0,4 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} = 1\text{M}$



• Y<sub>1</sub> (M) NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O ⇌ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>

$$\text{l.l.} \quad 1-x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$\cdot \text{Kb}_{(\text{NH}_3)} = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} \Rightarrow 10^{-5} = x^2 \Rightarrow x = 10^{-2,5} \text{M} = [\text{OH}^-]_1 > 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH}_1 = 2,5$$

$$\Rightarrow \text{pH}_1 = 11,5. \quad (\text{δεν λαμβάνουμε υπόψη τον αυτοϊοντισμό του νερού})$$

Αραίωση: n = σταθ. , V ↑ ⇒ C =  $\frac{n}{V}$  ↓ ⇒ [OH<sup>-</sup>] =  $\sqrt{\text{Kb}_{(\text{NH}_3)} \cdot C}$  ↓ (Kb = σταθ. γιατί T = σταθ.) ⇒ pOH ↑ ⇒ pH ↓ ⇒ pH<sub>2</sub> = pH<sub>1</sub> - 0,5 ⇒ pH<sub>2</sub> = 11,5 - 0,5 ⇒ pH<sub>2</sub> = 11.

$$\cdot \text{Έλεγχος: } \frac{\text{Kb}_{(\text{NH}_3)}}{C_1} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} < 10^{-2}.$$

$$\text{i) Ισχύει: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 1 \cdot 0,2 = C_2 (0,2 + V_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow 0,2 = C_2 (0,2 + V_{\text{H}_2\text{O}}) \quad (1)$$

• Y<sub>2</sub> (M) NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O ⇌ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>

$$\text{l.l.} \quad C_2 - z \quad \quad \quad z \quad \quad \quad z$$

$$\cdot \text{Kb}_{(\text{NH}_3)} = \frac{z^2}{C_2 - z} \approx \frac{z^2}{C_2} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = 0,1\text{M}$$

$$(\text{pH}_2 = 13 \Rightarrow \text{pOH}_2 = 3 \Rightarrow [\text{OH}^-]_2 = z = 10^{-3} \text{M})$$

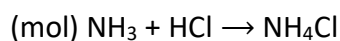
$$(1) \Rightarrow 0,2 = 0,1 (0,2 + V_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow 2 - 0,2 = V_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8\text{L.}$$

· Έλεγχος:  $\frac{Kb(NH_3)}{C_2} = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} = 10^{-4} < 10^{-2}$ .

ii) ·  $\alpha_1 = \frac{x}{C_1} = \frac{10^{-2,5}}{1} = 10^{-2,5}$  ·  $\alpha_2 = \frac{z}{C_2} = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-2} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{10^{-2,5}}{10^{-2}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$ .

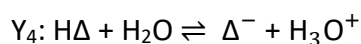
**Δ2.** ·  $Y_1: NH_3 \ C_1 = 1M, \ V_1 = 0,2L \Rightarrow n_1 = 0,2mol$

·  $Y_3: HCl \ pH_3 = 0 \Rightarrow C_3 = 1M \ (\text{ισχυρό οξύ}), \ V_3 \Rightarrow n_3 = V_3 \ mol$



αρχ. 0,2     $V_3$     -

Δεν γνωρίζουμε τα αρχικά mol του HCl, αλλά γνωρίζουμε το pH του διαλύματος που προκύπτει γιατί:



·  $Ka_{(H\Delta)} = \frac{[\Delta^-][H_3O^+]_{ολ.}}{[H\Delta]} \Rightarrow 10^{-7} = \frac{100[H\Delta][H_3O^+]_{ολ.}}{[H\Delta]} = 100 [H_3O^+]_{ολ.} \Rightarrow$

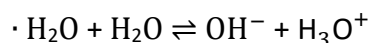
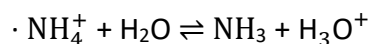
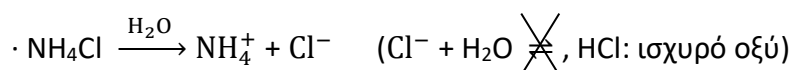
$\Rightarrow [H_3O^+]_{ολ.} = 10^{-9}$  (αποκλειστικά από την συγκέντρωση  $H_3O^+$  του τελικού διαλύματος που προκύπτει και όχι από την αντίστοιχη του δείκτη, μιας και η αρχική του συγκέντρωση είναι αμελητέα)

$\Rightarrow pH_4 = 9$  (ΒΑΣΙΚΟ)

Το διάλυμα  $Y_4$  προέκυψε με αραιώση του διαλύματος από την αντίδραση των δύο ηλεκτρολυτών (έστω  $Y$ ).  $\Rightarrow$  και το  $Y$  ΒΑΣΙΚΟ με  $pH > 9$ .

Κάνουμε λοιπόν ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ για το διάλυμα που θα προκύψει ( $Y$ ) μετά την αντίδραση των δύο ηλεκτρολυτών:  $NH_3, HCl$ :

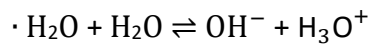
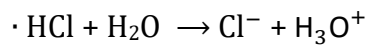
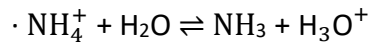
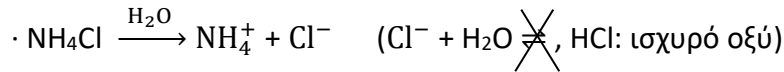
• **1<sup>η</sup> περίπτωση:** πλήρης αντίδραση, παράγεται  $NH_4Cl$ .



$$\omega M \quad \omega M$$

Άρα:  $[H_3O^+]_{O\Lambda} > [OH^-]_{H_2O} \Rightarrow pH < 7, 25^\circ C$  (OΞΙΝΟ) απορρίπτεται

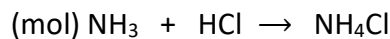
• **2<sup>η</sup> περίπτωση:** περισσεύει HCl, παράγεται NH<sub>4</sub>Cl.



$$\omega M \quad \omega M$$

Άρα:  $[H_3O^+]_{O\Lambda} > [OH^-]_{H_2O} \Rightarrow pH < 7, 25^\circ C$  (OΞΙΝΟ) απορρίπτεται

• **3<sup>η</sup> περίπτωση:** περισσεύει NH<sub>3</sub>, παράγεται NH<sub>4</sub>Cl (ΔΕΚΤΗ)



αρχ.	0,2	V <sub>3</sub>	-
αντ./παρ.	- V <sub>3</sub>	- V <sub>3</sub>	+ V <sub>3</sub>
τελ.	0,2 - V <sub>3</sub>	-	V <sub>3</sub>

• Στο Υ περιέχονται οι ουσίες: NH<sub>3</sub> (ασθενής βάση) και NH<sub>4</sub>Cl (άλας που περιέχει το συζυγές οξύ της NH<sub>3</sub>)  $\Rightarrow$  ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ (δεν αλλάζει το pH του με αραιώση  $\Rightarrow pH = pK_a = 9$  τελικά.

$$[NH_3] = C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma} = \frac{0,2 - V_3}{V_1 + V_3}, \quad [NH_4Cl] = [NH_4^+] = C_{\omicron\acute{\xi}\epsilon\omicron\varsigma} = \frac{V_3}{V_1 + V_3}$$

$$\text{Θεωρούμε ότι ισχύουν: } \frac{K_{\alpha(NH_4^+)}}{C_{\omicron\acute{\xi}\epsilon\omicron\varsigma}} \leq 10^{-2}, \quad \frac{K_{\beta(NH_3)}}{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}} \leq 10^{-2}$$

$$\text{Henderson: } pH_3 = pK_{\alpha(NH_4^+)} + \log \frac{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{C_{\omicron\acute{\xi}\epsilon\omicron\varsigma}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{0,2 - V_3}{V_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log 1 = \log \frac{0,2 - V_3}{V_3} \Rightarrow \frac{0,2 - V_3}{V_3} = 1 \Rightarrow 0,2 - V_3 = V_3 \Rightarrow V_3 = 0,1L$$

i)  $pH_4 = 9$

ii)  $V_3 = 0,1L$

$$Y_4: [NH_3]_4 = C'_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma} = \frac{0,2 - V_3}{V_4} = \frac{0,2 - 0,1}{0,5} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 M$$

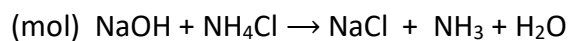
$$[NH_4Cl]_4 = [NH_4^+]_4 = C'_{\omicron\xi\xi\omicron\varsigma} = \frac{V_3}{V_4} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 M$$

$$\cdot \alpha_4 = \frac{\omega}{C'_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}} = \frac{[OH^-]_4}{2 \cdot 10^{-1}} = \frac{10^{-5}}{2 \cdot 10^{-1}} = 0,5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-5}$$

$$(pH_4 = 9 \Rightarrow pOH_4 = 5 \Rightarrow [OH^-]_4 = 10^{-5}M)$$

$$\Delta 3. \cdot n_{NH_3(4)} = 0,2 - V_3 = 0,1 \text{ mol} \quad \cdot n_{NH_4Cl(4)} = V_3 = 0,1 \text{ mol} \quad \cdot n_{NaOH} = 0,01 \text{ mol}$$

Αντιδρούν μεταξύ τους τα NaOH και NH<sub>4</sub>Cl:



αρχ.	0,01	0,1	-	0,1
αντ./παρ.	-0,01	-0,01	+0,01	+0,01
τελ.	-	0,09	0,01	0,11

$$\cdot Y_5: [NH_4Cl]_5 = [NH_4^+]_5 = C''_{\omicron\xi\xi\omicron\varsigma} = \frac{0,09}{V_4} = \frac{0,09}{0,5} = \frac{9}{50} M$$

$$[NH_3]_5 = C''_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma} = \frac{0,11}{V_4} = \frac{0,11}{0,5} = \frac{11}{50} M$$

Το NaCl δεν επηρεάζει το pH του τελικού διαλύματος μιας και τα ιόντα δεν υδρολύονται, προέρχονται από ισχυρούς ηλεκτρολύτες (NaOH, HCl).

$$\text{Ισχύουν: } \frac{K_a(NH_4^+)}{C''_{\omicron\xi\xi\omicron\varsigma}} \leq 10^{-2} \quad , \quad \frac{K_b(NH_3)}{C''_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}} \leq 10^{-2}$$

$$\text{Henderson: } \text{pH}_5 = \text{pK}\alpha_{(\text{NH}_4^+)} + \log \frac{C''_{\text{βάσης}}}{C''_{\text{οξέος}}} \Rightarrow \text{pH}_5 = 9 + \log \frac{\frac{11}{50}}{\frac{9}{50}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH}_5 = 9 + \log \frac{11}{9} = 9 - \log \frac{9}{11} = 9 - (-0,087) = 9,087.$$