

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.

Α1. Πολυμερισμό 1,4 δίνει η ένωση:

- α. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
β. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
γ. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$
δ. $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{CH}$

Μονάδες 5

Α2. Η ένωση που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, αλλά δεν ανάγει το αντιδραστήριο Tollens, είναι:

- α. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
β. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$
γ. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$
δ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$

Μονάδες 5

Α3. Ποια από τις επόμενες δομές, στη θεμελιώδη κατάσταση, δεν είναι σωστή:

- α. $_{23}\text{V}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
β. $_{24}\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
γ. $_{26}\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
δ. $_{29}\text{Cu}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

Μονάδες 5

Α4. Ποια από τις επόμενες εξισώσεις παριστάνει την ενέργεια 2ο υ ιοντισμού του μαγνησίου:

- α. $\text{Mg}^+(s) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(g) + e^-$
β. $\text{Mg}^+(g) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(g) + e^-$
γ. $\text{Mg}(s) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(g) + 2e^-$
δ. $\text{Mg}(g) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(g) + 2e^-$

Μονάδες 5

Α5. Να αναφέρετε με βάση τους ορισμούς:

- α. τρεις διαφορές μεταξύ της βάσης κατά Arrhenius και της βάσης κατά Brønsted-Lowry. (μονάδες 3)
β. δύο διαφορές μεταξύ της ηλεκτρολυτικής διάστασης και του ιοντισμού των ηλεκτρολυτών. (μονάδες 2)

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. 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. Το καθαρό H_2O στους 80°C είναι όξινο.
β. Το HS^- , σε υδατικό διάλυμα, είναι αμφιπρωτική ουσία.
γ. Σε υδατικό διάλυμα θερμοκρασίας 25°C , το συζυγές οξύ της NH_3 ($K_b=10^{-5}$) είναι ισχυρό οξύ.
δ. Το στοιχείο που έχει ημισυμπληρωμένη την 4η υποστιβάδα, ανήκει στη 15^η ομάδα.

ε. Στην αντίδραση: $\text{CH}_3-\overset{2}{\text{C}}\text{H}=\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$ ο $\overset{1}{\text{C}}$ οξειδώνεται, ενώ ο $\overset{2}{\text{C}}$ ανάγεται.

(μονάδες 5)

Να αιτιολογήσετε όλες τις απαντήσεις σας.

(μονάδες 10)

Μονάδες 15

Β2. α. Πόσα στοιχεία έχει η 2^η περίοδος του περιοδικού πίνακα;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(μονάδα 1)

β. Σε ποιο τομέα, ποια περίοδο και ποια ομάδα ανήκει το στοιχείο με ατομικό αριθμό $Z=27$;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(μονάδες 3)

(Μονάδες 4)

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Σε πέντε γυάλινες φιάλες περιέχονται 5 άκυκλες οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ, Δ, Ε, από τις οποίες δύο είναι κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, δύο είναι κορεσμένες μονοσθενείς αλδεΐδες και μία είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη. Για τις ενώσεις αυτές δίνονται οι εξής πληροφορίες:

- Η ένωση Α διασπά το ανθρακικό νάτριο και επίσης αποχρωματίζει διάλυμα $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$.
- Η ένωση Β ανάγει το αντιδραστήριο Fehling και δίνει οργανικό προϊόν, το οποίο αποχρωματίζει το διάλυμα $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$.
- Η ένωση Γ αντιδρά με I_2+NaOH και δίνει ίζημα, ενώ όταν οξειδωθεί πλήρως με διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ δίνει την ένωση Δ.
- Η ένωση Ε ανάγει το αντιδραστήριο Tollens, ενώ, όταν αντιδρά με I_2+NaOH , δίνει ίζημα.

α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε.

(μονάδες 5)

β. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των εξής αντιδράσεων:

i. της Β με το αντιδραστήριο Fehling

ii. της Γ με I_2+NaOH

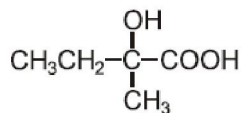
iii. της Ε με το αντιδραστήριο Tollens

iv. της Γ με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ προς ένωση Δ.

(μονάδες 8)

Μονάδες 13

- Γ2. Κορεσμένη οργανική ένωση X κατά την οξείδωσή της δίνει ένωση Ψ, η οποία με επίδραση HCN δίνει ένωση Φ. Η ένωση Φ με υδρόλυση σε όξινο περιβάλλον δίνει την ένωση:



Η ένωση X με SOCl_2 δίνει οργανική ένωση Λ, η οποία, αντιδρώντας με Mg σε απόλυτο αιθέρα, δίνει ένωση Μ. Η ένωση Μ, όταν αντιδράσει με την ένωση Ψ, δίνει ένωση Θ, η οποία με υδρόλυση δίνει οργανική ένωση Σ. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων X, Ψ, Φ, Λ, Μ, Θ, Σ.

Μονάδες 7

- Γ3. Υδατικό διάλυμα όγκου V που περιέχει $(\text{COOK})_2$ και CH_3COOH , χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1^ο μέρος απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 100 mL διαλύματος KOH 0,2 M. Το 2^ο μέρος απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή του 200 mL διαλύματος KMnO_4 0,2 M παρουσία H_2SO_4 . Να βρεθούν οι ποσότητες (mol) των συστατικών του αρχικού διαλύματος.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα:

- Διάλυμα Α: CH_3COOH 0,2 M ($K_a=10^{-5}$)
- Διάλυμα Β: NaOH 0,2 M
- Διάλυμα Γ: HCl 0,2 M

- Δ1. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος, που προκύπτει με ανάμειξη 50 mL διαλύματος Α με 50 mL διαλύματος Β.

Μονάδες 4

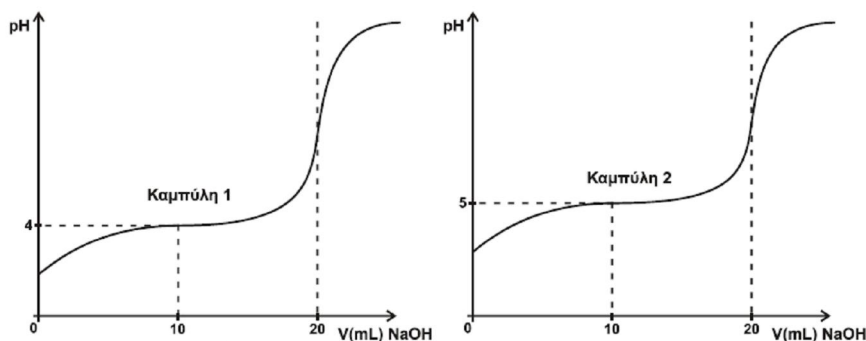
- Δ2. 50 mL διαλύματος Α αναμειγνύονται με 100 mL διαλύματος Β και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με H_2O μέχρι όγκου 1 L, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ.

Μονάδες 5

- Δ3. Προσθέτουμε 0,15 mol στερεού NaOH σε διάλυμα, που προκύπτει με ανάμειξη 500 mL διαλύματος Α με 500 mL διαλύματος Γ, οπότε προκύπτει διάλυμα Ε. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Ε.

Μονάδες 8

- Δ4. Οι καμπύλες (1) και (2) παριστάνουν τις καμπύλες ογκομέτρησης ίσων όγκων διαλύματος Α και ενός διαλύματος οξέος HB με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,2 M.



- α. Ποια καμπύλη αντιστοιχεί στο CH_3COOH και ποια στο HB;
β. Να υπολογιστεί η τιμή K_a του οξέος HB.
γ. Να υπολογιστεί το pH στο Ισοδύναμο Σημείο κατά την ογκομέτρηση του HB.

(μονάδες 2)

(μονάδες 3)

(μονάδες 3)

Μονάδες 8

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$
- $K_w=10^{-14}$
- Κατά την προσθήκη στερεού σε διάλυμα, ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- Α1. → γ Α2. → β Α3. → δ Α4. → β

- Α5. α. Οι διαφορές μεταξύ θεωρίας του Arrhenius και των Bronsted-Lowry για μία βάση είναι:

- Βάση κατά Arrhenius είναι ουσία που όταν διαλυθεί στο νερό δίνει OH^- ενώ κατά Bronsted-Lowry βάση είναι ουσία που προσλαμβάνει πρωτόνιο H^+ .
- Σύμφωνα με τον Arrhenius βάση είναι χημική ένωση, ενώ σύμφωνα με τους Bronsted-Lowry βάση είναι μια οποιαδήποτε ουσία (μόριο ή ιόν).
- Η θεωρία Arrhenius περιορίζεται μόνο σε υδατικά διαλύματα, ενώ η θεωρία Bronsted-Lowry αναφέρεται σε οποιονδήποτε διαλύτη.

- β. i. Η ηλεκτρολυτική διάσταση αφορά ιοντικές ενώσεις ενώ ο ιοντισμός ομοιοπολικές.
ii. Στην ηλεκτρολυτική διάσταση απελευθερώνονται τα ήδη υπάρχοντα ιόντα του κρυσταλλικού πλέγματος της ιοντικής ένωσης, ενώ στον ιοντισμό ο ομοιοπολικός ηλεκτρολύτης αντιδρά με το διαλύτη σχηματίζοντας ιόντα.

B1. α. Λάθος

Η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τον αυτοϊοντισμό του H_2O προς τα δεξιά αυξάνοντας την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και την $[\text{OH}^-]$, με αποτέλεσμα η τιμή pH να είναι μικρότερη σε σχέση με τους 25°C . Παρόλ' αυτά το καθαρό H_2O είναι ουδέτερο σε οποιαδήποτε θερμοκρασία.

β. Σωστό**γ. Λάθος**

$25^\circ\text{C} \Rightarrow K_w = 10^{-14}$. Για το συζυγιακό σύστημα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$ ισχύει: $K_{a(\text{NH}_4^+)} \cdot K_{b(\text{NH}_3)} = K_w \Rightarrow K_{a(\text{NH}_4^+)} = 10^{-9}$ (NH_4^+ ασθενές οξύ).

δ. Σωστό

Η δομή του στοιχείου είναι: $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^3 \Rightarrow \text{VA}$ ομάδα.

ε. Λάθος

Το άτομο $\overset{2}{\text{C}}$ οξειδώνεται από αριθμό οξείδωσης -1 σε 0 και το άτομο $\overset{1}{\text{C}}$ ανάγεται από αριθμό οξείδωσης -2 σε -3.

B2. α. Τα στοιχεία της 2^{15} περιόδου είναι οκτώ, καθώς αυτή περιλαμβάνει τον τομέα s (2 στοιχεία) και τον τομέα p (6 στοιχεία).

β. Η δομή του στοιχείου είναι: $[\text{Ar}]3d^74s^2 \Rightarrow$ τομέας d, περίοδος $4^{\text{η}}$ και $9^{\text{η}}$ ομάδα.

ΘΕΜΑ Γ

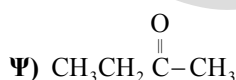
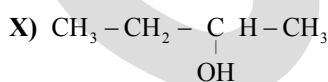
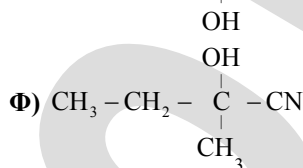
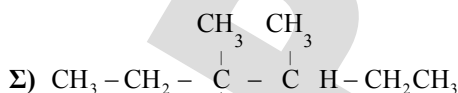
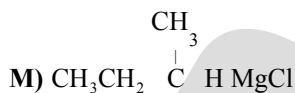
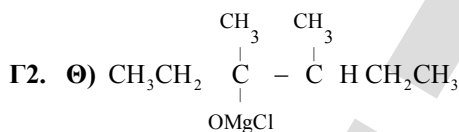
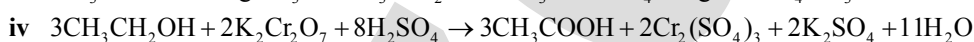
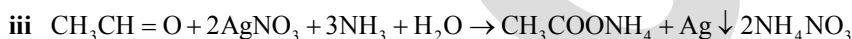
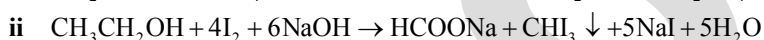
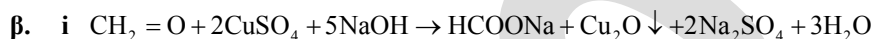
Γ1.α. A : HCOOH

B : $\text{CH}_2 = \text{O}$

Γ : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Δ : CH_3COOH

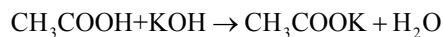
E : $\text{CH}_3\text{CH} = \text{O}$



Γ3. Έστω $2x$ mol $(\text{COOK})_2$ και $2y$ mol CH_3COOH .

1ο μέρος: x mol (COOK)₂ και y mol CH₃COOH. Με το διάλυμα KOH αντιδρά μόνο το CH₃COOH

$$n_{\text{KOH}} = C \cdot V = 0,02 \text{ mol}$$

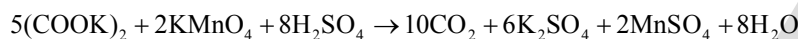


$$y \text{ mol} \quad 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{άρα } y = 0,02 \text{ mol}$$

2ο μέρος: x mol (COOK)₂ και 0,02 mol CH₃COOH. Με το όξινο διάλυμα KMnO₄ αντιδρά μόνο το (COOK)₂

$$n_{\text{KMnO}_4} = C \cdot V = 0,04 \text{ mol}$$



$$x \text{ mol} \quad \frac{2x}{5} \text{ mol}$$

$$\text{άρα } \frac{2x}{5} = 0,04 \Rightarrow \boxed{x = 0,1 \text{ mol}}$$

Αρχικά: 0,2 mol (COOK)₂ και 0,04 mol CH₃COOH.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. $n_A = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol} = n_B$

mol	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COONa + H ₂ O			
αρχ.	0,01	0,01	–	–
Τελ.	–	–	0,01	–

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ M}$$

M	CH ₃ COONa → CH ₃ COO ⁻ + Na ⁺		
τελ.	–	0,1	0,1

Na⁺: δεν αντιδρά με H₂O (NaOH: ισχυρή βάση)

M	CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O ⇌ CH ₃ COO ⁻ + OH ⁻		
Ισορ.	0,1 – x	x	x

$$\left. \begin{aligned} K_b &= \frac{x^2}{0,1} \\ K_b &= \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{x}{0,1} \Leftrightarrow x = 10^{-5}, \text{ pOH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 9$$

Δ2. $n_A = C_A \cdot V = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol}$

$n_B = C_B \cdot V = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ mol}$

	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COONa + H ₂ O			
αρχ	0,01	0,02	–	–
α/π.	0,01	0,01	0,01	–
τελ.	–	0,01	0,01	–

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,01}{1} = 0,01 \text{ M}$$

$$C_{\text{NaOH}} = \frac{0,01}{1} = 0,01 \text{ M}$$

M	CH ₃ COONa → CH ₃ COO ⁻ + Na ⁺		
Τελ.	–	0,01 M	0,1M

M	CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O ⇌ CH ₃ COOH + OH ⁻		
Ισορ.	0,01 – y	y	y

M	NaOH → Na ⁺ + OH ⁻		
τελ	–	0,01	0,01

Δημιουργείται επίδραση κοινού ιόντος (OH^-): $[\text{OH}^-] = y + 0,01 \approx 0,01 \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 12}$

Σημείωση: $K_b = \frac{y \cdot 0,01}{0,01} \Rightarrow y = 10^{-9} \text{ M}$, άρα ισχύει ότι $y + 0,01 \approx 0,01 \text{ M}$

Δ3.

$$n_A = C_A \cdot V_A = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_B = C_B \cdot V_B = 0,15 \text{ mol}$$

$$n_{\Gamma} = C_{\Gamma} \cdot V_{\Gamma} = 0,1 \text{ mol}$$

mol	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$			
αρχ	0,1	0,15	-	-
τελ.	-	0,05	0,01	-

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$			
αρχ	0,1	0,05	-	-
τελ.	0,05	-	0,05	-

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ M} = C_o$$

(NaCl: ουδέτερο άλας άρα δεν επηρεάζει το pH)

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,05 \text{ M} = C_{\beta}$$

Το διάλυμα Ε είναι ρυθμιστικό, καθώς περιέχει το συζυγιακό σύστημα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ με υψηλές και ίδιες συγκεντρώσεις, άρα: $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_o}{C_{\beta}} = 10^{-5} \text{ M} \quad \boxed{\text{pH} = 5}$

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

Έστω ότι αρχικά αντιδρά πλήρως το CH_3COOH με το NaOH .

	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$			
αρχ.	0,1	0,15	-	-
α/π	0,1	0,1	0,1	0,1
τελ.	-	0,05	0,1	0,1

Η υπόλοιπη ποσότητα NaOH αντιδρά με το HCl .

	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$			
αρχ.	0,05	0,1	-	-
α/π	0,05	0,05	0,05	-
τελ.	-	0,05	0,05	-

Το HCl που περισσεύει αντιδρά με το CH_3COONa οπότε έχουμε τελικά:

	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$			
αρχ.	0,1	0,05	-	-
α/π	0,05	0,05	0,05	0,05
τελ.	0,05	-	0,05	0,05

Το διάλυμα Ε είναι ρυθμιστικό, καθώς περιέχει το συζυγιακό σύστημα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ με υψηλές και ίδιες συγκεντρώσεις, άρα: $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_o}{C_{\beta}} = 10^{-5} \text{ M} \quad \boxed{\text{pH} = 5}$

Δ4.α Από τις καμπύλες 1 και 2 βλέπουμε ότι στο σημείο που έχουμε προσθέσει 10 mL από το πρότυπο διάλυμα NaOH, στην καμπύλη (1) το pH είναι 4, ενώ στη (2) το pH είναι 5. Στο σημείο αυτό έχουμε προσθέσει την μισή ποσότητα NaOH από αυτή που απαιτείται για το ισοδύναμο σημείο, έτσι προκύπτει ένα διάλυμα ρυθμιστικό όπου $[CH_3COOH] = [CH_3COONa]$ και $[HB] = [NaB]$, συνεπώς ισχύει ότι: $pH = pKa$. Έτσι επειδή το $pKa_{CH_3COOH} = 5$ η καμπύλη 2 αντιστοιχεί στο CH_3COOH ενώ η καμπύλη (1) στο HB. Επομένως $pKa_{HB} = 4$ και $Ka = 10^{-4}$ (όπως αποδεικνύεται και στο β ερώτημα)

β. Για το σημείο όπου έχουν προστεθεί 10 mL πρότυπου διαλύματος NaOH ($pH = 4$):

$$n_{NaOH} = C_{NaOH} \cdot V = 0,2 \cdot 0,01 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{HB} = C_{HB} \cdot V = 0,2 \cdot 0,02 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

mol	HB + NaOH → NaB + H ₂ O			
αρχ	4 · 10 ⁻³	2 · 10 ⁻³	-	-
τελ.	2 · 10 ⁻³	-	2 · 10 ⁻³	-

$$[HB] = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{15} \text{ M} = C_o$$

$$[NaB] = \frac{1}{15} \text{ M} = C_\beta$$

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό καθώς περιέχει το συζυγιακό σύστημα ασθενούς οξέος HB και συζυγούς βάσης B⁻ με υψηλές και ίδιες συγκεντρώσεις: $[H_3O^+] = Ka \frac{C_o}{C_\beta} \Rightarrow 10^{-4} = Ka_{(HB)}$

γ. Στο ισοδύναμο σημείο περιέχεται το άλας NaB: $n_{NaB} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$[NaB] = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,1 \text{ M}$$

M	NaB → Na ⁺ + B ⁻		
Τελ.	-	0,1	0,1

Na⁺: δεν αντιδρά με H₂O (NaOH: ισχυρή βάση)

M	B ⁻ + H ₂ O ⇌ HB + OH ⁻		
Ισορ.	0,1-λ	λ	λ

$$K_{b(B^-)} = \frac{K_w}{K_a} = 10^{-10} \Rightarrow \frac{\lambda^2}{0,1} = 10^{-10} \Rightarrow \lambda = 10^{5,5} \text{ M} = [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-8,5} \text{ M} \Rightarrow \boxed{pH = 8,5}$$

Επιμέλεια

Ομάδα Χημικών Ε. Ο. ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ