

ΧΗΜΕΙΑ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
2012
ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Για τις ερωτήσεις Α1 έως και Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

A1. Ο τομέας p του περιοδικού πίνακα περιλαμβάνει:

- α. 2 ομάδες
- β. 4 ομάδες
- γ. 6 ομάδες
- δ. 10 ομάδες

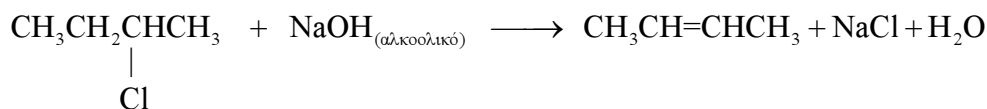
Μονάδες 5

A2. Από τα επόμενα οξέα ισχυρό σε υδατικό διάλυμα είναι το:

- α. HNO₂
- β. HClO₄
- γ. HF
- δ. H₂S

Μονάδες 5

A3. Η αντίδραση



αποτελεί παράδειγμα:

- α. εφαρμογής του κανόνα του Markovnikov
- β. εφαρμογής του κανόνα του Saytzen
- γ. αντίδρασης προσθήκης
- δ. αντίδρασης υποκατάστασης

Μονάδες 5

A4. Η ένωση CH₃ – C ≡ C – CH = CH – CH₃ έχει:

- α. 9σ και 4π δεσμούς
- β. 5σ και 2π δεσμούς
- γ. 13σ και 3π δεσμούς
- δ. 11σ και 5π δεσμούς

Μονάδες 5

A5. Να διατυπώσετε:

- α. την Απαγορευτική Αρχή του Pauli. (μονάδες 3)
- β. τον ορισμό των δεικτών (οξέων-βάσεων). (μονάδες 2)

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Δίνονται τα στοιχεία: ${}^7\text{N}$, ${}^8\text{O}$, ${}^{11}\text{Na}$.

- α.** Ποιο από τα στοιχεία αυτά έχει περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση; (μονάδες 3)
- β.** Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο Lewis της ένωσης NaNO_2 . (μονάδες 2)

Μονάδες 5

B2. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.*

- α.** Ένα ηλεκτρόνιο σθένους του ατόμου ${}_{34}\text{Se}$ στη θεμελιώδη κατάσταση μπορεί να βρίσκεται σε ατομικό τροχιακό με τους εξής κβαντικούς αριθμούς: $n = 4$, $l = 1$, $m_l = 0$.
- β.** Οι πρώτες ενέργειες ιοντισμού τεσσάρων διαδοχικών στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα (σε kJ/mol), είναι 1314, 1681, 2081, 496 αντίστοιχα. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι τα τρία τελευταία στοιχεία μιας περιόδου και το πρώτο στοιχείο της επόμενης περιόδου.
- γ.** Σε υδατικό διάλυμα H_2SO_4 0,1 M, η $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2$ M στους 25°C .
- δ.** Σε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B, προσθέτουμε στερεό NaOH, χωρίς μεταβολή όγκου. Ο βαθμός ιοντισμού της βάσης B θα αυξηθεί.

(μονάδες 4)

Να αιτιολογήσετε όλες τις απαντήσεις σας.

(μονάδες 8)

Μονάδες 12

B3. Σε τέσσερα δοχεία περιέχεται κάθε μια από τις ενώσεις: βουτανάλη, βουτανόνη, βουτανικό οξύ, 2-βουτανόλη.

Αν στηριχτούμε στις διαφορετικές χημικές ιδιότητες των παραπάνω ενώσεων, πώς μπορούμε να βρούμε ποια ένωση περιέχεται σε κάθε δοχείο; Να γράψετε τα αντιδραστήρια και τις παρατηρήσεις στις οποίες στηριχτήκατε για να κάνετε τη διάκριση (δεν απαιτείται η γραφή χημικών εξισώσεων).

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ένωση A ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$) κατά τη θέρμανσή της με NaOH δίνει δύο οργανικές ενώσεις B και Γ. Η ένωση Γ, με διάλυμα KMnO_4 οξεισμένο με H_2SO_4 , δίνει την οργανική ένωση Δ. Η ένωση Δ με Cl_2 και NaOH δίνει τις οργανικές ενώσεις B και E.

Να γραφούν:

- α.** οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων. (μονάδες 9)
- β.** οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων A, B, Γ, Δ, E. (μονάδες 5)

Μονάδες 14

- Γ2.** Ορισμένη ποσότητα αιθανόλης οξειδώνεται με διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M οξιτισμένου με H_2SO_4 . Από το σύνολο της ποσότητας της αλκοόλης, ένα μέρος μετατρέπεται σε οργανική ένωση Α και όλη η υπόλοιπη ποσότητα μετατρέπεται σε οργανική ένωση Β. Η ένωση Α, κατά την αντίδραση της με αντιδραστήριο Fehling, δίνει 28,6 g ζύματος. Η ένωση Β απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 200 mL διαλύματος NaOH 1M. Να βρεθεί ο όγκος, σε L, του διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ που απαιτήθηκε για την οξείδωση ($Ar(Cu) = 63,5$, $Ar(O) = 16$).

Μονάδες 11

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Y_1 : ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA 0,1M

Διάλυμα Y_2 : NaOH 0,1M

- Δ1.** Αναμειγνύουμε 20 mL διαλύματος Y_1 με 10 mL διαλύματος Y_2 , οπότε προκύπτει διάλυμα Y_3 με $pH = 4$. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_a του HA.

Μονάδες 5

- Δ2.** Σε 18 mL διαλύματος Y_1 προσθέτουμε 22 mL διαλύματος Y_2 και προκύπτει διάλυμα Y_4 . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Y_4 .

Μονάδες 8

- Δ3.** Υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HB όγκου 60 mL (διάλυμα Y_3) ογκομετρείται με το διάλυμα Y_2 . Βρίσκουμε πειραματικά ότι, όταν προσθέσουμε 20 mL διαλύματος Y_2 στο διάλυμα Y_3 , προκύπτει διάλυμα με $pH = 4$, ενώ, όταν προσθέσουμε 50 mL διαλύματος Y_2 στο διάλυμα Y_3 , προκύπτει διάλυμα με $pH = 5$. Να βρεθούν:

α) η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HB

(μονάδες 6)

β) το pH στο ισοδύναμο σημείο της πιο πάνω ογκομέτρησης.

(μονάδες 6)

Μονάδες 12

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ C$
- $K_w = 10^{-14}$
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1 - γ, A2 - β, A3 - β, A4 - γ

- A5. α. Σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli είναι αδύνατο να υπάρχουν στο ίδιο άτομο δύο ηλεκτρόνια με ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών (n, l, m_l, m_s). Συνεπώς, δεν μπορεί ένα τροχιακό να χωρέσει πάνω από δύο ηλεκτρόνια (σχολικό βιβλίο, σελ. 13).
- β. Δείκτες οξέων - βάσεων ή ηλεκτρολυτικοί ή πρωτολυτικοί δείκτες, είναι ουσίες των οποίων το χρώμα αλλάζει ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται. (σχολικό βιβλίο, σελ. 122).

ΘΕΜΑ Β

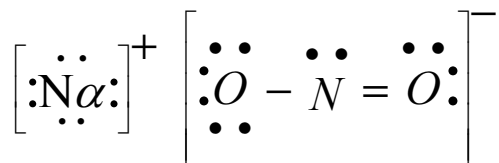
B1. α. ${}_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$
 $\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow \uparrow \uparrow$ 3 μονήρη e⁻

${}_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$
 $\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$ 2 μονήρη e⁻

${}_{11}Na: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 $\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow$ 1 μονήρες e⁻

Το ${}_7N$ έχει τα περισσότερα μονήρη e⁻.

- β. $NaNO_2 \rightarrow$ ιοντική ένωση
γιατί το ${}_{11}Na$ είναι μέταλλο (1e⁻ σθένους, ανήκει στην I_A ομάδα των αλκαλικών μετάλλων).



B2. Η πρόταση είναι σωστή

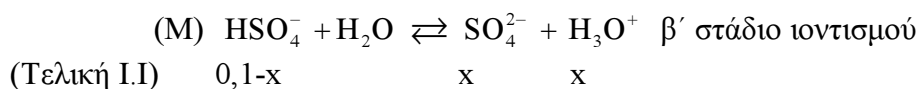
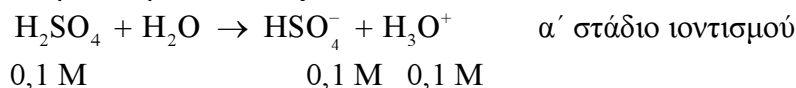
- α. ${}_{34}Se: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$
τα ηλεκτρόνια σθένους είναι έξι (6) και ανήκουν στα εξής τροχιακά
(4, 0, 0) (4, 1, 0) (4, 1, +1) (4, 1, -1)

β. Η πρόταση είναι σωστή.

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) κατά μήκος μιας περιόδου αυξάνεται προς τα δεξιά δηλαδή από τα στοιχεία με μικρότερο προς τα στοιχεία με μεγαλύτερο ατομικό αριθμό, άρα τα τρία τελευταία στοιχεία μιας περιόδου μπορεί να έχουν

τις σχετικά υψηλές τιμές E_{I_1} .1314, 1681, 2081 KJ/mol , ενώ το επόμενο στοιχείο που θα είναι το πρώτο της επόμενης περιόδου και θα ανήκει στην I_A ομάδα , θα έχει σχετικά μικρή E_{I_1} 496 KJ/mol.

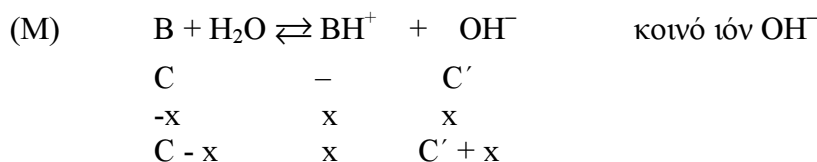
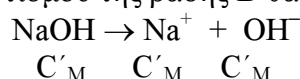
γ. Η πρόταση είναι λάθος.



συνολική $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + x$ όπου $x < 0,1 \text{ M}$.

Άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] \neq 0,2 \text{ M}$.

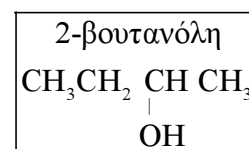
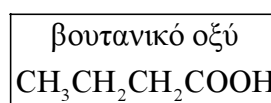
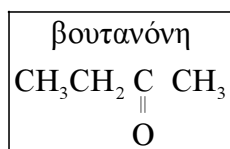
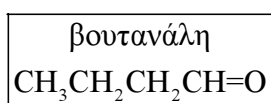
δ. Η πρόταση είναι λάθος γιατί έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (OH^-) και ο βαθμός ιοντισμού της βάσης B θα ελαττωθεί



Λόγω της αρχής Le Chatelier η αύξηση της συγκέντρωσης των OH^- προκαλεί μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά και έτσι μειώνεται το x και ο

βαθμός ιοντισμού $\alpha = \frac{x}{C}$ άρα ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται.

B3.



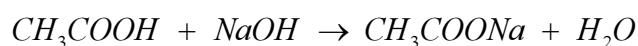
Με προσθήκη σε δείγμα από κάθε δοχείο αντιδραστηρίου Tollens ($\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$) αντιδρά μόνο η βουτανάλη σχηματίζοντας κάτοπτρο Ag (ίζημα).

Σε δείγμα από τα υπόλοιπα τρία δοχεία με προσθήκη δ/τος NaHCO_3 αντιδρά μόνο το βουτανικό οξύ σχηματίζοντας αέριο CO_2 (έκλυση φυσαλίδων).

Σε δείγμα από τα υπόλοιπα δύο δοχεία KMnO_4/H^+ αντιδρά μόνο η 2-βουτανόλη οξειδώνεται αποχρωματίζοντας το ερυθροϊώδες KMnO_4 .

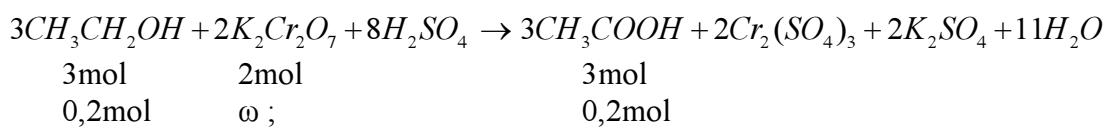
Στο δοχείο που έμεινε, προσθήκη I_2/NaOH δίνει κίτρινο ίζημα CHI_3 που πιστοποιεί την παρουσία της βουτανόνης.

Άρα η Α είναι $CH_3CH=O$.



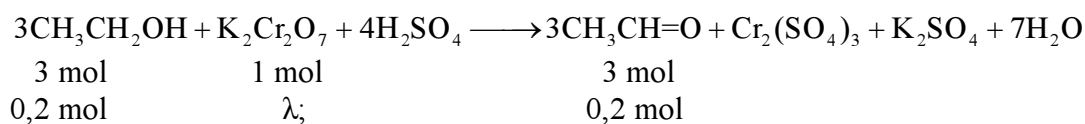
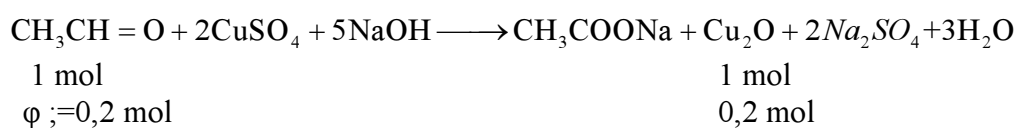
(mol) x y

Πλήρης εξουδετέρωση, άρα $x = y = C_{NaOH} V_{NaOH} = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ mol}$.



$$\omega = \frac{0,2 \cdot 2}{3} = \frac{0,4}{3} \text{ mol } K_2Cr_2O_7$$

$$M_{r_{Cu_2O}} = 2 \cdot 63,5 + 16 = 143 \quad \text{αρα} \quad n_{Cu_2O} = \frac{m}{M_r} = \frac{28,6}{143} = 0,2 \text{ mol}$$



$$\lambda = \frac{0,2}{3} \text{ mol.}$$

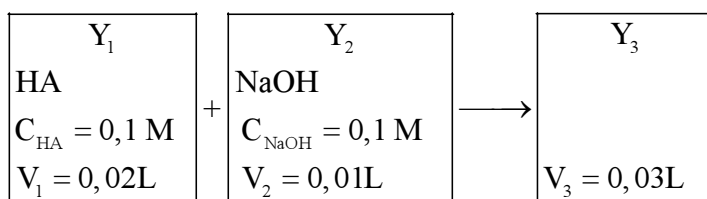
άρα για την οξείδωση της CH_3CH_2OH απαιτήθηκαν συνολικά:

$$\frac{0,2}{3} + \frac{0,4}{3} = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ mol } K_2CrO_7$$

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

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

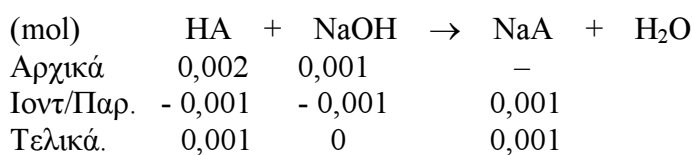


Υπολογισμός mol

$$n_{HA} = C_{HA} \cdot V_1 = 0,1 \cdot 0,02 = 0,002 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = C_{NaOH} \cdot V_2 = 0,1 \cdot 0,01 = 0,001 \text{ mol}$$

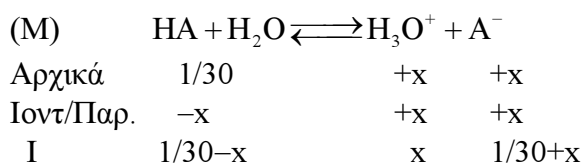
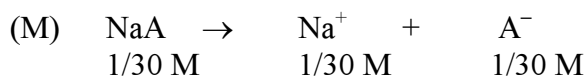
Κατά την αντίδραση πραγματοποιείται η αντίδραση εξουδετέρωσης:



Στο Y_3 έχουμε:

$$[HA] = \frac{n_{HA}}{V_3} = \frac{0,001}{0,03} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

$$[NaA] = \frac{n_{NaA}}{V_3} = \frac{0,001}{0,03} = \frac{1}{30} \text{ M}$$



$$K_{a(HA)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{\left(\frac{1}{30} + x\right)x}{\frac{1}{30} - x}$$

Γίνονται οι σχετικές προσεγγίσεις

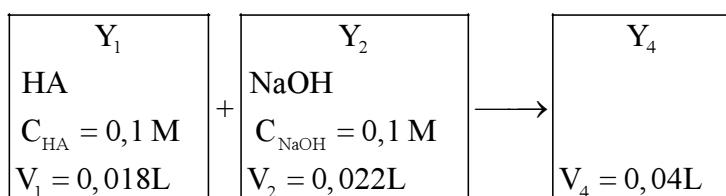
$$1/30 + x \approx 1/30 \text{ M}$$

$$1/30 - x \approx 1/30 \text{ M}$$

Επομένως προκύπτει:

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{Ka}_{\text{HA}} = \frac{\frac{1}{30}x}{\frac{1}{30}} = x \\
 & \text{pH} = 4 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \quad \text{άρα} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-4}
 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{Ka}_{\text{HA}} = 10^{-4}$$

Δ2.

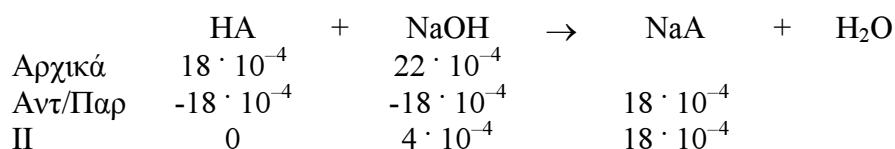


Υπολογισμός mol

$$Y_1 : n_{\text{HA}} = C_{\text{HA}} \cdot V_1 = 0,1 \cdot 0,018 = 18 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$Y_2 : n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_2 = 0,1 \cdot 0,022 = 22 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Πραγματοποιείται η αντίδραση εξουδετέρωσης:

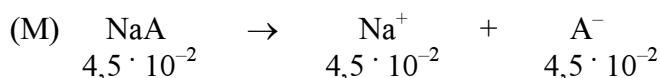


Στο τελικό διάλυμα V_4 υπάρχουν:

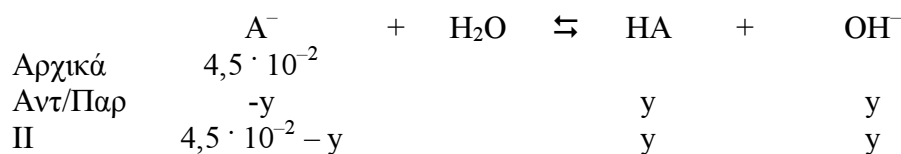
$$[\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_4} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-2}} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{NaA}] = \frac{n_{\text{NaA}}}{V_4} = \frac{18 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-2}} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

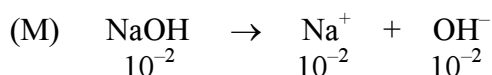
Το NaA είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και δίσταται σύμφωνα με την αντίδραση:



Τα ιόντα νατρίου προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη και δεν αντιδρούν με το νερό ενώ τα ιόντα A^- αντιδρούν με το νερό επειδή προέρχονται από ασθενή ηλεκτρολύτη (HA) σύμφωνα με την αντίδραση:



Το NaOH είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και δίσταται σύμφωνα με την αντίδραση:



Στο τελικό διάλυμα είναι:

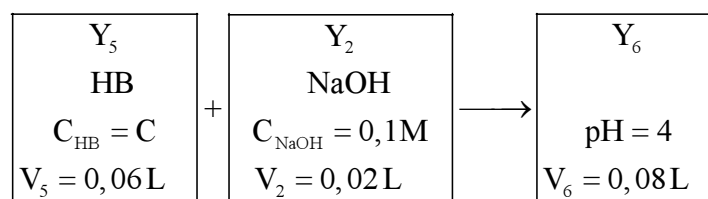
$$[\text{OH}]_{\text{ολ}} = [\text{OH}^-]_{\text{NaOH}} + [\text{OH}^-]_{\text{ασθ}} \simeq [\text{OH}^-]_{\text{NaOH}} = 10^{-2} \text{ M}$$

Το pH καθορίζεται από την ισχυρή βάση NaOH, λόγω ισχύος των σχετικών προσεγγίσεων

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12.$$

Δ3.



Υπολογισμός mol

$$Y_5: \quad n_{\text{HB}} \cdot Y_5 = 0,06 C \text{ mol}$$

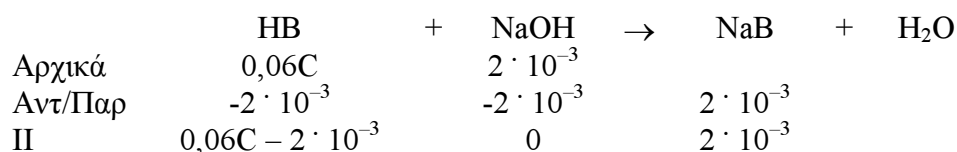
$$Y_2: \quad n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} Y_2 = 0,002 \text{ ή } 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

i) Έστω ότι $n_{\text{HB}} = n_{\text{NaOH}}$
 Στην περίπτωση αυτή στο Y_6 θα υπάρχει μόνο το άλας NaB:
 $\text{NaB} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{B}^-$
 $\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$
 Άρα $\text{pH} > 7$. Η περίπτωση αυτή είναι μη αποδεκτή.

ii) Έστω ότι $n_{\text{HB}} < n_{\text{NaOH}}$
 Στην περίπτωση αυτή στο Y_6 θα υπάρχει NaOH και NaB
 $\text{NaB} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{B}^-$
 $\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$
 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
 Άρα $\text{pH} > 7$, επίσης μη αποδεκτή.

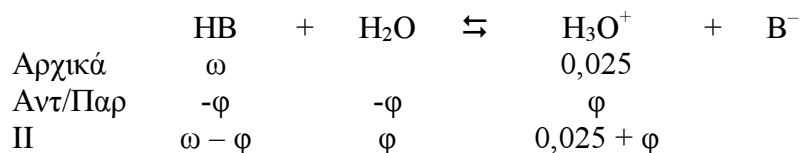
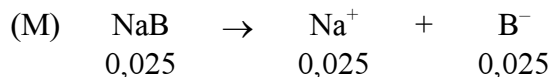
iii) Επομένως αποδεκτή η πλήρης εξουδετέρωση του NaOH, $n_{\text{HB}} > n_{\text{NaOH}}$



Στο Y_6 υπολογίζουμε:

$$C_{\text{HB}} = \frac{n_{\text{HB}}}{V_6} = \frac{0,06 \cdot C - 2 \cdot 10^{-3}}{0,08} = \omega \text{ M}$$

$$C_{\text{NaB}} = \frac{n_{\text{NaB}}}{V_6} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,08} = 0,025 \text{ M}$$



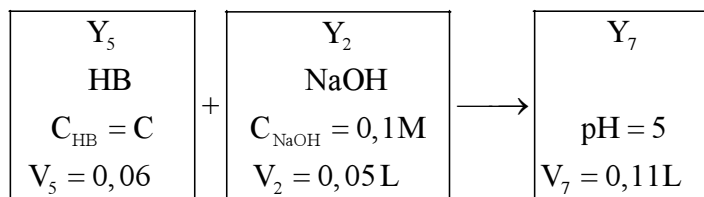
$$\text{pH} = 4 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \varphi = 10^{-4} \text{ M}$$

Από τη σταθερά ιοντισμού του HB έχουμε:

$$K_a = \frac{[\text{B}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HB}]} = \frac{(0,025 + \varphi) \cdot \varphi}{\omega - \varphi}$$

Αποδεχόμενοι τις γνωστές προσεγγίσεις προκύπτει:

$$K_a = \frac{0,025 \cdot \varphi}{\omega} \Rightarrow K_a = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{0,06C - 2 \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

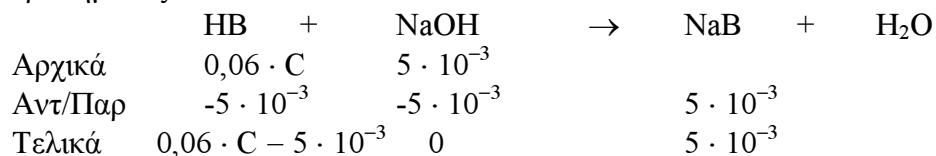


Υπολογισμός mol:

$$Y_5: \quad n_{\text{HB}} = C_{\text{HB}} \cdot V_5 = 0,06 \cdot C \text{ mol}$$

$$Y_2: \quad n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_2 = 0,1 \cdot 0,05 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

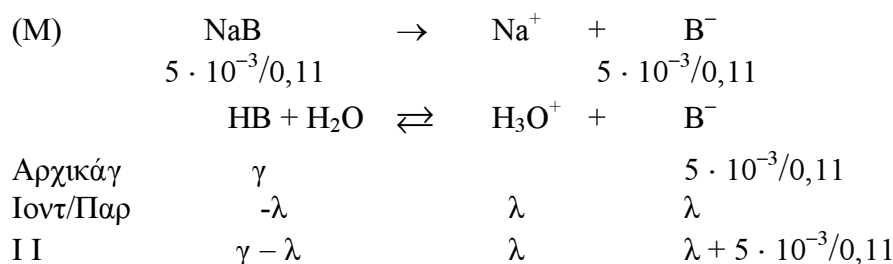
Για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ανάμιξη του ίδιου ερωτήματος είναι:



Στο Y_7 υπολογίζουμε:

$$C_{\text{HB}} = \frac{n_{\text{HB}}}{V_7} = \frac{0,06 \cdot C - 5 \cdot 10^{-3}}{0,11} = \gamma \text{ M}$$

$$C_{\text{NaB}} = \frac{n_{\text{NaB}}}{V_7} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,11} \text{ M}$$



$$pH = 5 \Rightarrow -\log[H_3O^+] = 5 \Rightarrow [H_3O^+] = \lambda = 10^{-5} \text{ M.}$$

Από τη σταθερά ιοντισμού του HB έχουμε:

$$K_a = \frac{[B^-][H_3O^+]}{[HB]} = \frac{\left(\lambda + \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,11}\right)\lambda}{\gamma - \lambda} \approx \frac{\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,11} \cdot 10^{-5}}{0,06 \cdot C - 5 \cdot 10^{-3}}} = \boxed{K_a = \frac{5 \cdot 10^{-8}}{0,06 \cdot C - 5 \cdot 10^{-3}}} \quad (2)$$

Επειδή η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, η σταθερά K_a παραμένει σταθερή και από (1) και (2) έχουμε:

$$\begin{aligned} \frac{2 \cdot 10^{-7}}{0,06 \cdot C - 2 \cdot 10^{-3}} &= \frac{5 \cdot 10^{-8}}{0,06 \cdot C - 5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \\ \Rightarrow 0,12 \cdot C - 10^{-2} &= 0,03 \cdot C - 10^{-3} \Rightarrow \\ \Rightarrow 0,09 \cdot C &= 0,009 \Rightarrow C = 0,1 \text{ M} \end{aligned}$$

Από την (1) προκύπτει:

$$K_a = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{0,06 \cdot 0,1 - 2 \cdot 10^{-3}} = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-5}.$$

β) Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει, σύμφωνα με την αντίδραση εξουδετέρωσης:

$$n_{HB} = n_{NaOH}$$

$$\text{Δηλαδή } n_{HB} = 0,06 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ mol} = n_{NaOH}$$

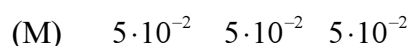
$$\text{Οπότε για την ισχυρή βάση } V = \frac{n}{C} = \frac{0,006}{0,1} = 0,06$$

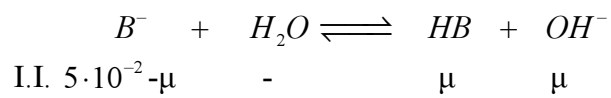
Άρα μετά την ανάμιξη $0,06 \cdot 2 = 0,12 \text{ L}$.



0,006	0,006	-	-
-0,006	-0,006	0,006	-
-	-	0,006	-

$$NaB: C = \frac{0,006}{0,12} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$





$$K_{b_{B^-}} = \frac{K_w}{K_{a_{HB}}} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-5}} = 2 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{b_{B^-}} = \frac{\mu^2}{5 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-10} \Rightarrow \mu^2 = 10 \cdot 10^{-12} = 10^{-11}$$

$$\mu = [OH] = \sqrt{10^{-11}} = 10^{-5,5} \text{ M}$$

$$pOH = -\log 10^{-5,5} = 5,5$$

$$pH = 14 - 5,5 = 8,5$$