

ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΘΕΤΙΚΗ
ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ

Ημερομηνία: Παρασκευή 20 Απριλίου 2012

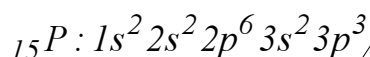
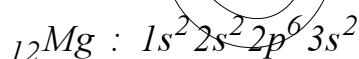
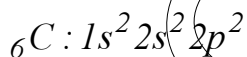
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

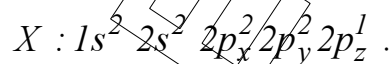
- A1. (α)
A2. (δ)
A3. (γ)
A4. (δ)
A5. $\alpha - \Sigma, \beta - \Lambda, \gamma - \Lambda, \delta - \Lambda, \epsilon - \Lambda$.

ΘΕΜΑ Β

B1. Έχουμε τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές:



- i) Για να έχει το στοιχείο X άθροισμα spin των ηλεκτρονίων του ίσο με $+\frac{1}{2}$ θα πρέπει να έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο. Κάνουμε κατανομή σε τροχιακά μέχρι να πληρούνται οι προϋποθέσεις:

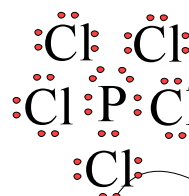


$$\text{Άρα } Z(X) = 9.$$

- ii) Από τις τιμές των ενεργειών ιοντισμού παρατηρούμε ότι η E_{i3} είναι πολύ μεγαλύτερη από την E_{i2} , κάτι που σημαίνει ότι απαιτείται πολύ μεγάλο ποσό ενέργειας για την απομάκρυνση του τρίτου ηλεκτρονίου, (δηλαδή όταν έχουν απομακρυνθεί δύο ηλεκτρόνια το στοιχείο έχει αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου).

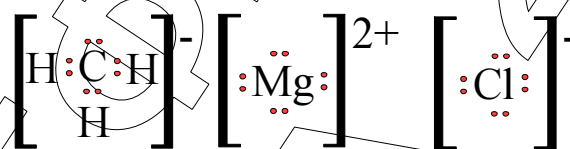
Άρα οι τιμές αυτές των ενεργειών αντιστοιχούν στο $_{12}\text{Mg}$ που έχει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα.

- iii) Οι ενώσεις CO_2 , PCl_5 είναι ομοιοπολικές ενώσεις:



Στο PCl_5 έχουμε εξαίρεση από τον κανόνα της οκτάδας, το άτομο του φωσφόρου σχηματίζει εξωτερική στιβάδα με 10 ηλεκτρόνια.

Η ένωση CH_3MgBr είναι ιοντική με ηλεκτρονικό τύπο:



- iv) Το στοιχείο Ψ βρίσκεται στη δεύτερη περίοδο του περιοδικού πίνακα και εφόσον σχηματίζει βασικό οξείδιο του τύπου $\Psi_2\text{O}$ σημαίνει ότι το κάθε άτομο Ψ αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο, από την εξωτερική του στιβάδα το οποίο προσλαμβάνεται από το άτομο του οξυγόνου.

Άρα το στοιχείο Ψ έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα και η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι:

$$\Psi : 1s^2 2s^1$$

$$\text{Άρα } Z(\Psi) = 3.$$

- B2. α) Έστω C η συγκέντρωση του διαλύματος HCl , και C_A , C_B και C_Γ οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις των διαλυμάτων των μονόξινων βάσεων Α, Β και Γ.

Κατά την εξουδετέρωση των βάσεων με το HCl , επειδή έχουμε μονόξινες βάσεις και το HCl είναι μονοβασικό οξύ, η εξουδετέρωση θα γίνεται με αναλογία $\text{mol } 1:1$. Για τις συγκεντρώσεις των βάσεων από τα δεδομένα της ογκομέτρησης με το πρότυπο διάλυμα HCl ισχύει αντίστοιχα:

$$n_A = n_{\text{HCl}} \Rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \cdot C_A = 5 \cdot 10^{-3} \cdot C \Rightarrow C_A = 0,5 \cdot C$$

$$n_B = n_{\text{HCl}} \Rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \cdot C_B = 5 \cdot 10^{-3} \cdot C \Rightarrow C_B = 0,5 \cdot C$$

$$n_{\Gamma} = n_{HCl} \Rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \cdot C_{\Gamma} = 50 \cdot 10^{-3} \cdot C \Rightarrow C_{\Gamma} = 5 \cdot C$$

Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι μεταξύ των βάσεων Α και Β, έχουμε την ίδια συγκέντρωση αλλά η Α είναι ισχυρότερη αφού το διάλυμά της είναι βασικότερο, δηλαδή όταν ιοντίζεται δίνει μεγαλύτερη συγκέντρωση ανιόντων OH^- .

Μεταξύ των βάσεων Α και Γ που έχουν το ίδιο pH , η Α έχει μικρότερη συγκέντρωση άρα είναι ισχυρότερη, γιατί με μικρότερη αρχική συγκέντρωση δίνει ίση συγκέντρωση ανιόντων OH^- με την βάση Γ. Άρα, συνολικά, ισχυρότερη βάση είναι η Α.

β) Λόγω αραίωσης θα έχουμε αλλαγή στις συγκεντρώσεις των βάσεων:

$$n_A = n_{A'} \Rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \cdot C_A = 1000 \cdot 10^{-3} \cdot C_{A'} \Rightarrow C_{A'} = 10^{-2} \cdot C_A$$

Ομοίως και οι συγκεντρώσεις των βάσεων Β και Γ θα ισχύει:

$$C_B' = 10^{-2} \cdot C_B \text{ και } C_{\Gamma}' = 10^{-2} \cdot C_{\Gamma}$$

Στο αρχικό διάλυμα της βάσης Α έχουμε:

$$\left. \begin{array}{l} pH = 11 \\ pH + pOH = 14 \end{array} \right\} \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} M$$

$$\text{οπότε ο βαθμός ιοντισμού είναι } a_A = \frac{[OH^-]}{C_A} = \frac{10^{-3}}{C_A}$$

Αν για κάθε βάση συγκρίνουμε τον αρχικό βαθμό ιοντισμού με βαθμό ιοντισμού της στο αραιωμένο διάλυμα έχουμε:

$$\frac{a_A}{a_{A'}} = \frac{\frac{[OH^-]}{C_A}}{\frac{[OH^-]'}{C_{A'}}} = \frac{\frac{10^{-3}}{C_A}}{\frac{10^{-5}}{10^{-2} C_A}} = 1 \Rightarrow a_A = a_{A'}$$

$$\frac{a_B}{a_B'} = \frac{\frac{[OH^-]}{C_B}}{\frac{[OH^-]'}{C_B'}} = \frac{\frac{10^{-4}}{C_B}}{\frac{10^{-5}}{10^{-2} C_B}} = 0,1 \Rightarrow a_B = 0,1 \cdot a_B'$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2012

E_3.Xλ3Θ(α)

$$\frac{a_{\Gamma}}{a_{\Gamma'}} = \frac{\frac{[OH^-]}{C_{\Gamma}}}{\frac{[OH^-]'}{C_{\Gamma'}}} = \frac{\frac{10^{-3}}{C_{\Gamma}}}{\frac{10^{-4}}{10^{-2}C_{\Gamma}}} = 0,1 \Rightarrow a_{\Gamma} = 0,1 \cdot a_{\Gamma'}$$

Γνωρίζουμε ότι για σταθερή τιμή θερμοκρασίας (Kb σταθερή) όσο αραιώνουμε ένα διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη τόσο η τιμή του α

αυξάνει ($\alpha = \sqrt{\frac{Kb}{C}}$ νόμος αραιώσεως του Ostwald).

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι μόνο στην περίπτωση της βάσης Α ο βαθμός ιοντισμού παραμένει σταθερός κατά την αραιώση. Αυτό συμβαίνει μόνο όταν $\alpha = 1$, δηλαδή όταν η βάση είναι ισχυρή. Άρα, η Α είναι ισχυρή βάση.

γ) Για κάθε δείκτη υπολογίζουμε την περιοχή pH , όπου αλλάζει χρώμα:

2,4 – δινιτροφαινόλη ($k_a = 10^{-3}$):

χρώμα όξινης μορφής/δείκτη $pH < pKa - 1 \Rightarrow pH < 2$

χρώμα βασικής μορφής δείκτη $pH > pKa + 1 \Rightarrow pH > 4$

Κυανό της βρωμοθυμόλης ($k_a = 10^{-7}$):

χρώμα όξινης μορφής δείκτη $pH < pKa - 1 \Rightarrow pH < 6$

χρώμα βασικής μορφής δείκτη $pH > pKa + 1 \Rightarrow pH > 8$

Φαινολοφθαλείνη ($k_a = 10^{-9}$):

χρώμα όξινης μορφής δείκτη $pH < pKa - 1 \Rightarrow pH < 8$

χρώμα βασικής μορφής δείκτη $pH > pKa + 1 \Rightarrow pH > 10$

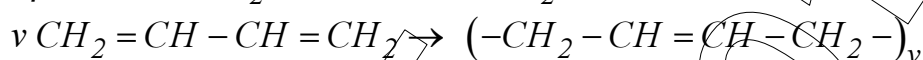
Για τις ασθενείς βάσεις Β και Γ, το ισοδύναμο σημείο κατά την ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα HCl , βρίσκεται στην περιοχή του όξινου pH , επομένως καταλληλότερος δείκτης είναι η 2,4 – δινιτροφαινόλη που αλλάζει χρώμα από $pH = 2$ έως $pH = 4$. Για την ισχυρή βάση Α, το ισοδύναμο σημείο έχει $pH = 7$, οπότε καταλληλότερος δείκτης είναι το κυανό της βρωμοθυμόλης με εύρος pH αλλαγής χρώματος από $pH = 6$ έως $pH = 8$.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2012

E_3.Xλ3Θ(α)

B3. i) Εφόσον ο υδρογονάνθρακας (Α) θα έχει δύο βαθμούς ακορεστότητας, δηλαδή σχηματίζει δύο π δεσμούς σημαίνει ότι θα είναι αλκίνιο ή αλκαδιένιο. Επειδή σχηματίζει και εννέα σ (σίγμα) δεσμούς καταλήγουμε στον μοριακό τύπο C_4H_6 .

ii) Αφού η ένωση (Α) δίνει πολυμερισμό τύπου 1,4 σημαίνει ότι είναι αλκαδιένιο με εναλλασσόμενους απλούς και διπλούς δεσμούς. Άρα είναι το $CH_2 = CH - CH = CH_2$.



Τεχνητό καουτσούκ

iii) Η ένωση Β που αποτελεί ισομερές ομόλογης σειράς της Α σημαίνει ότι είναι αλκίνιο και αφού δεν αντιδρά με Na σημαίνει ότι ο τριπλός δεσμός δεν είναι στην άκρη. Άρα η ένωση Β θα είναι η $CH_3 - C \equiv C - CH_3$.

Τα άτομα άνθρακα βρίσκονται στην ίδια ευθεία, γιατί τα δύο άτομα άνθρακα του τριπλού δεσμού έχουν sp υβριδισμό, άρα αυτά και όσα άλλα άτομα άνθρακα συνδέονται με αυτούς τους άνθρακες θα βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

ΘΕΜΑ Γ

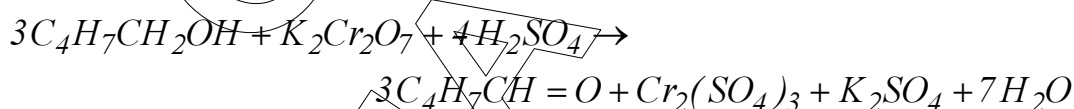
Γ1 Η ένωση Α είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη οπότε έχουμε:

$$Mr(C_\lambda H_{2\lambda+1}OH) = 88 \Rightarrow 14\lambda + 18 = 88 \Rightarrow \lambda = 5$$

(Α)	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - C - CH_2 \\ \quad \diagdown \\ CH_3 \quad OH \end{array} $	(Β)	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - C - CH_2 \\ \quad \diagdown \\ CH_3 \quad Cl \end{array} $
(Γ)	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - C - MgCl \\ \\ CH_3 \end{array} $	(Δ)	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - C - Cl \\ \\ CH_3 \end{array} $

(E)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(Z)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$
(Θ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COONa} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(Λ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{ONa} \end{array}$
(M)			
(N)			

Γ2.



$$n_{\text{αλκοόλης}} = \frac{m}{Mr} = \frac{52,8}{88} = 0,6 \text{ mol}$$

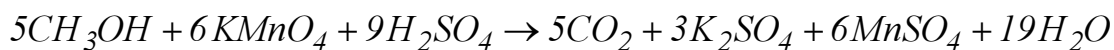
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης βρίσκουμε ότι απαιτούνται $0,2 \text{ mol}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ για πλήρη αντίδραση.

Άρα ο όγκος του διαλύματος που μπορεί να αποχρωματιστεί είναι:

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ L}$$

Γ3. Ο γενικός τύπος $\text{C}_k\text{H}_{2k+2}\text{O}$ αντιστοιχεί σε κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες ή αιθέρες.

Επειδή με επίδραση περίσσειας διαλύματος KMnO_4 οξεινισμένου με H_2SO_4 , οπότε εκλύεται αέριο CO_2 , συμπεραίνουμε ότι στο μίγμα υπάρχει CH_3OH που είναι η μοναδική αλκοόλη που με πλήρη οξείδωση μπορεί να σχηματίσει αέριο CO_2 .



$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_{mol}} = \frac{2,24 L}{22,4 L / mol} = 0,1 mol$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης βρίσκουμε ότι η ποσότητα της CH_3OH στο μίγμα είναι $0,1 mol$, οπότε αφού το μίγμα είναι ισομοριακό και η 2^η ένωση θα είναι $0,1 mol$.

Όταν το μίγμα αντιδρά με μεταλλικό Na , η μεθανόλη θα σχηματίσει (με βάση την στοιχειομετρία της αντίδρασης $CH_3OH + Na \rightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2}H_2 \uparrow$), $0,05 mol$ αερίου υδρογόνου δηλαδή $1,12 L$ σε *stp* συνθήκες. Άρα η 2^η ένωση του μίγματος δεν θα είναι αλκοόλη, αλλά αιθέρας, αφού όπως αναφέρει η εκφώνηση συνολικά εκλύεται αέριο υδρογόνο όγκου $1,12 L$ μετρημένο σε *stp* συνθήκες.

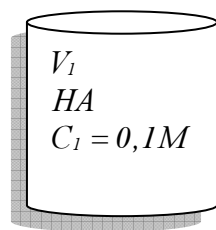
$$n_1 \cdot Mr_1 + n_2 \cdot Mr_2 = m_{\text{μίσματος}} \Rightarrow 0,1 \cdot 32 + 0,1 \cdot Mr_2 = 7,8 \Rightarrow$$

$$Mr_2 = 46$$

$$\text{Αλλά } \left. \begin{array}{l} Mr_2 = 14k + 18 \\ Mr_2 = 46 \end{array} \right\} \Rightarrow k = 2 \text{ οπότε η 2}^{\text{η}} \text{ ένωση του μίγματος είναι ο}$$

διμεθυλαιθέρας $CH_3 - O - CH_3$.

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Επειδή:

$$\left. \begin{array}{l} [H_3O^+] = 10^8 [OH^-] \\ K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] \end{array} \right\} \Rightarrow 10^8 [OH^-]^2 = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-11} M$$

Άρα $[H_3O^+] = 10^{-3} M \Rightarrow x = 10^{-3} M$ δηλαδή το οξύ είναι ασθενές αφού έχει συγκέντρωση $C_1 = 0,1 M$ και ο βαθμός ιοντισμού του είναι:

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2012

E_3.Xλ3Θ(α)

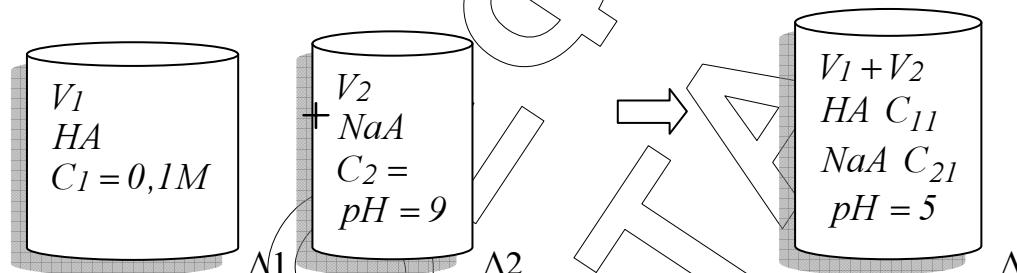
$$a = \frac{[H_3O^+]}{[HA]} = \frac{10^{-3}}{0,1} = 10^{-2}$$

Υπολογίζουμε και την σταθερά ιοντισμού του οξέος HA που θα χρειαστεί στα επόμενα ερωτήματα:

	HA	+	H_2O	\rightleftharpoons	H_3O^+	+	A^-
Αρχικά (M)	C_1						
Μεταβολές (M)	$-x$				$+x$		$+x$
Ισορροπία (M)	$C_1 - x$				x		x

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{C_1} = \frac{10^{-6}}{0,1} \Rightarrow K_a(HA) = 10^{-5}$$

Δ2.



Στο διάλυμα Δ2 έχουμε το άλας NaA του οποίου τα ιόντα Na^+ κυκλοφορούν «ελεύθερα» μέσα στο H_2O , χωρίς να αντιδρούν μαζί του, ενώ τα ιόντα A^- , (συζυγής βάση του HA) αντιδρούν με το H_2O :

	NaA	\rightarrow	Na^+	+	A^-
Τελικά (M)			C_2		C_2

	A^-	+	H_2O	\rightleftharpoons	HA	+	OH^-
Αρχικά (M)	C_2						
Μεταβολές (M)	$-y$				$+y$		$+y$
Ισορροπία (M)	$C_2 - y$				y		y

$$K_b(A^-) \cdot K_a(HA) = K_w \Rightarrow K_b(A^-) = \frac{K_w}{K_a(HA)} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$\left. \begin{array}{l} pH = 9 \\ pH + pOH = 14 \end{array} \right\} pOH = 5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5} M \Rightarrow y = 10^{-5} M$$

$$Kb(A^-) = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = 0,1 M$$

Στο διάλυμα Δ υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις των HA και NaA:

$$HA: C_1 \cdot V_1 = C_{11} \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow C_{11} = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2}$$

$$NaA: C_2 \cdot V_2 = C_{21} \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow C_{21} = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

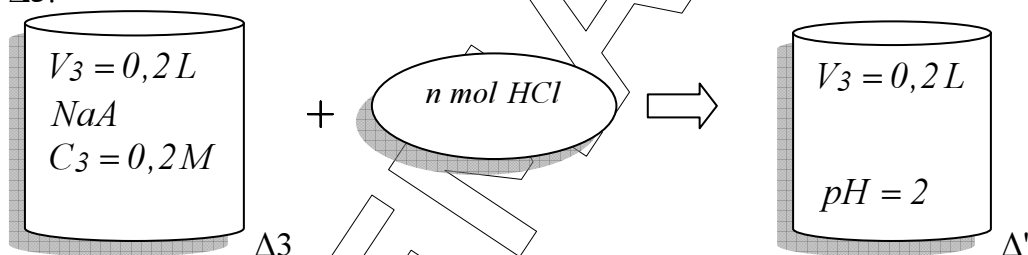
Το διάλυμα Δ είναι ρυθμιστικό γιατί περιέχει το ασθενές οξύ HA και την συζυγή τους βάση A^- , που προέρχεται από την διάσπαση του άλατος NaA. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, οπότε ισχύει η εξίσωση των **Henderson και Hasselbalch**:

$$pH = pKa + \log \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέως}}} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{C_{21}}{C_{11}} \Rightarrow C_{21} = C_{11}$$

$$\text{Άρα: } \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0,1 \cdot V_1 = 0,1 \cdot V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 1$$

Η ερώτηση μπορεί να λυθεί και με αναλυτικά τις διαστάσεις – ιοντισμούς και επίδραση κοινού ιόντος.

Δ3.



Το άλας NaA αντιδρά με το HCl και σχηματίζει το οξύ HA. Θα εξετάσουμε αν το τελικό διάλυμα Δ' περιέχει μόνο το ασθενές οξύ HA μπορεί να έχει $pH = 2$.

Έστω λοιπόν ότι το NaA αντιδρά πλήρως με το HCl:

$$\text{Αρχικά mol NaA: } n_3 = C_3 \cdot V_3 = 0,2 M \cdot 0,2 L = 0,04 \text{ mol}$$

	NaA	+	HCl	→	NaCl	+	HA
(mol)	0,04		n		0,04		0,04

Επειδή αντιδρούν πλήρως $n = 0,04 \text{ mol}$, οπότε στο τελικό διάλυμα Δ' θα έχουμε συγκεντρώσεις:

$$NaCl: C_{31} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M} \text{ και } HA: C_{32} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M}$$

Στο διάλυμα Δ' του άλας $NaCl$ τα ιόντα Na^+ , Cl^- κυκλοφορούν «ελεύθερα» μέσα στο H_2O , χωρίς να αντιδρούν μαζί του, οπότε δεν επηρεάζουν το pH , ενώ για το HA έχουμε:

	HA +	H_2O	\rightleftharpoons	H_3O^+ +	A^-
Αρχικά (M)	C_{32}				
Μεταβολές (M)	$-x'$			$+x'$	$+x'$
Ισορροπία (M)	$C_{32} - x'$			x'	x'

$$K_{a(HA)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{(x')^2}{C_{32}} \Rightarrow x' = [H_3O^+] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Το διάλυμα που προκύπτει είναι λιγότερο όξινο από αυτό που απαιτεί η άσκηση, δηλαδή με $pH = 2 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} \text{ M}$, οπότε πρέπει στην αντίδραση του NaA με το HCl να περισσέψει οξύ HCl :

	NaA +	HCl	\rightarrow	$NaCl$ +	HA
Αρχικά (mol)	0,04	n			
Μεταβολές (mol)	0,04	0,04		0,04	0,04
Τελικά (mol)	–	$n - 0,04$		0,04	0,04

Στο τελικό διάλυμα Δ' θα έχουμε συγκεντρώσεις:

$$NaCl: C_{31} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M},$$

$$HA: C_{32} = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M} \text{ και}$$

$$HCl: C_{33} = \frac{n - 0,04}{0,2} \text{ M}$$

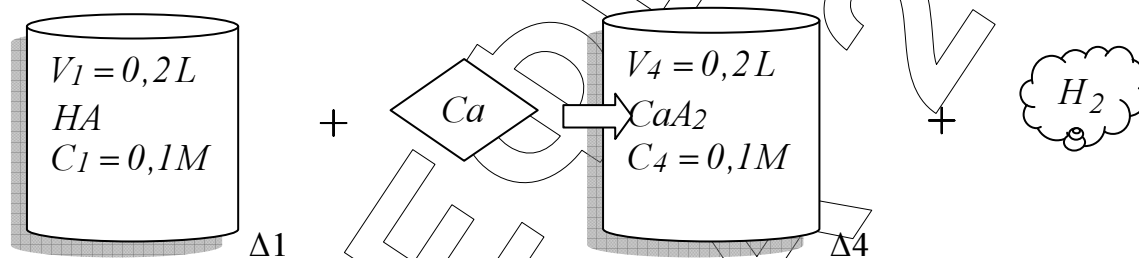
Λόγω της παρουσίας του ισχυρού οξέος HCl το pH του διαλύματος θα καθορίζεται από την συγκέντρωση των H_3O^+ που προκύπτουν από τον ιοντισμό του HCl :

	HCl	+	H_2O	\rightarrow	H_3O^+	+	Cl^-
Αρχικά (M)	C_{33}						
Μεταβολές (M)	$-C_{33}$				$+C_{33}$		$+C_{33}$
Ισορροπία (M)	$-$				C_{33}		C_{33}

$$pH = 2$$

$$[H_3O^+] = C_{33} = \frac{n - 0,04}{0,2} M \Rightarrow \frac{n - 0,04}{0,2} = 10^{-2} \Rightarrow n = 4,2 \cdot 10^{-2} mol$$

Δ4.



Τα αρχικά mol του HA είναι: $n_1 = C_1 \cdot V_1 = 0,1 M \cdot 0,2 L = 0,02 mol$

Το Ca αντιδρά με το οξύ HA σύμφωνα με την χημική εξίσωση:

	$2 HA$	+	Ca	\rightarrow	CaA_2	+	$H_2 \uparrow$
Αρχικά (mol)	$0,02$		n_4				
Μεταβολές (mol)	$-2z$		$-z$		$+z$		$+z$
Ισορροπία (M)	$0,02 - 2z$		$n_4 - z$		z		z

Για το αέριο υδρογόνο όγκου $224 mL$ έχουμε:

$$n = \frac{V_{H_2}}{V_{mol}} \Rightarrow z = \frac{0,224 L}{22,4 L/mol} \Rightarrow z = 0,01 mol \text{ οπότε στο τελικό διάλυμα } \Delta 4$$

θα έχουμε $0,01 mol$ άλατος CaA_2 με συγκέντρωση $C_4 = \frac{0,01 mol}{0,2 L} = 0,05 M$

Στο διάλυμα Δ4 έχουμε το άλας CaA_2 του οποίου τα ιόντα Ca^{2+} κυκλοφορούν «ελεύθερα» μέσα στο H_2O , χωρίς να αντιδρούν μαζί του, ενώ τα ιόντα A^- , (συζυγής βάση του HA) αντιδρούν με το H_2O :

	CaA_2		\rightarrow	$Ca^{2+} +$	$2 A^-$
Τελικά (M)				C_4	$2 \cdot C_4$

	$A^- +$	H_2O	\rightleftharpoons	$HA +$	OH^-
Αρχικά (M)	$2 \cdot C_4$				
Μεταβολές (M)	$-y'$			$+y'$	$+y'$
Ισορροπία (M)	$2 \cdot C_4 - y'$			y'	y'

$$Kb(A^-) = 10^{-9}$$

$$Kb(A^-) = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{(y')^2}{2 \cdot C_4} \Rightarrow y' = 10^{-5} M$$

$$y' = [OH^-] = 10^{-5} M$$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow pH = 9$$

$$pH + pOH = 14$$