

ΑΡΧΗ 1ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ- Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΞΙ (6)

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΘΕΜΑΤΩΝ: ΚΑΛΑΜΑΡΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

xhmeiastokyma.gr

ΘΕΜΑ Α

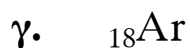
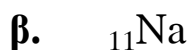
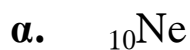
Για τις ερωτήσεις **A1** έως **A5** να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

A1. Η συζυγής βάση του HPO_4^{2-} είναι:



Μονάδες 4

A2. Ποιο από τα επόμενα χημικά στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα;



Μονάδες 4

A3. Σε ποια από τις παρακάτω μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου εκλύεται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας;

α. $n = 2$ σε $n = 1$

β. $n = 4$ σε $n = 2$

γ. $n = 3$ σε $n = 2$

δ. $n = 5$ σε $n = 3$

Μονάδες 4

ΤΕΛΟΣ 1ΗΣ ΑΠΟ 6 ΣΕΛΙΔΕΣ

ΑΡΧΗ 2ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ- Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ

A4. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις **δεν** αντιδρά με το μεταλλικό Na;

- α. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- β. $\text{H-C}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$
- γ. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- δ. $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$

Μονάδες 4

A5. Ο υβριδισμός sp συναντάται στην ένωση:

- α. μεθάνιο
- β. αιθυλένιο
- γ. προπαδιένιο
- δ. αιθανικό οξύ

Μονάδες 4

A6. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Το ασθενές οξύ HA ($K_{a(\text{HA})} = 10^{-5}$) σε υδατικό διάλυμα HA συγκέντρωσης 10^{-5} M ιοντίζεται πλήρως.
- β. Η προπανόνη είναι περισσότερο δραστική από τη μεθανάλη στις αντιδράσεις προσθήκης.
- γ. Η προσθήκη υδατικού διαλύματος HCl σε υδατικό διάλυμα NH_4Cl έχει πάντα ως αποτέλεσμα την ελάττωση του pH του διαλύματος.
- δ. Το άτομο του ${}_{26}\text{Fe}$ έχει 6 μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση.
- ε. Υδατικό διάλυμα που περιέχει H_2SO_4 0,5M και KHSO_4 0,5 M χαρακτηρίζεται ως ρυθμιστικό διάλυμα.

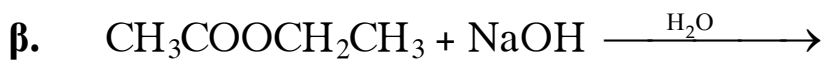
Μονάδες 5

ΤΕΛΟΣ 2ΗΣ ΑΠΟ 6 ΣΕΛΙΔΕΣ

ΑΡΧΗ 3ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ- Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ

ΘΕΜΑ Β

B1. Να γράψετε σωστά συμπληρωμένες (προϊόντα και συντελεστές) τις παρακάτω χημικές εξισώσεις.



Μονάδες 6

B2. Το άτομο ενός χημικού στοιχείου **X**, στη θεμελιώδη κατάσταση, έχει 11 ηλεκτρόνια σε τροχιακά με $\ell = 1$.

α. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου **X** και να προσδιορίσετε τη θέση του στον Περιοδικό Πίνακα (περίοδος, ομάδα και τομέας).

Μονάδες 2

β. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis των παρακάτω ενώσεων:



Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: $\text{H}=1, \text{C}=6, \text{N}=7, \text{Mg}=12, \text{O}=8, \text{K}=19, \text{S}=16$

Μονάδες 6

B3. Διαθέτουμε 2 υδατικά διαλύματα στους 25°C :

Διάλυμα Α: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $C_A = C \text{ M}$,

Διάλυμα Β: NH_3 , $C_B = 2C \text{ M}$,

α. Ποιο διάλυμα έχει μεγαλύτερο pH στους 25°C ; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Μονάδες 2

ΤΕΛΟΣ 3ΗΣ ΑΠΟ 6 ΣΕΛΙΔΕΣ

ΑΡΧΗ 4ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ- Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ

- β. Αν το pH των δύο διαλυμάτων διαφέρει κατά x ($x > 0$) να δείξετε ότι για τον βαθμό ιοντισμού της NH_3 ισχύει $\alpha = 10^{-x}$.
Δίνεται ότι για την NH_3 $\alpha < 0,1$

Μονάδες 4

B4. Στο **σχήμα 1** δίνεται η καμπύλη ογκομέτρησης οξέος HA από πρότυπο διάλυμα NaOH. Στο σημείο A της καμπύλης αντιστοιχεί το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.

- α. Η ογκομέτρηση αυτή χαρακτηρίζεται ως οξυμετρία ή ως αλκαλιμετρία;

Μονάδες 1

- β. Να εξηγήσετε αν το οξύ HA είναι ισχυρό ή ασθενές.

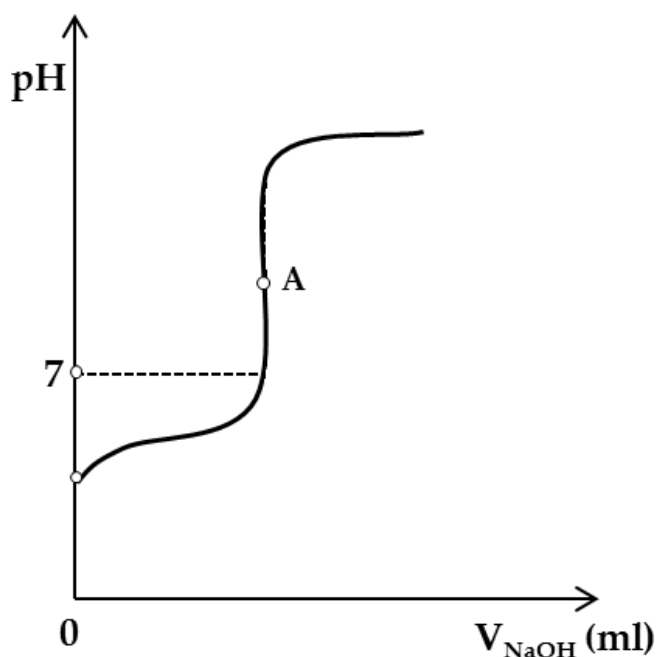
Μονάδες 2

- γ. Ποιος από τους επόμενους δείκτες είναι κατάλληλος για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου της ογκομέτρησης;

i) Δείκτης X: $K_a = 10^{-4}$

ii) Δείκτης Ψ: $K_a = 10^{-9}$

Μονάδες 2



σχήμα 1

ΑΡΧΗ 5ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ- Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Διαθέτουμε 200mL υδατικού διαλύματος (Y) που περιέχει HCOOH $C_1 M$ και CH₃COOH $C_2 M$. Το διάλυμα χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο πρώτο μέρος (100mL) προστίθεται περίσσεια Na₂CO₃ οπότε ελευθερώνονται 0,672 L αερίου μετρημένα σε STP. Το δεύτερο μέρος του διαλύματος (Y) μπορεί να αποχρωματίσει 40mL διαλύματος KMnO₄ 0,1 M παρουσία H₂SO₄. Να υπολογιστούν:

α. Οι συγκεντρώσεις C_1 και C_2 .

Μονάδες 6

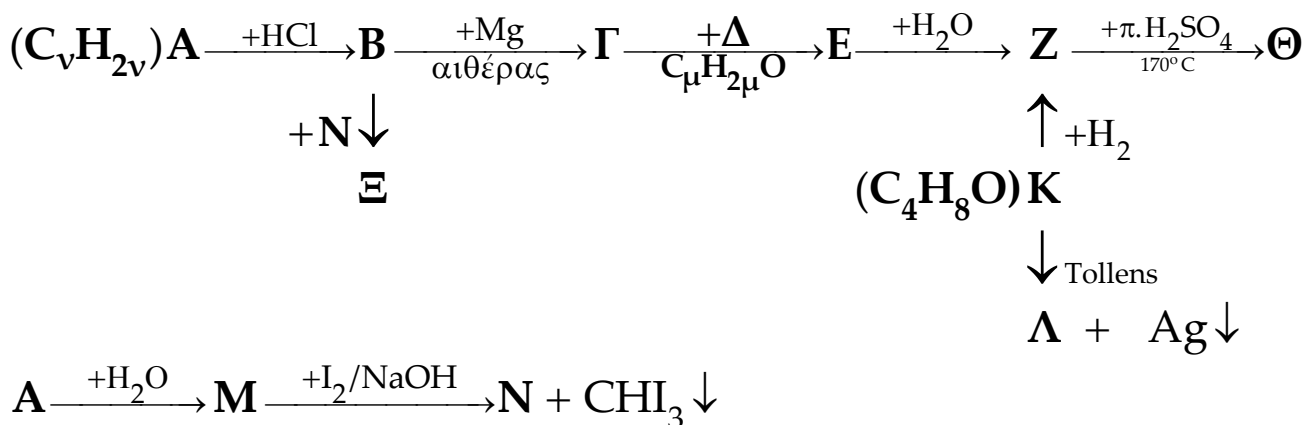
β. Η συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ στο διάλυμα (Y).

Μονάδες 6

Δίνεται ότι:

- HCOOH: $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$, για το CH₃COOH: $K_a = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$
- Το διάλυμα βρίσκεται σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ C$

Γ2. α. Δίνεται το επόμενο διάγραμμα οργανικών αντιδράσεων.



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A, B, Γ, Δ, E, Z, Θ, K, Λ, M, Ξ**

Μονάδες 11

β. Να γράψετε τη χημική εξίσωση μετατροπής της **K** στην ένωση **Λ** με το αντιδραστήριο Tollens.

Μονάδες 2

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε τα εξής υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα **Y1**: HCl, στο οποίο ισχύει $[H_3O^+] = 10^{12} \cdot [OH^-]$

Διάλυμα **Y2**: NaOH, 0,2 M

Διάλυμα **Y3**: H₂A 0,1 M

Δ1. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα **Y1**.

Μονάδες 3

Δ2. Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε σε 200mL του διαλύματος **Y2** ώστε να μεταβληθεί το pH του διαλύματος κατά μια μονάδα.

Μονάδες 4

Δ3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε το διάλυμα **Y1** με το διάλυμα **Y2** ώστε να προκύψει διάλυμα **Y4** στο οποίο θα ισχύει $pH = pOH$;

Μονάδες 4

Δ4. Να υπολογίσετε το pH του **Y3**.

Μονάδες 6

Δ5. 50 mL του διαλύματος **Y2** εξουδετερώνονται πλήρως από το διάλυμα **Y3** και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε τελικό όγκο 500mL (διάλυμα **Y5**).

α. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος **Y3** που απαιτήθηκε για την εξουδετέρωση του διαλύματος **Y2**

Μονάδες 3

β. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος **Y5**

Μονάδες 5

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα είναι σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ C$.
- Το H₂A είναι ισχυρό στο πρώτο ιοντισμό του και ασθενές στο δεύτερο με $K_{a2} = 10^{-5}$
- $K_w = 10^{-14}$

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

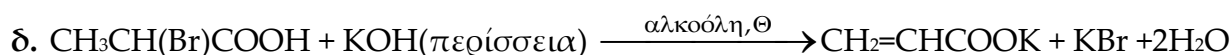
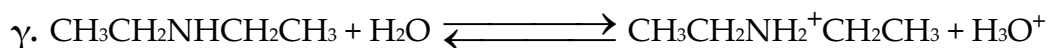
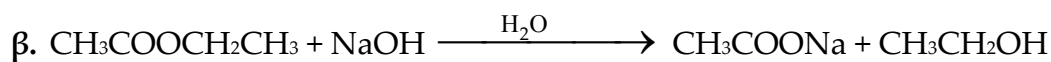
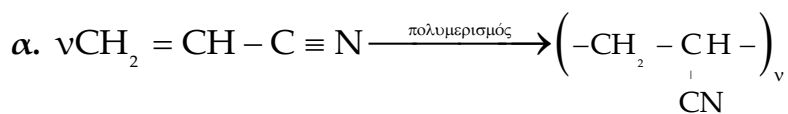
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1. γ
- A2. β
- A3. α
- A4. δ
- A5. γ
- A6. α. Λ.
- β. Λ
- γ. Λ
- δ. Λ
- ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

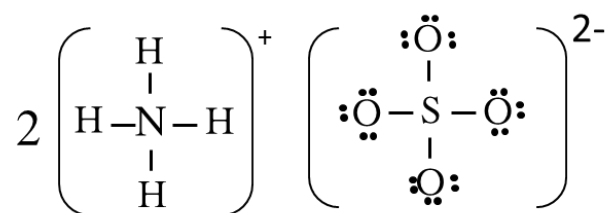
B1.



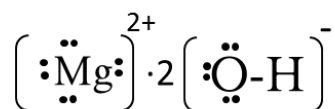
B2.

- α. Το άτομο του χημικού στοιχείου X θα έχει 11 ηλεκτρόνια σε υποστιβάδες p. Οπότε η ηλεκτρονιακή δομή για το άτομο του στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Επομένως $Z = 17$. Το στοιχείο βρίσκεται στη 3η περίοδο, 17ή ομάδα και στον p τομέα.

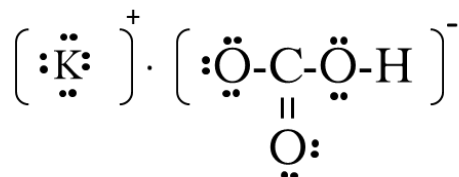
- β. i)



- ii)

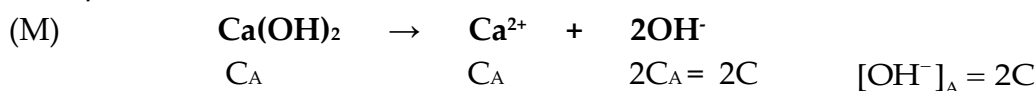


iii)

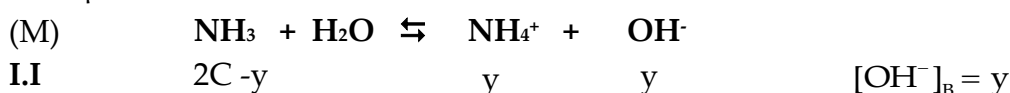


B3. α.

Διάλυμα Α



Διάλυμα Β



Η NH_3 είναι ασθενής ηλεκτρολύτης οπότε:

$$y < C_B \xrightarrow{C_B=2C} y < 2C \Rightarrow [\text{OH}^-]_2 < [\text{OH}^-]_1 \Rightarrow \text{pOH}_2 > \text{pOH}_1 \Rightarrow \boxed{\text{pH}_A > \text{pH}_B}$$

β. Το Διάλυμα Α έχει μεγαλύτερο pH οπότε:

$$\text{pH}_A - \text{pH}_B = x \Rightarrow \text{pKw} - \text{pOH}_A - \text{pKw} + \text{pOH}_B = x \Rightarrow \text{pOH}_B - \text{pOH}_A = x$$

$$-\log[\text{OH}^-]_B + \log[\text{OH}^-]_A = x \Rightarrow \log \frac{[\text{OH}^-]_A}{[\text{OH}^-]_B} = x \Rightarrow \frac{[\text{OH}^-]_A}{[\text{OH}^-]_B} = 10^x \Rightarrow \frac{2C}{y} = 10^x \xrightarrow{\alpha = \frac{y}{2C}}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 10^x \Rightarrow \boxed{\alpha = 10^{-x}}$$

B4.

α. Αλκαλιμετρία

β. Έστω ότι το οξύ HA είναι ισχυρό. Τότε στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης θα υπήρχε μόνο το άλας NaA το οποίο έχει $\text{pH} = 7$ (25°C) αφού τα ιόντα του Na^+ και A^- δεν αντιδρούν με το νερό το οποίο είναι άτοπο αφού στο ισοδύναμο σημεία έχουμε $\text{pH} > 7$.

Το οξύ είναι ασθενές και για το ισοδύναμο σημείο έχουμε:



γ. Δείκτης Ψ

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Πρώτο μέρος (100mL)

$$n_{\text{HCOOH}} = 0,1 \cdot C_1$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \cdot C_2$$



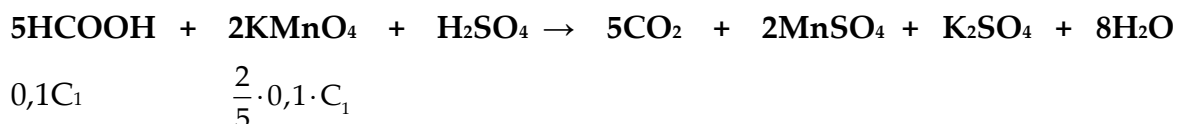
Οπότε για το CO₂: $n = \frac{V}{22,4} \rightarrow 0,05C_1 + 0,05C_2 = \frac{0,672}{22,4} \rightarrow \boxed{0,05C_1 + 0,05C_2 = 0,03}$ (1)

Δεύτερο μέρος

$$n_{\text{HCOOH}} = 0,1 \cdot C_1$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \cdot C_2$$

Μόνο το HCOOH αντιδρά με το όξινο διάλυμα KMnO₄



Για το **KMnO₄**: $n_{\text{KMnO}_4} = 0,04 \cdot 0,1 \rightarrow \frac{2}{5} \cdot 0,1C_1 = 0,04 \cdot 0,1 \rightarrow \boxed{C_1 = 0,1\text{M}}$ (2)

Άρα από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$0,05 \cdot 0,1 + 0,05C_2 = 0,03 \rightarrow \boxed{C_2 = 0,5\text{M}}$$

β.



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



$$0,1-y \qquad \qquad \qquad y \qquad \qquad \qquad y$$

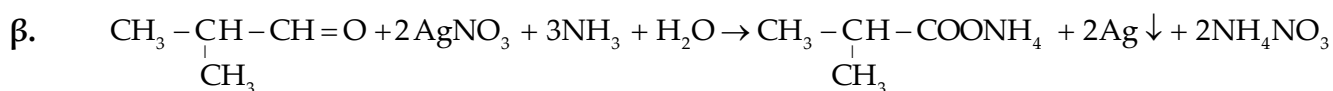
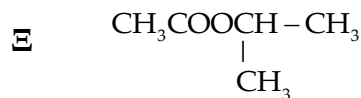
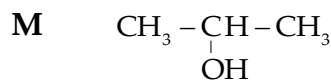
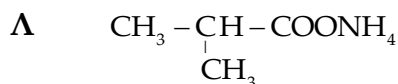
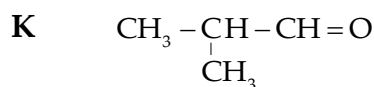
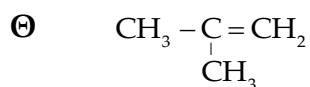
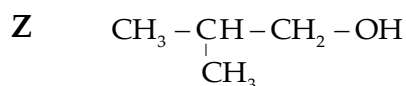
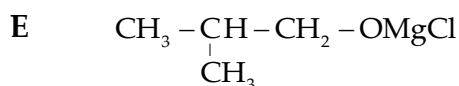
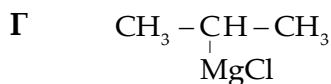
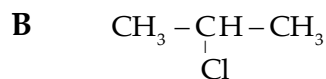
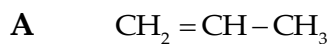
$$K_{a_{\text{HCOOH}}} = \frac{x(x+y)}{0,1-x} \rightarrow 2 \cdot 10^{-4} = \frac{x(x+y)}{0,1-x} \xrightarrow{0,1-x \approx 0,1} 2 \cdot 10^{-4} = \frac{x(x+y)}{0,1} \rightarrow \boxed{x(x+y) = 2 \cdot 10^{-5}}$$
 (3)

$$K_{a_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{y(x+y)}{0,5-y} \rightarrow 10^{-5} = \frac{y(x+y)}{0,5-y} \xrightarrow{0,05-y \approx 0,05} 10^{-5} = \frac{y(x+y)}{0,5} \rightarrow \boxed{y(x+y) = 0,5 \cdot 10^{-5}} \quad (4)$$

με πρόσθεση κατά μέλη των (3) και (4) έχουμε:

$$(x+y)^2 = 25 \cdot 10^{-6} \rightarrow (x+y) = 5 \cdot 10^{-3} \rightarrow \boxed{[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-3} \text{M}}$$

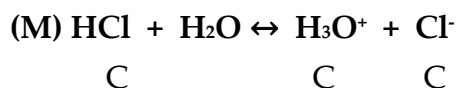
Γ2. α.



Θέμα Δ

Δ1. Έστω C η συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα Υ1.

Ιοντισμός HCl:



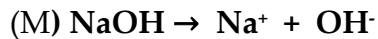
Ισχύει:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] \rightarrow 10^{-14} = 10^{12} \cdot [\text{OH}^-]^2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-13} \text{ M} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ M}$$

Άρα $C = 0,1 \text{ M}$

Δ2. Στο διάλυμα Υ2 έχουμε:

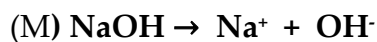
Διάσταση του NaOH:



$$0,2 \quad 0,2 \quad 0,2 \quad \text{Οπότε } [\text{OH}^-]_{\text{αρχ}} = 0,2 \text{ M}$$

Στο αραιωμένο διάλυμα Υ2' θα έχουμε:

Διάσταση του NaOH:



$$C_{\text{τελ}} \quad C_{\text{τελ}} \quad C_{\text{τελ}} \quad \text{Οπότε } [\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = C_{\text{τελ}} \text{ M}$$

Με την αραιώση το pH του διαλύματος Υ2 ελαττώνεται κατά μία μονάδα:

Οπότε έχουμε:

$$\text{pH}_{\text{τελ}} - \text{pH}_{\text{αρχ}} = -1 \rightarrow$$

$$14 - \text{pOH}_{\text{τελ}} - (14 - \text{pOH}_{\text{αρχ}}) = -1 \rightarrow$$

$$14 - \text{pOH}_{\text{τελ}} - 14 + \text{pOH}_{\text{αρχ}} = -1 \rightarrow$$

$$\text{pOH}_{\text{αρχ}} - \text{pOH}_{\text{τελ}} = -1 \rightarrow$$

$$-\log[\text{OH}^-]_{\text{αρχ}} + \log[\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = -1 \rightarrow$$

$$\log \frac{[\text{OH}^-]_{\text{τελ}}}{[\text{OH}^-]_{\text{αρχ}}} = -1 \rightarrow [\text{OH}^-]_{\text{αρχ}} = 10 \cdot [\text{OH}^-]_{\text{τελ}} \rightarrow 0,2 = 10 \cdot [\text{OH}^-]_{\text{τελ}} \rightarrow \boxed{[\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = 0,02 \text{ M}}$$

Άρα $C_{\text{τελ}} = 0,02 \text{ M}$

Ισχύει για την αραιώση:

$$C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

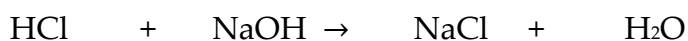
$$0,2 \cdot 0,2 = 0,02 \cdot V_{\text{τελ}} \rightarrow V_{\text{τελ}} = 2 \text{ L}$$

$$\text{Οπότε } V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{τελ}} - V_{\text{αρχ}} \rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 2 - 0,2 \rightarrow \boxed{V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \text{ L}}$$

Δ3. Οι ηλεκτρολύτες αντιδρούν

Αρχικά mol:

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot V_1 \quad \text{και} \quad n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot V_2$$



$$0,1 \cdot V_1 \quad 0,2 \cdot V_2$$

Επειδή δε γνωρίζουμε τα αρχικά mol απαιτείται διερεύνηση:

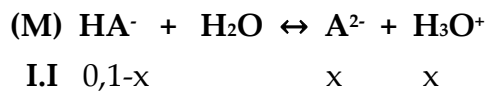
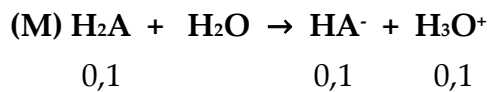
- Αν $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}}$ τότε στο τελικό διάλυμα θα υπάρχει μόνο το NaCl το οποίο δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος αφού τα ιόντα του δεν αντιδρούν με το νερό και θα προκύψει ουδέτερο διάλυμα με $\text{pH} = \text{pOH}$
- Αν $n_{\text{HCl}} > n_{\text{NaOH}}$ τότε στο τελικό διάλυμα θα υπάρχει HCl/NaCl το οποίο είναι όξινο οπότε θα ισχύει: $\text{pH} < \text{pOH}$
- Αν $n_{\text{HCl}} < n_{\text{NaOH}}$ τότε στο τελικό διάλυμα θα υπάρχει NaOH/NaCl το οποίο είναι βασικό οπότε θα ισχύει: $\text{pH} > \text{pOH}$

Συνεπώς για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = \text{pOH}$ θα πρέπει

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}}$$

$$0,1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot V_2 \rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = 2}$$

Δ4. Ιοντισμός του H₂A



Ισχύει για το δεύτερο ιοντισμό του οξέος:

$$K_{a2} = \frac{[\text{A}^{2-}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}^-]} \rightarrow$$

$$10^{-5} = \frac{x(0,1+x)}{0,1-x} \xrightarrow{0,1 \pm x \approx 0,1}$$

$$10^{-5} = \frac{x \cdot 0,1}{0,1} \rightarrow x = 10^{-5}$$

- Ισχύει η προσέγγιση $0,1 + x \approx 0,1$ αφού $0,1 + x = 0,1 + 10^{-5} \approx 0,1$

Άρα

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + x \approx 0,1 \text{M} \rightarrow \boxed{\text{pH} = 1}$$

Δ5. α.

Έστω ότι απαιτούνται V L από το διάλυμα Υ3 για τη πλήρη εξουδετέρωση.

Οι ηλεκτρολύτες αντιδρούν:

Αρχικά mol

$$n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol} \text{ και } n_{\text{H}_2\text{A}} = 0,1 \cdot V \text{ mol}$$

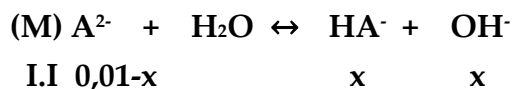
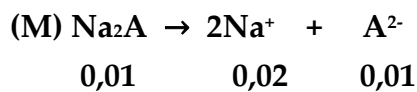
(mol)	H_2A	+	2NaOH	\rightarrow	Na_2A	+	$2\text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	0,1V		0,01				
Αντ/παρ	-0,005		-0,01		0,005		
Τελικά	-		-		0,005		

Αφού έχουμε πλήρη εξουδετέρωση πρέπει $0,1V - 0,005 = 0 \rightarrow V = 0,05\text{L}$

β. Στο διάλυμα Υ5 περιέχει ο ηλεκτρολύτης Na_2A

Ισχύει:

$$[\text{Na}_2\text{A}] = \frac{0,005}{0,5} = 0,01\text{M}$$



$$\text{Ισχύει: } K_{\text{b}_{\text{A}^{2-}}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}_2}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Οπότε:

$$10^{-9} = \frac{x^2}{0,01-x} \rightarrow$$

$$10^{-9} = \frac{x^2}{0,01-x} \xrightarrow{0,1-x=0,1}$$

$$10^{-11} = x^2 \rightarrow x = 10^{-5,5} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \rightarrow \text{pOH} = 5,5 \rightarrow \boxed{\text{pH} = 8,5}$$