



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Γεωργακής Ευάγγελος (Γ.Ε)
2. Λιόλιος Πασχάλης (Λ.Π)
3. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
4. Ρουπακιάς Χρήστος (Ρ.Χ)
5. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

5.1 (Γ.Ε)

Σε ένα ουδέτερο υδατικό διάλυμα ισχύει ότι $\text{pH} = 7,2$. Στο διάλυμα αυτό ισχύει η σχέση:

α. $\text{pOH} = 6,8$

β. $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

γ. $K_w = 10^{-14,4}$

δ. $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$

5.2 (Γ.Ε)

Ποια από τις επόμενες ουσίες αν προστεθεί σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$, το pH του διαλύματος θα παραμείνει πρακτικά σταθερό;

α. νερό

β. αέριο HCl

γ. Στερεό NaOH

δ. Στερεό CH_3COONa

5.3 (Γ.Ε)

Σε ποιο από τα επόμενα υδατικά διαλύματα ισχύει ο νόμος αραιώσης του Ostwald;

α. Διάλυμα HClO_4 0,2 M

β. Διάλυμα HNO_2 0,1 M

γ. Διάλυμα NH_3 0,1 M – NH_4Cl 0,1 M

δ. Διάλυμα KBr 0,2 M

5.4 (Γ.Ε)

Ποιο από τα επόμενα σωματίδια έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ένα υδατικό διάλυμα H_2SO_4 ;

α. H_2SO_4

β. H_3O^+

γ. HSO_4^-

δ. SO_4^{2-}

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.5 (Γ.Ε)

Υδατικό διάλυμα HF αραιώνεται με νερό σε σταθερή θερμοκρασία. Ποια από τα επόμενα μεγέθη αυξάνονται;

α. $K_a(\text{HF})$ και α_{HF}

β. $n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ και $[\text{F}^-]$

γ. α_{HF} και $[\text{H}_3\text{O}^+]$

δ. pH και n_{F^-}

5.6 (Γ.Ε)

Υδατικό διάλυμα HCl έχει συγκέντρωση 10^{-7} M και θερμοκρασία 25°C. Η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ στο διάλυμα αυτό είναι:

α. 10^{-7} M

β. $1,62 \cdot 10^{-7}$ M

γ. $2 \cdot 10^{-3}$ M

δ. 10^{-6} M

5.7 (Γ.Ε)

Υδατικό διάλυμα άλατος NH_4A έχει pH = 8 σε θερμοκρασία 25°C [$K_w = 10^{-14}$]. Ποια από τις επόμενες σχέσεις είναι σωστή;

α. $K_b [\text{NH}_3] > K_a [\text{HA}]$

β. $K_b [\text{NH}_3] = K_a [\text{HA}]$

γ. $K_b [\text{NH}_3] < K_a [\text{HA}]$

δ. Το HA είναι ισχυρό οξύ

5.8 (Γ.Ε)

Ο πρωτολυτικός δείκτης ΗΔ σε υδατικό διάλυμα με pH = 3 αποκτά κόκκινο χρώμα ενώ σε υδατικό διάλυμα με pH = 7 αποκτά κίτρινο χρώμα. Αν προσθέσουμε μια σταγόνα του δείκτη ΗΔ σε υδατικό διάλυμα NH_4Cl 10^{-3} M, σε θερμοκρασία 25°C, το διάλυμα αποκτά χρώμα:

α. Κόκκινο

β. Κίτρινο

γ. Πορτοκαλί

δ. Δε μπορεί να γίνει πρόβλεψη

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.9 (Γ.Ε)

Υδατικό διάλυμα CH_3COOH όγκου V_L αραιώνεται με νερό μέχρι ο όγκος του να γίνει $100 V_L$. Αν και μετά την αραιώση ισχύει ότι $\alpha < 0,1$ τότε η μεταβολή της τιμής του pH στα δύο διαλύματα θα είναι:

- α. $\Delta\text{pH} = 1$
- β. $\Delta\text{pH} = 2$
- γ. $\Delta\text{pH} > 2$
- δ. $\Delta\text{pH} = 10$

5.10 (Γ.Ε)

100 mL υδατικού διαλύματος HCl 0,2 M ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,4 M στους 25°C .

i. Ο όγκος του διαλύματος NaOH που απαιτείται για ισοδύναμο σημείο είναι:

- α. 25 mL
- β. 50 mL
- γ. 75 mL
- δ. 100 mL

ii. Στο ισοδύναμο σημείο το pH είναι:

- α. 1
- β. 7
- γ. 13
- δ. Άλλο

iii. Κατάλληλος δείκτης για την παραπάνω ογκομέτρηση είναι:

- α. Δείκτης με $\text{p}K_a=4$
- β. Δείκτης με $\text{p}K_a=13$
- γ. Δείκτης με $\text{p}K_a=7$
- δ. Δείκτης με $\text{p}K_a=11$

5.11 (Γ.Ε)

Αναμιγνύουμε ένα διάλυμα CH_3COONa 1M με ένα διάλυμα HCl 1M. Για να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα η σχέση των όγκων V_1 και V_2 πρέπει να είναι:

- α. $V_1 = V_2$
- β. $V_1 < V_2$
- γ. $V_1 > V_2$
- δ. $V_1 \geq V_2$

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.12 (Γ.Ε)

Κατά την προσθήκη διαλύματος NaCl σε διάλυμα HCl:

i. Η $[Cl^-]$ του διαλύματος:

- α. αυξάνεται
- β. μειώνεται
- γ. δε μεταβάλλεται
- δ. δε γνωρίζουμε γιατί δεν επαρκούν τα δεδομένα

ii. Η $[H_3O^+]$ του διαλύματος:

- α. αυξάνεται
- β. μειώνεται
- γ. δε μεταβάλλεται
- δ. δε γνωρίζουμε γιατί δεν επαρκούν τα δεδομένα

5.13 (Γ.Ε)

Ποιο από τα επόμενα υδατικά διαλύματα απαιτεί περισσότερα mol NaOH για πλήρη εξουδετέρωση;

- α. 100 mL διαλύματος HCl με pH = 3
- β. 10 mL διαλύματος HNO₃ με pH = 2
- γ. 10 mL διαλύματος HCOOH με pH = 2
- δ. 1 L διαλύματος HClO₄ με pH = 5

5.14 (Γ.Ε)

Σε υδατικό διάλυμα NH₃ διαλύεται στερεό NaOH, χωρίς να μεταβληθούν ο όγκος και η θερμοκρασία του διαλύματος. Ποια από τα επόμενα μεγέθη ελαττώνονται;

- α. K_b [NH₃] και α_{NH_3}
- β. α_{NH_3} και $[OH^-]$
- γ. pH και α_{NH_3}
- δ. $[NH_4^+]$ και $[H_3O^+]$

5.15 (Γ.Ε)

Ποιο από τα επόμενα υδατικά διαλύματα έχει μεγαλύτερη τιμή pH σε θερμοκρασία 25°C;

- α. Διάλυμα KCN 0,1 M
- β. Διάλυμα NH₄Cl 0,1 M
- γ. Διάλυμα KCl 0,1 M – KOH 0,01 M
- δ. Διάλυμα NaCN 0,1 M – NaOH 0,1 M

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.16 (Γ.Ε)

Ο πρωτολυτικός δείκτης ΗΔ είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ με $K_a = 10^{-8}$. Αν προσθέσουμε λίγες σταγόνες του δείκτη ΗΔ σε υδατικό διάλυμα με $\text{pH} = 6$, για τις δύο συζυγείς μορφές του δείκτη ισχύει:

α. $[\text{H}\Delta] = [\Delta^-]$

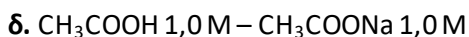
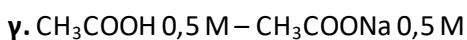
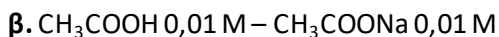
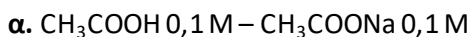
β. $[\Delta^-] = 10[\text{H}\Delta]$

γ. $[\text{H}\Delta] = 100[\Delta^-]$

δ. $[\text{H}\Delta] = 10^{-2}[\Delta^-]$

5.17 (Γ.Ε)

Από τα παρακάτω διαλύματα, μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα έχει:



5.18 (Γ.Ε)

Υδατικό διάλυμα RNH_2 0,1 M ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα HCl . Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης, στους 25°C , το ογκομετρούμενο διάλυμα μπορεί να έχει pH :

α. 1

β. 5,5

γ. 7

δ. 9,5

5.19 (Γ.Ε)

Όταν το νερό ψυχθεί από τους 25°C στους 10°C το pH του ανεβαίνει στο 7,27. Ποια από τις ακόλουθες 3 προτάσεις είναι αληθής για το ψυχρό νερό;

α. $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

β. $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$

γ. $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

δ. $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ M}$

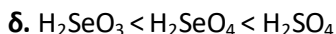
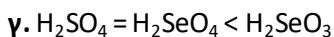
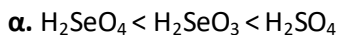
5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.20 (Γ.Ε)

Δίνονται οι παρακάτω χημικές ενώσεις:



Η ταξινόμηση κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος ως οξέα είναι:



5.21 (Λ.Π)

Έστω οι παρακάτω χημικές ενώσεις:

τα οξέα HClO_2 & H_2SO_4 ,

οι βάσεις KOH & CH_3NH_2 και

τα άλατα $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ & $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$.

Όταν καθεμία από τις παραπάνω ουσίες διαλυθεί στο νερό και σχηματίσει υδατικό διάλυμα,

ηλεκτρολυτική διάσταση έχουμε:

α. μόνο στα διαλύματα των αλάτων.

β. μόνο στις διαλύματα των βάσεων.

γ. σε όλα τα διαλύματα εκτός από τα διαλύματα των οξέων.

δ. στα διαλύματα της βάσης KOH και των δύο αλάτων.

5.22 (Λ.Π)

Σε υδατικό διάλυμα HNO_3 0,2 M (διάλυμα Δ_1) προσθέτουμε υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M (διάλυμα Δ_2). Στο τελικό διάλυμα Δ_3 που προκύπτει:

α. η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ($[\text{NO}_3^-]$) αυξάνεται και το pH ελαττώνεται σε σχέση με το διάλυμα Δ_1 .

β. η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ($[\text{NO}_3^-]$) ελαττώνεται σε σχέση με το διάλυμα Δ_1 λόγω επίδρασης κοινού ιόντος.

γ. η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ($[\text{NO}_3^-]$) παραμένει αμετάβλητη, ενώ το pH αυξάνεται σε σχέση με το διάλυμα Δ_1 .

δ. η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ($[\text{NO}_3^-]$) ελαττώνεται, ενώ το pH αυξάνεται σε σχέση με το διάλυμα Δ_1 .

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.23 (Λ.Π)

Σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{NH}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ στο οποίο πληρούνται οι γνωστές προσεγγίσεις και είναι K_b η σταθερά ιοντισμού της CH_3NH_2 ισχύει η ισότητα:

$$\alpha. [\text{OH}^-] = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{K_b \cdot [\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}]}$$

$$\beta. \text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}]}$$

$$\gamma. [\text{OH}^-] = \frac{K_b \cdot [\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

$$\delta. \text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}]}$$

5.24 (Λ.Π)

Το διάλυμα Δ_1 είναι υδατικό διάλυμα HF στο οποίο η συγκέντρωση του οξέος είναι c_1 και ο βαθμός ιοντισμού του οξέος είναι α_1 .

Σε κάποια ποσότητα διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε μια ποσότητα υδατικού διαλύματος NaCl, οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ_2 . Στο διάλυμα Δ_2 ο βαθμός ιοντισμού του HF έχει τιμή α_2 .

Για να προκύψει διάλυμα στο οποίο ο βαθμός ιοντισμού του HF να έχει επίσης τιμή ίση με α_2 , πρέπει σε κάποια ποσότητα του διαλύματος Δ_1 να προσθέσουμε:

α. αέριο HCl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

β. στερεό άλας NaF χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

γ. υδατικό διάλυμα HF με συγκέντρωση σε οξύ $c_2 < c_1$.

δ. στερεό άλας NaCl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

(Να θεωρήσετε ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία).

5.25 (Μ.Γ)

Η ηλεκτρολυτική διάσταση:

α. ταυτίζεται με τον ιοντισμό.

β. αναφέρεται σε ιοντικές ενώσεις που διαλύονται στο νερό.

γ. περιγράφει χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο νερό.

δ. πραγματοποιείται παρουσία μη πολικού διαλύτη.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.26 (Λ.Π)

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα βάσεων, στους 25 °C:

- Δ₁: διάλυμα αμμωνίας (NH₃)
- Δ₂: διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH)
- Δ₃: διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου (Ca(OH)₂)
- Δ₄: διάλυμα μεθυλαμίνης (CH₃NH₂).

Η συγκέντρωση της κάθε βάσης έχει την ίδια τιμή *c* σε όλα τα διαλύματα.

Οι τιμές pH των τεσσάρων διαλυμάτων διατάσσονται κατ' αύξουσα σειρά ως εξής:

α. $\text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_4} < \text{pH}_{\Delta_3} < \text{pH}_{\Delta_2}$

β. $\text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_4} < \text{pH}_{\Delta_2} < \text{pH}_{\Delta_3}$

γ. $\text{pH}_{\Delta_4} < \text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_3} < \text{pH}_{\Delta_2}$

δ. $\text{pH}_{\Delta_4} < \text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_2} < \text{pH}_{\Delta_3}$

(Υπενθυμίζεται ότι το μεθύλιο (CH₃-) εμφανίζει +I επαγωγικό φαινόμενο).

5.27 (Μ.Γ)

Για το αέριο ξηρό υδροχλώριο ισχύει:

- α. δρα ως οξύ κατά Arrhenius.
- β. έχει pH < 7 στους 25°C.
- γ. συμπεριφέρεται ως οξύ κατά Brønsted - Lowry.
- δ. από την επαφή του με ατμούς αμμωνίας παράγεται λευκό στερεό.

5.28 (Μ.Γ)

Η χημική εξίσωση $\text{NaHSO}_4(s) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq)$
περιγράφει:

- α. αντίδραση που ερμηνεύεται με τη θεωρία των Brønsted - Lowry.
- β. τον ιοντισμό του όξινου θεικού νατρίου στο νερό.
- γ. αντίδραση που δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί.
- δ. την εξουδετέρωση μιας βάσης από ένα οξύ.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

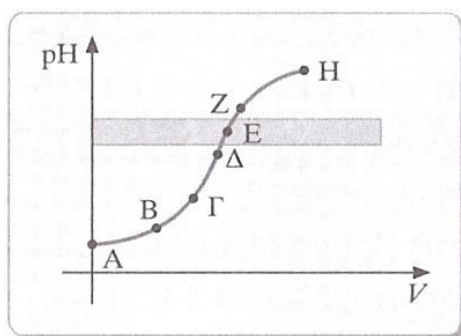
5.29 (Μ.Γ)

Το καθαρό νερό στην περιοχή θερμοκρασιών 4 - 20 °C :

- α. έχει $pOH > 7$.
- β. είναι βασικό.
- γ. έχει σταθερά ιοντισμού για την οποία ισχύει η σχέση $pK_w = (pH)^2$.
- δ. έχει τιμή pH μικρότερη από αυτή του pOH.

5.30 (Μ.Γ)

Η παρακάτω καμπύλη προέκυψε από την ογκομέτρηση υδατικού διαλύματος αιθανικού οξέος με υδατικό διάλυμα ισχυρής βάσης.



Το γραμμοσκιασμένο τμήμα αντιστοιχεί στην περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη που χρησιμοποιήθηκε. Ορισμένα σημεία της καμπύλης έχουν συμβολισθεί με γράμματα, με το Δ να αντιστοιχεί στο ισοδύναμο σημείο.

Το πλήθος των σημείων στα οποία υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος είναι:

- α. 1
- β. 2
- γ. 3
- δ. 5

5.31 (Ρ.Χ)

Αυξάνουμε την θερμοκρασία ενός υδατικού διαλύματος ασθενούς οξέος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση:

- α. της σταθεράς ιοντισμού του οξέος
- β. του βαθμού ιοντισμού του οξέος
- γ. του pH του διαλύματος
- δ. της συγκέντρωσης οξωνίων του διαλύματος

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.32 (P.X)

Στη χημική εξίσωση: $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_3^{2-}$

το ιόν HCO_3^- λειτουργεί:

- α. ως οξύ κατά Brønsted–Lowry
- β. ως βάση κατά Brønsted–Lowry
- γ. ως αμφιπρωτική ουσία (αμφολύτης)
- δ. ούτε ως οξύ ούτε ως βάση κατά Brønsted–Lowry

5.33 (P.X)

Η συζυγής βάση του H_2PO_4^- είναι το:

- α. HPO_4^{2-}
- β. PO_4^{3-}
- γ. H_3PO_4
- δ. H_2PO_2^-

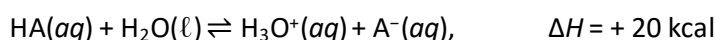
5.34 (P.X)

Τι από τα παρακάτω προκαλεί αύξηση του βαθμού ιοντισμού υδατικού διαλύματος NH_3 σε σταθερή θερμοκρασία;

- α. αύξηση της συγκέντρωσης της NH_3
- β. προσθήκη στερεού NaOH
- γ. προσθήκη στερεού NH_4Cl
- δ. προσθήκη H_2O

5.35 (P.X)

Δίνεται η ιοντική ισορροπία:



Ποια από τις μεταβολές που ακολουθούν θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του pH υδατικού διαλύματος του οξέος HA;

- α. Η διάλυση μικρής ποσότητας $\text{NaOH}(s)$
- β. Η διάλυση μικρής ποσότητας του άλατος $\text{NaA}(s)$
- γ. Η προσθήκη μικρής ποσότητας καταλύτη $\text{Pt}(s)$
- δ. Η αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.36 (P.X)

Με αραιώση υδατικού διαλύματος HF 0,1 M, υπό σταθερή θερμοκρασία, ο αριθμός mol των ιόντων H_3O^+ :

- α. αυξάνεται
- β. ελαττώνεται
- γ. παραμένει σταθερός
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πως θα μεταβληθεί

5.37 (P.X)

Σε 1 L διαλύματος HF 0,1 M, με $\text{pH} = 2,1$ διαλύουμε 0,1 mol NaF(s), χωρίς μεταβολή όγκου και θερμοκρασίας. Το διάλυμα που προκύπτει:

- α. έχει $\text{pH} = 2,1$
- β. έχει pH πρακτικά ίσο με 2,1
- γ. έχει $\text{pH} = \text{p}K_a$, όπου K_a η σταθερά ιοντισμού του HF
- δ. δεν είναι ρυθμιστικό καθώς το HF είναι ισχυρό οξύ

5.38 (P.X)

Σε σχέση με το αιθανικό οξύ (CH_3COOH), το νιτροαιθανικό οξύ ($\text{O}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{COOH}$) είναι:

- α. ασθενέστερο οξύ λόγω του -I επαγωγικού φαινομένου της ομάδας $-\text{NO}_2$
- β. ισχυρότερο οξύ λόγω του -I επαγωγικού φαινομένου της ομάδας $-\text{NO}_2$
- γ. ισχυρότερο οξύ λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου της ομάδας $-\text{NO}_2$
- δ. ασθενέστερο οξύ λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου της ομάδας $-\text{NO}_2$

5.39 (P.X)

Από τα παρακάτω ρυθμιστικά διαλύματα πιο όξινο είναι το:

- α. NH_3 0,1 M / NH_4Cl 0,2 M
- β. NH_3 0,1 M / NH_4Cl 0,1 M
- γ. NH_3 0,2 M / NH_4Cl 0,2 M
- δ. NH_3 0,2 M / NH_4Cl 0,1 M

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.40 (P.X)

Σε ένα υδατικό διάλυμα NH_4Cl ισχύει στους $25\text{ }^\circ\text{C}$:

- α. το pH είναι μεγαλύτερο του 7
- β. το pH είναι ίσο με το pOH
- γ. η συγκέντρωση των υδροξυλίων είναι μεγαλύτερη από 10^{-7} M
- δ. η συγκέντρωση των οξωνίων είναι μεγαλύτερη από 10^{-7} M

5.41 (P.X)

Ένα υδατικό διάλυμα NH_3 0,1 M, στους $25\text{ }^\circ\text{C}$, έχει:

- α. pOH = 1
- β. pH μικρότερο του 13
- γ. pH ίσο με 13
- δ. pH ίσο με 1

5.42 (P.X)

Ποια από τα παρακάτω διαλύματα δεν είναι ρυθμιστικό;

- α. HBr 0,1 M – NH_4Br 0,1 M
- β. NH_3 0,1 M – NH_4Br 0,1 M
- γ. HF 0,1 M – NaF 0,1 M
- δ. CH_3COONa 0,1 M – CH_3COOH 0,1 M

5.43 (P.X)

Για τους βαθμούς ιοντισμού δύο διαλυμάτων CH_3COOH , της ίδιας θερμοκρασίας, με συγκεντρώσεις 0,1 M και 0,4 M, αντίστοιχα, ισχύει:

- α. $\alpha_1 = \alpha_2$
- β. $\alpha_1 = 2\alpha_2$
- γ. $2\alpha_1 = \alpha_2$
- δ. $4\alpha_1 = \alpha_2$

5.44 (P.X)

Σε υδατικό διάλυμα NH_3 προσθέτουμε στερεό NH_4Cl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποιά από τα παρακάτω μεγέθη ελαττώνεται;

- α. $[\text{NH}_3]$
- β. K_b
- γ. $[\text{OH}^-]$
- δ. $[\text{H}_3\text{O}^+]$

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.45 (P.X)

Ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα, στους 25 °C, έχει τη μεγαλύτερη τιμή pH;

- α. NaCN 0,1 M
- β. NaOH 0,1 M
- γ. Ca(OH)₂ 0,1 M
- δ. NH₃ 0,1 M

5.46 (P.X)

Για τον ακριβή προσδιορισμό του pH ενός διαλύματος, χρησιμοποιούμε:

- α. πεχαμετρικό χαρτί
- β. δείκτες
- γ. πεχάμετρο
- δ. τίποτα από τα παραπάνω

5.47 (P.X)

Η προσθήκη νερού σε ένα διάλυμα οξέος:

- α. μειώνει το pOH του διαλύματος
- β. αυξάνει το pOH του διαλύματος
- γ. μειώνει το pH του διαλύματος
- δ. δεν επιφέρει καμία μεταβολή στο pH του διαλύματος

5.48 (P.X)

Η πολύ καλή διαλυτική ικανότητα του νερού οφείλεται και:

- α. στη διηλεκτρική του σταθερά
- β. στην κρυσταλλική μορφή των αλάτων
- γ. στον αυτοϊοντισμό του
- δ. στη σταθερή συγκέντρωσή του (55,5 M)

5.49 (P.X)

Το κατιόν οξωνίου (H₃O⁺):

- α. Είναι οξύ κατά Arrhenius
- β. Είναι οξύ κατά Brønsted–Lowry
- γ. Είναι οξύ κατά Arrhenius και κατά Brønsted–Lowry
- δ. Δεν είναι ούτε οξύ ούτε βάση κατά Brønsted–Lowry

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.50 (P.X)

Διαθέτουμε τρία δοχεία με καθαρό νερό. Το πρώτο έχει νερό θερμοκρασίας 0 °C, το δεύτερο έχει νερό θερμοκρασίας 25 °C και το τρίτο έχει νερό θερμοκρασίας 60 °C. Ποια είναι η σχέση των pH τους;

- α. $pH_1 < pH_2 < pH_3$
- β. $pH_1 = pH_2 = pH_3$
- γ. $pH_1 > pH_2 > pH_3$
- δ. δεν αρκούν τα δεδομένα για να απαντήσουμε

5.51 (P.X)

Σε 100 mL καθαρού νερού διαλύουμε κάθε φορά από 0,05 mol καθεμιάς από τις παρακάτω ενώσεις:

- α. KNO_3
- β. NH_4I
- γ. $NaCN$
- δ. NH_4NO_3

Από τα διαλύματα που προκύπτουν ποιο έχει το μεγαλύτερο pH;

5.52 (P.X)

Ποια από τις επόμενες μεταβολές θα προκαλέσει αύξηση των mol των H_3O^+ , σε ένα υδατικό διάλυμα HCN, στους 25 °C;

- α. αύξηση της θερμοκρασίας
- β. ελάττωση της θερμοκρασίας
- γ. προσθήκη μικρής ποσότητας στερεού NaCN
- δ. προσθήκη μικρής ποσότητας στερεού KCl

5.53 (P.X)

Σε ρυθμιστικό διάλυμα HA/A^- , το ασθενές οξύ HA έχει συγκέντρωση c_a M, σταθερά ιοντισμού K_a και βαθμό ιοντισμού a . Ποιες από τις παρακάτω εξισώσεις είναι η σωστή;

- α. $a = [H_3O^+]/c_a$
- β. $a = K_a/[H_3O^+]$
- γ. $a = (K_a/c_a)^{1/2}$
- δ. $a = [H_3O^+]/K_a$

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.54 (P.X)

Η παρουσία ιόντων στο καθαρό νερό αποδείχτηκε με μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας:

- α. της αγωγιμότητας
- β. της οσμωτικής πίεσης
- γ. της διπολικής ροπής
- δ. της οξύτητας

5.55 (P.X)

Κατά την ογκομέτρηση HClO με πρότυπο διάλυμα Ba(OH)_2 , θα χρησιμοποιήσουμε ως δείκτη για τον εντοπισμό του ισοδύναμου σημείου:

- α. φαινολοφθαλεΐνη (8,1 -10,1)
- β. κυανό της θυμόλης (1,2 – 2,8)
- γ. βρωμοκρεζόλη (3,8 – 5,4)
- δ. ιώδες του μεθυλίου (1,1 – 2,6)

Σε παρένθεση η περιοχή αλλαγής χρώματος του κάθε δείκτη.

5.56 (P.X)

Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή των μορίων πιο ισχυρό οξύ είναι το:

- α. CF_3COOH
- β. CHF_2COOH
- γ. CH_2FCOOH
- δ. CH_3COOH

5.57 (P.X)

Η ισχύς των υδραλογόνων ακολουθεί τη σειρά:

- α. $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$
- β. $\text{HI} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HF}$
- γ. $\text{HF} < \text{HBr} < \text{HCl} < \text{HI}$
- δ. $\text{HF} < \text{HI} < \text{HBr} < \text{HCl}$

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.58 (X.A)

Το pH ενός υδατικού διαλύματος $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$ συγκέντρωσης 10^{-2} M στους 50°C μπορεί να είναι:

- α. 10,0
- β. 2,0
- γ. 6,8
- δ. 7,2

5.59 (X.A)

Σε 200 mL διαλύματος CH_3COOH με $\text{pH}=3$ προσθέτουμε 300 mL διαλύματος HNO_3 . Το pH του διαλύματος:

- α. θα παραμείνει σταθερό
- β. θα μειωθεί
- γ. θα αυξηθεί
- δ. δεν γνωρίζουμε πως θα μεταβληθεί

5.60 (X.A)

Όταν αραιωθούν 10 mL διαλύματος HCN με νερό μέχρι ο όγκος να γίνει 1 L, τότε η τιμή pH του διαλύματος:

- α. αυξάνεται κατά δύο μονάδες
- β. αυξάνεται μέχρι μία μονάδα
- γ. αυξάνεται κατά μισή μονάδα
- δ. αυξάνεται κατά μία μονάδα

5.61 (X.A)

Υδατικό διάλυμα περιέχει K_2HPO_4 1 M και KH_2PO_4 0,1 M. Για το H_3PO_4 στο νερό στους 25°C ισχύει ότι: $K_{a1}=10^{-3}$, $K_{a2}=10^{-8}$, $K_{a3}=10^{-11}$. Το pH του διαλύματος στους 25°C είναι ίσο με:

- α. 4
- β. 9
- γ. 7
- δ. 12

5.62 (X.A)

Σε 100 mL διαλύματος HCOOH 1 M προσθέτουμε διάλυμα $(\text{HCOO})_2\text{Ba}$ σε σταθερή θερμοκρασία οπότε ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH :

- α. αυξάνεται
- β. ελαττώνεται
- γ. παραμένει σταθερός
- δ. δε μπορούμε να γνωρίζουμε

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.63 (X.A)

Διάλυμα HNO_3 έχει συγκέντρωση 10^{-7} M και θερμοκρασία 25°C . Εάν ψύξουμε το διάλυμα στους 10°C τότε το pH του διαλύματος:

- α. θα ελαττωθεί
- β. θα παραμείνει σταθερό
- γ. θα αυξηθεί
- δ. δε μπορούμε να γνωρίζουμε

5.64 (X.A)

Σε ένα διάλυμα KOH συγκέντρωσης 1 M στους 15°C , ισχύει:

- α. $\text{p}K_w = 2\text{pH}$
- β. $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-14}$ M
- γ. $\text{pH} = 14$
- δ. $\text{pOH} = 1$

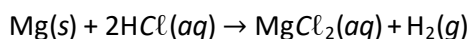
5.65 (X.A)

Μαθητής προσδιόρισε τη συγκέντρωση του οξικού οξέος σε δείγμα ξιδιού του εμπορίου πραγματοποιώντας ογκομέτρηση του ξιδιού με πρότυπο διάλυμα NaOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη (άχρωμο – κόκκινο). Μια από τις παρακάτω ενέργειες ήταν αυτή που τον οδήγησε σε υπολογισμό μικρότερης συγκέντρωσης του οξικού οξέος στο ξίδι από την πραγματική:

- α. Το διάλυμα NaOH είχε μείνει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα για αρκετό χρονικό διάστημα ο οποίος περιέχει διοξείδιο του άνθρακα.
- β. Σταμάτησε την ογκομέτρηση όταν το διάλυμα απέκτησε σκούρο κόκκινο χρώμα αντί για αχνό ροζ.
- γ. Το ξίδι είχε αραιωθεί με απεσταγμένο νερό στην κωνική φιάλη πριν προστεθεί το διάλυμα NaOH .
- δ. Μικρή ποσότητα από το ξίδι χύθηκε από το σιφώνιο εκτός της ογκομετρικής φιάλης που έγινε η ογκομέτρηση.

5.66 (X.A)

Σε υδατικό διάλυμα $\text{HCl}(aq)$ προσθέτουμε περίσσεια μεταλλικού $\text{Mg}(s)$ οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



- α. Το pH του τελικού διαλύματος θα είναι σίγουρα ουδέτερο
- β. Η συγκέντρωση $[\text{Cl}^-]$ στο διάλυμα αυξάνεται
- γ. Το pH του τελικού διαλύματος μπορεί να είναι είτε όξινο, είτε ουδέτερο
- δ. Ο αριθμός των ιόντων μαγνησίου (Mg^{2+}) μειώνεται

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.67 (X.A)

Σε ένα διάλυμα HNO_3 0,001 M στους 25 °C, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ η οποία προέρχεται από τον ιοντισμό του νερού είναι ίση με:

- α. 10^{-11} M
- β. 10^{-2} M
- γ. 10^{-3} M
- δ. 10^{-12} M

5.68 (X.A)

Το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης υδατικού διαλύματος βάσης Β από πρότυπο υδατικό διάλυμα HClO_4 στους 35 °C έχει:

- α. $\text{pH} < 7$
- β. $\text{pH} > 7$
- γ. $\text{pH} \geq 7$
- δ. $\text{pH} \leq 7$

5.69 (X.A)

Ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα έχει το μικρότερο άθροισμα $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-]$ στους 25 °C:

- α. $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ με συγκέντρωση 10^{-2} M
- β. HNO_3 με συγκέντρωση 10^{-2} M
- γ. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ με συγκέντρωση $5 \cdot 10^{-3}$ M
- δ. Όλα τα παραπάνω διαλύματα έχουν το ίδιο άθροισμα

5.70 (X.A)

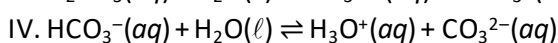
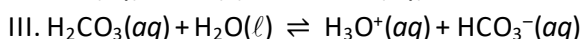
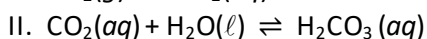
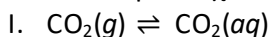
Υδατικό διάλυμα $\text{Ba}(\text{OH})_2$ έχει συγκέντρωση 0,005 M και $\text{pH} = 10$. Οπότε:

- α. η θερμοκρασία του διαλύματος είναι 25 °C
- β. η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι ίση με $K_w = 10^{-13}$
- γ. η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από 25 °C
- δ. η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μικρότερη από 25 °C

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.71 (X.A)

Σε ένα ανθρακούχο νερό έχουν αποκατασταθεί οι παρακάτω ισορροπίες:



Σε μια ποσότητα ανθρακούχου νερού, προσθέτουμε δείκτη ερυθρό του μεθυλίου ($pK_a=5,2$ κόκκινο - κίτρινο) οπότε το διάλυμα αποκτά κόκκινο χρώμα. Μοιράζουμε το διάλυμα σε 3 δοκιμαστικούς σωλήνες. Ανακινούμε συνεχώς τον 1^ο δοκιμαστικό σωλήνα. Στον 2^ο δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτουμε ποσότητα Na_2CO_3 και στον 3^ο δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτουμε αρχικά αέριο HCl και στη συνέχεια εκπνέουμε για αρκετό χρονικό διάστημα στο διάλυμα με ένα καλαμάκι. Το χρώμα που θα αποκτήσει αντίστοιχα κάθε δοκιμαστικός σωλήνας, θα είναι:

α. κίτρινο – κίτρινο – πορτοκαλί

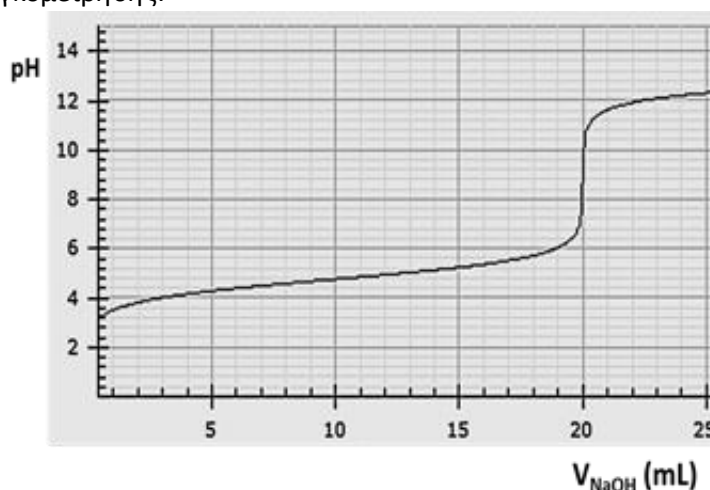
β. κόκκινο – κόκκινο – κίτρινο

γ. κόκκινο – κόκκινο – πορτοκαλί

δ. κίτρινο – κίτρινο – κόκκινο

5.72 (X.A)

Ογκομετρούμε 100 mL ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,5 M και προκύπτει η παρακάτω καμπύλη ογκομέτρησης.



Από τις προτάσεις που ακολουθούν, **μία είναι λανθασμένη**:

α. Ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης ($K_a=10^{-7}$) θεωρείται κατάλληλος για τη συγκεκριμένη ογκομέτρηση.

β. Όταν έχουν προστεθεί 7 mL πρότυπου διαλύματος, τότε έχει σχηματιστεί διάλυμα με ικανοποιητική ρυθμιστική ικανότητα.

γ. Το ασθενές οξύ HA έχει σταθερά ιοντισμού $K_a=10^{-4}$.

δ. Η αρχική συγκέντρωση του οξέος HA ήταν 0,1 M.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΩΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

5.1 (Λ.Π)

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα οξέων, στους 25 °C:

- Δ₁: διάλυμα μονοπρωτικού οξέος ΗΑ.
- Δ₂: διάλυμα μονοπρωτικού οξέος ΗΒ.

Η συγκέντρωση του κάθε οξέος έχει την ίδια τιμή *c* σε καθένα από τα διαλύματα Δ₁ και Δ₂.

Επίσης, διαθέτουμε κάποιες ποσότητες των στερεών αλάτων NaA και NaB.

Διαλύουμε μια ποσότητα άλατος NaA στο διάλυμα Δ₁ και μια ποσότητα άλατος NaB στο διάλυμα Δ₂ (από τη διάλυση του NaA στο Δ₁ προκύπτει το διάλυμα Δ₃) χωρίς μεταβολή του όγκου των διαλυμάτων.

Παρατηρούμε ότι λόγω της προσθήκης των αλάτων αλλάζει το pH του διαλύματος Δ₁ αλλά το διάλυμα παραμένει όξινο, ενώ το pH του Δ₂ διατηρείται αμετάβλητο.

Τις υπόλοιπες ποσότητες των αλάτων NaA και NaB τις διαλύουμε σε νερό και παρασκευάζουμε αντίστοιχα τα διαλύματα Δ₄ και Δ₅ (το Δ₄ περιέχει το άλας NaA και το Δ₅ περιέχει το άλας NaB).

Η διάταξη των τιμών pH των διαλυμάτων Δ₁, Δ₂, Δ₃, Δ₄ και Δ₅ κατ' αύξουσα σειρά είναι:

$$pH_{\Delta_2} < pH_{\Delta_1} < pH_{\Delta_3} < pH_{\Delta_5} < pH_{\Delta_4}$$

5.2 (Λ.Π)

Ένας μαθητής μελετά ένα υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΑ και έχει στη διάθεσή του τις παρακάτω πληροφορίες:

- Το διάλυμα βρίσκεται σε θερμοκρασία θ °C.
- Η συγκέντρωση του οξέος ΗΑ στο διάλυμα είναι $c = 0,05 \text{ M}$.
- Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 3,5.
- Το κατιόντα οξωνίου που παράγονται από τον ιοντισμό του ΗΑ στο διάλυμα είναι 5 εκατομμύρια φορές περισσότερα από τα κατιόντα οξωνίου που παράγονται από τον αυτοϊοντισμό του νερού στο διάλυμα αυτό.
- Θεωρούμε ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις στους υπολογισμούς.

Μετά από προσεκτική μελέτη των στοιχείων ο μαθητής διατυπώνει τις παρακάτω προτάσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Πρόταση 1: «Η θερμοκρασία θ του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από 25°C ».

Πρόταση 2: «Στους $\theta^{\circ}\text{C}$ ένα υδατικό διάλυμα με $\text{pH}=7$ είναι βασικό».

Πρόταση 3: «Η σταθερά ιοντισμού K_b της συζυγούς βάσης A^- του οξέος HA έχει τιμή $K_b=10^{-8}$ στους $\theta^{\circ}\text{C}$ ».

Να τις χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις παραπάνω προτάσεις και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

5.3 (Χ.Α)

Η υδραζίνη (NH_2NH_2) χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε πυραύλους.

Στα υδατικά της διαλύματα, συμπεριφέρεται ως μια ασθενής διπρωτική βάση με σταθερές ιοντισμού: $K_{b1} = 10^{-7}$ και $K_{b2} = 10^{-16}$ στους 25°C .

Οπότε, ένα υδατικό διάλυμα $\text{NH}_2\text{NH}_3\text{NO}_3$ στους 25°C έχει $\text{pH} < 7$.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

5.1 (Λ.Π)

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁: Διάλυμα CH₃COOH 0,4 M

Διάλυμα Δ₂: Διάλυμα NaOH $\frac{2}{15}$ M.

A. 30 mL του διαλύματος Δ₁ αραιώνονται με 90 mL νερού. Από την αραιώση προκύπτει διάλυμα Δ₃.

Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ₃.

B. Να υπολογιστεί ο λόγος ($\frac{\alpha_1}{\alpha_3}$) των βαθμών ιοντισμού του CH₃COOH στα διαλύματα Δ₁ και Δ₃.

Γ. 50 mL του διαλύματος Δ₁ αναμιγνύονται με 150 mL του διαλύματος Δ₂.

Ποιο το pH του διαλύματος Δ₄ που προκύπτει;

Δ. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξουμε τα διαλύματα Δ₁ και Δ₄, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ₅ με pH=5;

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25°C, όπου $K_w=10^{-14}$.
- Για το CH₃COOH είναι $K_a=10^{-5}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5.2 (Λ.Π)

Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁: Διάλυμα HNO₃.

Διάλυμα Δ₂: Διάλυμα NaOH.

Διάλυμα Δ₃: Διάλυμα ασθενούς οξέος HA με pH=4.

Διάλυμα Δ₄: Διάλυμα άλατος NaA με pH=9.

Όλα τα παραπάνω διαλύματα έχουν την ίδια μοριακή συγκέντρωση στους ηλεκτρολύτες που περιέχουν.

A. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA.

B. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του κάθε διαλύματος στον ηλεκτρολύτη που περιέχει.

Γ. Να υπολογίσετε το pH των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂.

Δ. Αναμιγνύουμε κάποιες ποσότητες των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂.

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να γίνει η ανάμιξη, ώστε το διάλυμα Δ₅ που θα προκύψει να έχει τιμή pH που να διαφέρει κατά μία μονάδα σε σχέση με το pH του διαλύματος Δ₁;

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25 °C, όπου $K_w=10^{-14}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.3 (Λ.Π)

Διαλύουμε m g αέριας NH_3 σε νερό και δημιουργούμε το διάλυμα Δ_1 , όγκου 5 L με $\text{pH}=11$.

- A.** Ποια η τιμή του m (πόσα g αέριας NH_3 διαλύσαμε στο νερό και δημιουργήσαμε το διάλυμα Δ_1);
B. Ποια η % w/v περιεκτικότητα της NH_3 στο διάλυμα Δ_1 και ποιος ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 σ' αυτό;
Γ. Σε 2 L διαλύματος Δ_1 διαλύουμε 0,2 mol αερίου HCl , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ_2 . Ποιο το pH του διαλύματος Δ_2 ;
Δ. Πόσα λίτρα (L) νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_2 , ώστε να μεταβληθεί το pH του διαλύματος κατά μισή μονάδα;
Ε. Στα υπόλοιπα 3 L του διαλύματος Δ_1 διαλύουμε 0,3 mol στερεού NaOH , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, οπότε και προκύπτει το διάλυμα Δ_3 . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ_3 και ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 σε αυτό το διάλυμα.

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25°C , όπου $K_w=10^{-14}$.
- Σταθερά ιοντισμού της NH_3 $K_b=10^{-5}$.
- $A_r(\text{N})=14$, $A_r(\text{H})=1$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5.4 (Λ.Π)

Υδατικό διάλυμα HCOONa (διάλυμα Δ_1) έχει τιμή $\text{pH} = 8,5$.

- A.** Ποια η συγκέντρωση του HCOONa στο διάλυμα Δ_1 ;
B. Σε 300 mL διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 200 mL διαλύματος HCl με $\text{pH}=1$, οπότε προκύπτουν 500 mL διαλύματος Δ_2 . Ποιο το pH του διαλύματος και ποια η τιμή του βαθμού ιοντισμού του HCOOH στο διάλυμα Δ_2 ;
Γ. Στο διάλυμα Δ_2 προσθέτουμε 3,92 g στερεού KOH , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος και προκύπτει διάλυμα Δ_3 .
Ποιο το pH του διαλύματος Δ_3 ;

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25°C , όπου $K_w=10^{-14}$.
- Η σταθερά ιοντισμού του HCOOH $K_a=2 \cdot 10^{-4}$.
- $A_r(\text{K})=39$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{H})=1$.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.5 (Λ.Π)

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁: Διάλυμα CH₃COOH 0,1 M με pH=3.

Διάλυμα Δ₂: Διάλυμα NH₄Cl με pH=5.

Επίσης διαθέτουμε και 4 g στερεού NaOH.

A. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του CH₃COOH.

B. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NH₄Cl στο διάλυμα Δ₂.

Γ. Διαλύουμε μια ποσότητα από το στερεό NaOH σε 1,2 L του διαλύματος Δ₁, οπότε παράγεται διάλυμα Δ₃ με pH=5. Την υπόλοιπη ποσότητα του στερεού NaOH τη διαλύουμε σε 4,4 L διαλύματος Δ₂, οπότε παράγεται διάλυμα Δ₄.

Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ₄.

Δ. Πόσα mol στερεού CH₃COONa πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ₃, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ώστε να μεταβληθεί το pH του διαλύματος κατά 1 μονάδα;

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25 °C, όπου $K_w=10^{-14}$.
- Σταθερά ιοντισμού της NH₃ $K_b=10^{-5}$.
- $A_r(\text{Na})=23$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{H})=1$.
- Κατά τη διάλυση του στερεού NaOH στα διαλύματα δεν αλλάζει ο όγκος αυτών.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5.6 (Λ.Π)

Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁: Διάλυμα HCl 0,2 M.

Διάλυμα Δ₂: Διάλυμα NaOH 0,3 M.

Διάλυμα Δ₃: Διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA 0,9 M.

Διάλυμα Δ₄: Διάλυμα άλατος NaA 1,5 M.

Να βρείτε τις αναλογίες όγκων με τις οποίες πρέπει να αναμείξουμε ποσότητες από τα παραπάνω διαλύματα, ώστε να προκύψουν διαλύματα των οποίων δίνονται οι τιμές pH.

A. Από ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂ να προκύψει διάλυμα με pH=12.

B. Από ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₂ και Δ₃ να προκύψει διάλυμα με pH=4.

Γ. Από ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₃ και Δ₄ να προκύψει διάλυμα με pH=5.

Δ. Από ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₃ να προκύψει διάλυμα με pH=2.

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25 °C, όπου $K_w=10^{-14}$.
- Η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA $K_a=5 \cdot 10^{-5}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.7 (Λ.Π)

Υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA (διάλυμα Δ₁) ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1M.

Κατά την ογκομέτρηση 40 mL διαλύματος Δ₁ απαιτούνται 10 mL πρότυπου διαλύματος, ώστε να φτάσουμε στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.

Είναι γνωστό επίσης ότι, αραιώνοντας κάποιον όγκο διαλύματος Δ₁ με τετραπλάσιο όγκο νερού, προκύπτει διάλυμα Δ₂ με pH=3.

A. Ποια η συγκέντρωση του οξέος HA στο ογκομετρούμενο διάλυμα Δ₁;

B. Ποια η τιμή του pH του διαλύματος Δ₃ που προκύπτει κατά την ογκομέτρηση, όταν έχουμε φτάσει στο ισοδύναμο σημείο;

Γ. Διαθέτουμε τους παρακάτω πρωτολυτικούς δείκτες:

Δείκτης A: Πρόκειται για ασθενές μονοπρωτικό οξύ με $K_a = 10^{-5}$, με χρώμα όξινης μορφής κόκκινο και χρώμα βασικής μορφής κίτρινο.

Δείκτης B: Πρόκειται για ασθενές μονοπρωτικό οξύ με $K_a' = 10^{-8}$, με χρώμα όξινης μορφής πράσινο και χρώμα βασικής μορφής μπλε.

Εξηγείστε ποιον από τους δύο δείκτες θα επιλέξετε για να προσδιορίσετε το πέρας της ογκομέτρησης (τελικό σημείο της ογκομέτρησης). Δικαιολογήστε πλήρως την απάντησή σας και περιγράψτε το χρώμα και τη μεταβολή του χρώματος του ογκομετρούμενου διαλύματος με αυτόν το δείκτη.

Δ. Ποια η τιμή του πηλίκου $\frac{[\text{όξινης μορφής}]}{[\text{βασικής μορφής}]}$ του δείκτη A στα διαλύματα Δ₂ και Δ₃;

Ποιο το χρώμα του κάθε διαλύματος από τα Δ₂ και Δ₃ όταν προσθέσουμε στο καθένα λίγες σταγόνες του δείκτη A;

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25 °C, όπου $K_w=10^{-14}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.8 (Λ.Π)

Το υδατικό διάλυμα Δ₁ περιέχει το ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA στους 25 °C.

Στη θερμοκρασία αυτή η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA έχει τιμή $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$.

Το pH του διαλύματος Δ₁ είναι ίσο με 3.

A. Να εξετάσετε αν επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις στο διάλυμα Δ₁.

B. Να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του οξέος HA στο διάλυμα Δ₁ και τη συγκέντρωση των αδιάστατων μορίων του HA στο διάλυμα αυτό.

Γ. Αραιώνουμε 50 mL διαλύματος Δ₁ με νερό μέχρι όγκου 150 mL, παρασκευάζοντας έτσι το διάλυμα Δ₂, σε σταθερή θερμοκρασία 25 °C. Ποιο το ποσοστό μεταβολής της συγκέντρωσης των κατιόντων οξωνίου ($[H_3O^+]$), λόγω της αραιώσης;

Δ. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής του βαθμού ιοντισμού α του οξέος HA λόγω της αραιώσης.

5.9 (Λ.Π)

Υδατικό διάλυμα θ °C περιέχει τα ασθενή οξέα HA, HB και ΗΓ σε συγκεντρώσεις 0,3 M, 0,1 M και 0,2 M αντίστοιχα.

Για τα τρία οξέα οι τιμές των σταθερών ιοντισμού στους θ °C είναι:

Για το οξύ HA είναι $K_{a(1)} = 2 \cdot 10^{-8}$,

για το οξύ HB είναι $K_{a(2)} = 3 \cdot 10^{-8}$ και

για το οξύ ΗΓ είναι $K_{a(3)} = 5 \cdot 10^{-9}$.

A. Να συγκρίνετε την ισχύ των τριών οξέων στους θ °C.

B. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος των τριών ασθενών οξέων.

Γ. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα Δ₁ και Δ₂ θερμοκρασίας θ °C που περιέχουν τα ασθενή οξέα HA και HB αντίστοιχα (το Δ₁ περιέχει το οξύ HA και το Δ₂ το HB). Η συγκέντρωση των δύο οξέων στα διαλύματα Δ₁ και Δ₂ είναι ίδια και έχει τιμή c.

Αναμιγνύουμε τα διαλύματα Δ₁ και Δ₂ με αναλογία όγκων $\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{6}$ αντίστοιχα, οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ₃

που έχει τιμή pH = 4,5 στους θ °C.

Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση C των οξέων HA και HB στα διαλύματα Δ₁ και Δ₂.

Δίνεται ότι κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις σε όλα τα ερωτήματα.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.10 (Λ.Π)

Διαθέτουμε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA (διάλυμα Δ₁).

Αραιώνουμε 50 mL διαλύματος Δ₁ με νερό και παρασκευάζουμε διάλυμα Δ₂ όγκου 160 mL, στο οποίο το οξύ ιοντίζεται σε ποσοστό 4 %.

Με αραιώση άλλων 50 mL διαλύματος Δ₁ με προσθήκη 200 mL νερού προκύπτει το διάλυμα Δ₃ που έχει pH=3.

A. Ποια η τιμή της συγκέντρωσης του διαλύματος Δ₁;

B. Να προσδιορίσετε την τιμή της σταθεράς K_a του οξέος HA.

90 mL του διαλύματος Δ₁ ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH (διάλυμα Δ₄). Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης είναι $pH_{ισοδ} = 8,5$.

Γ. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaOH στο πρότυπο διάλυμα Δ₄.

Κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης, όταν έχουμε προσθέσει 30 mL πρότυπου διαλύματος, διακόπτουμε την ογκομέτρηση και υπολογίζουμε το pH του διαλύματος Δ₅ που δημιουργήθηκε εκείνη τη στιγμή.

Δ. Πόσα επιπλέον mL πρότυπου διαλύματος πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ₅, ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά 1 μονάδα σε σχέση με το διάλυμα αυτό;

Αναμιγνύουμε 400 mL του διαλύματος Δ₁ με 100 mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HB, συγκέντρωσης 3 M (διάλυμα Δ₆). Από την ανάμιξη προκύπτει το διάλυμα Δ₇, που έχει pH=2,5.

E. Να προσδιορίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος HB.

ΣΤ. Να συγκρίνετε την ισχύ των οξέων HA και HB.

Δίνονται:

- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι σταθερή και ίση με 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.11 (Μ.Γ)

Το Δ₁ είναι υδατικό διάλυμα αιθανικού οξέος με συγκέντρωση 0,5 Μ.

Το Δ₂ είναι υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου με συγκέντρωση 0,1 Μ.

Το Δ₃ προκύπτει με ανάμειξη 30 mL του Δ₁ με 100 mL του Δ₂.

Το Δ₄ προκύπτει με προσθήκη 4 g στερεού υδροξειδίου του νατρίου ($M_r = 40$) σε 200 mL του Δ₁ και αραίωση μέχρι τελικού όγκου 500 mL.

Το Δ₅ είναι υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου με συγκέντρωση 0,01 Μ.

A. Να υπολογίσετε το pH καθενός από τα διαλύματα Δ₁, Δ₂, Δ₃, Δ₄ και Δ₅.

B. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα Δ₂ και Δ₄ ώστε να προκύψει διάλυμα Δ₆ όπου ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης να έχει μεταβληθεί κατά 99,9% ;

Γ. Πόσα mL του Δ₅ πρέπει να προστεθούν σε 30 mL του Δ₄, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ₇ με pH = 5 ;

Η σταθερά ιοντισμού του αιθανικού οξέος είναι $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$.

Όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25°C, στην οποία ισχύει $K_w = 10^{-14}$.

Να γίνουν όλες οι προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα αριθμητικά δεδομένα της άσκησης.

5.12 (Χ.Α)

Η νικοτίνη προσβάλλει τόσο το κεντρικό, όσο και το περιφερειακό νευρικό σύστημα, είναι άκρως εθιστική και ισχυρά δηλητηριώδης. Επιφέρει αύξηση της πίεσης του αίματος, μειώνει τα επίπεδα βιταμίνης C στον οργανισμό, προκαλεί βλάβες στο δέρμα και στους πνεύμονες. Από «χημικής άποψης» είναι μια δισόξινη βάση, με μοριακό τύπο C₁₀H₁₄N₂.

Οι σταθερές ιοντισμού της έχουν τιμές $K_{b1} = 10^{-6}$ και $K_{b2} = 10^{-11}$.

Να υπολογίσετε το pH ενός υδατικού διαλύματος νικοτίνης με συγκέντρωση 0,01 Μ στους 25 °C:

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.13 (X.A)

Διαθέτουμε τα εξής υδατικά διαλύματα:

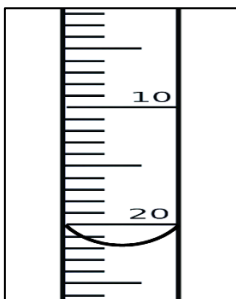
(Δ₁) HCl με συγκέντρωση $3 \cdot 10^{-3}$ M

(Δ₂) HNO₃ με συγκέντρωση $3 \cdot 10^{-3}$ M

(Δ₃) CH₃COOH με συγκέντρωση 3 M ($K_a=2 \cdot 10^{-5}$)

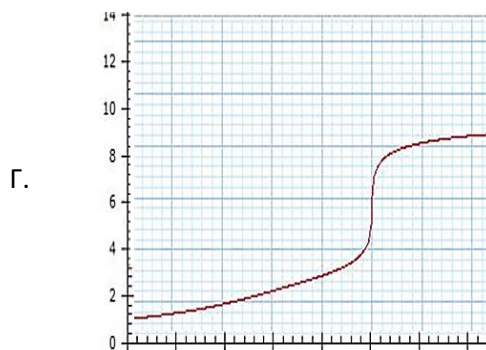
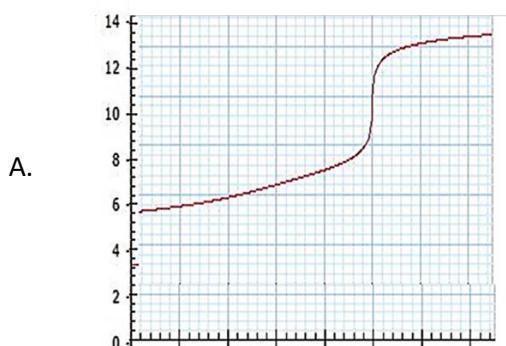
A. Αναμιγνύουμε 10 mL από κάθε ένα από τα διαλύματα Δ₁, Δ₂ και Δ₃. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει.

B. Σε 10 mL από το διάλυμα Δ₁ προσθέτουμε 20 mL νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ₄. Σε 10 mL από το διάλυμα Δ₂ προσθέτουμε 20 mL νερό και προκύπτει το διάλυμα Δ₅. Σε 1 mL του διαλύματος Δ₃ προσθέτουμε 2999 mL νερό και προκύπτει διάλυμα Δ₆. Αναμιγνύουμε σε κωνική φιάλη 10 mL από το διάλυμα Δ₄, 10 mL από το διάλυμα Δ₅ και 20 mL από το διάλυμα Δ₆ οπότε προκύπτει διάλυμα Δ₇ και στη συνέχεια προσθέτουμε σταγόνες από τον δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης ($K_a=10^{-7}$, κίτρινο - μπλε). Εισάγουμε σε μια προχοΐδα υδατικό διάλυμα Ba(OH)₂ μέχρι η αρχική ένδειξη όγκου να είναι 2 mL και ογκομετρούμε το διάλυμα Δ₇. Όταν το χρώμα του ογκομετρούμενου διαλύματος μετατραπεί από κίτρινο σε μπλε, τότε η ένδειξη όγκου στην προχοΐδα είναι αυτή που φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.

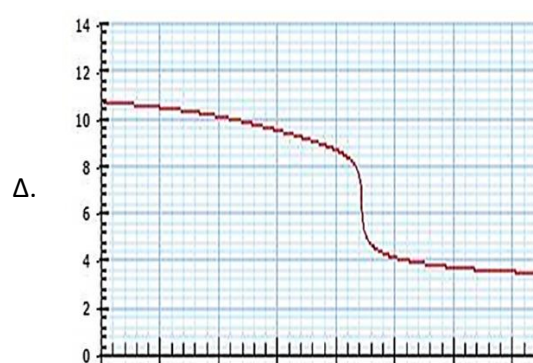
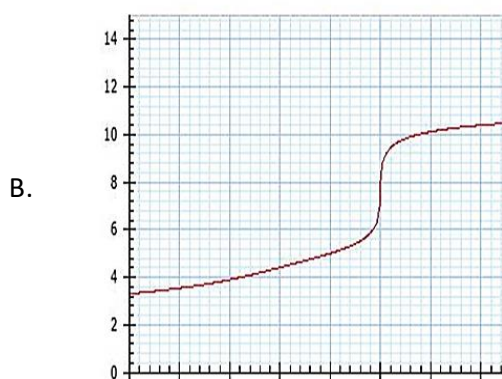


Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του υδατικού διαλύματος Ba(OH)₂ που χρησιμοποιήσαμε.

Γ. Από τις επόμενες γραφικές παραστάσεις, αυτή που περιγράφει σωστά την προσθήκη υδατικού διαλύματος Ba(OH)₂ στο διάλυμα Δ₇ είναι η:



5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



5.14 (X.A)

Η ασπιρίνη χρησιμοποιείται ως αντιπυρετικό και αναλγητικό φάρμακο και περιέχει ως δραστικό συστατικό της, την ένωση ακετυλοσαλικυλικό οξύ ($C_9H_8O_4$) η οποία είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ, καθώς και αδρανείς ενώσεις. 0,758 g σκόνη ασπιρίνης Διαλύονται πλήρως σε νερό και προστίθενται σταγόνες δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης. Το διάλυμα αυτό, ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα $Ba(OH)_2$ συγκέντρωσης 0,04 M. Όταν έχουν προστεθεί 25 mL πρότυπου διαλύματος η συγκέντρωση της όξινης μορφής του δείκτη βρέθηκε 3000 φορές μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση της βασικής μορφής του δείκτη. Μετά από την προσθήκη ακόμη 12,5 mL πρότυπου διαλύματος η συγκέντρωση της όξινης μορφής του δείκτη βρέθηκε 1000 φορές μεγαλύτερη από την συγκέντρωση της βασικής μορφής του δείκτη.

A. Να υπολογίσετε την σταθερά K_a ιοντισμού του ακετυλοσαλικυλικού οξέος και την % w/w περιεκτικότητα σε ακετυλοσαλικυλικό οξύ στη σκόνη ασπιρίνης.

B. 3,79 g σκόνη ασπιρίνης διαλύονται πλήρως σε νερό και προστίθενται σταγόνες από τους δείκτες μπλε της βρωμοθυμόλης, φαινολοφθαλείνης και ερυθρό του μεθυλίου οπότε προκύπτουν 750 mL διαλύματος Y_2 . Να υπολογίσετε την ποσότητα NaOH (σε mol) που πρέπει να προστεθεί στο Y_2 ώστε το τελικό διάλυμα Y_3 που θα προκύψει να έχει κίτρινο χρώμα.

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι στους 25 °C όπου $K_w = 10^{-14}$.

Για τους δείκτες:

Ερυθρό του μεθυλίου $K_a = 10^{-4}$ (κόκκινο – κίτρινο)

Μπλε της βρωμοθυμόλης $K_a = 10^{-7}$ (κίτρινο – μπλε)

Φαινολοφθαλείνη $K_a = 10^{-9}$ (άχρωμο – κόκκινο)



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Γεωργακής Ευάγγελος (Γ.Ε)
2. Λιόλιος Πασχάλης (Λ.Π)
3. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
4. Ρουπακιάς Χρήστος (Ρ.Χ)
5. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

5.1 (Γ.Ε)

γ. $K_w = 10^{-14,4}$

5.2 (Γ.Ε)

α. νερό

5.3 (Γ.Ε)

β. Διάλυμα HNO_2 0,1 M

5.4 (Γ.Ε)

β. H_3O^+

5.5 (Γ.Ε)

δ. pH και n_{F^-}

5.6 (Γ.Ε)

β. $1,62 \cdot 10^{-7}$ M

5.7 (Γ.Ε)

α. $K_b [\text{NH}_3] > K_a [\text{HA}]$

5.8 (Γ.Ε)

δ. Δε μπορεί να γίνει πρόβλεψη

5.9 (Γ.Ε)

α. $\Delta\text{pH} = 1$

5.10 (Γ.Ε)

i. β. 50 mL

ii. β. 7

iii. γ. Δείκτης με $\text{p}K_a=7$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.11 (Γ.Ε)

γ. $V_1 > V_2$

5.12 (Γ.Ε)

i. δ. δε γνωρίζουμε γιατί δεν επαρκούν τα δεδομένα

ii. β. μειώνεται

5.13 (Γ.Ε)

γ. 10 mL διαλύματος HCOOH με pH = 2

5.14 (Γ.Ε)

δ. $[NH_4^+]$ και $[H_3O^+]$

5.15 (Γ.Ε)

δ. Διάλυμα NaCN 0,1 M – NaOH 0,1 M

5.16 (Γ.Ε)

γ. $[H\Delta] = 100[\Delta^-]$

5.17 (Γ.Ε)

δ. CH₃COOH 1,0 M – CH₃COONa 1,0 M

5.18 (Γ.Ε)

β. 5,5

5.19 (Γ.Ε)

β. $[H_3O^+] = [OH^-]$

5.20 (Γ.Ε)

δ. $H_2SeO_3 < H_2SeO_4 < H_2SO_4$

5.21 (Λ.Π)

δ. στα διαλύματα της βάσης KOH και των δύο αλάτων.

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.22 (Λ.Π)

δ. η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ($[\text{NO}_3^-]$) ελαττώνεται, ενώ το pH αυξάνεται σε σχέση με το διάλυμα Δ₁.

5.23 (Λ.Π)

$$\delta. \text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}]}$$

5.24 (Λ.Π)

γ. υδατικό διάλυμα HF με συγκέντρωση σε οξύ $c_2 < c_1$.

5.25 (Μ.Γ)

β. αναφέρεται σε ιοντικές ενώσεις που διαλύονται στο νερό.

5.26 (Λ.Π)

$$\beta. \text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_4} < \text{pH}_{\Delta_2} < \text{pH}_{\Delta_3}$$

5.27 (Μ.Γ)

δ. από την επαφή του με ατμούς αμμωνίας παράγεται λευκό στερεό.

5.28 (Μ.Γ)

γ. αντίδραση που δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί.

5.29 (Μ.Γ)

α. έχει $\text{pOH} > 7$.

5.30 (Μ.Γ)

δ. 5

5.31 (Ρ.Χ)

γ. του pH του διαλύματος

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.32 (P.X)

γ. ως αμφιπρωτική ουσία (αμφολύτης)

5.33 (P.X)

α. HPO_4^{2-}

5.34 (P.X)

δ. προσθήκη H_2O

5.35 (P.X)

δ. Η αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος

5.36 (P.X)

α. αυξάνεται

5.37 (P.X)

γ. έχει $\text{pH} = \text{p}K_a$, όπου K_a η σταθερά ιοντισμού του HF

5.38 (P.X)

β. ισχυρότερο οξύ λόγω του -I επαγωγικού φαινομένου της ομάδας $-\text{NO}_2$

5.39 (P.X)

α. NH_3 0,1 M / NH_4Cl 0,2 M

5.40 (P.X)

δ. η συγκέντρωση των οξωνίων είναι μεγαλύτερη από 10^{-7} M

5.41 (P.X)

β. pH μικρότερο του 13

5.42 (P.X)

α. HBr 0,1 M – NH_4Br 0,1 M

5.43 (P.X)

β. $\alpha_1 = 2\alpha_2$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.44 (P.X)

γ. $[\text{OH}^-]$

5.45 (P.X)

γ. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1 M

5.46 (P.X)

γ. πεχάμετρο

5.47 (P.X)

α. μειώνει το pH του διαλύματος

5.48 (P.X)

α. στη διηλεκτρική του σταθερά

5.49 (P.X)

β. Είναι οξύ κατά Brønsted – Lowry

5.50 (P.X)

γ. $\text{pH}_1 > \text{pH}_2 > \text{pH}_3$

5.51 (P.X)

γ. NaCN

5.52 (P.X)

α. αύξηση της θερμοκρασίας

5.53 (P.X)

α. $a = [\text{H}_3\text{O}^+]/c_a$

5.54 (P.X)

α. της αγωγιμότητας

5.55 (P.X)

α. φαινολοφθαλείνη (8,1 -10,1)

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.56 (P.X)

α. CF_3COOH

5.57 (P.X)

α. $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$

5.58 (X.A)

γ. 6,8

5.59 (X.A)

δ. δεν γνωρίζουμε πως θα μεταβληθεί

5.60 (X.A)

β. αυξάνεται μέχρι μία μονάδα

5.61 (X.A)

β. 9

5.62 (X.A)

δ. δε μπορούμε να γνωρίζουμε

5.63 (X.A)

γ. θα αυξηθεί

5.64 (X.A)

β. $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-14} \text{ M}$

5.65 (X.A)

δ. Μικρή ποσότητα από το ξίδι χύθηκε από το σιφώνιο εκτός της ογκομετρικής φιάλης που έγινε η ογκομέτρηση.

5.66 (X.A)

α. Το pH του τελικού διαλύματος θα είναι σίγουρα ουδέτερο

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

5.67 (X.A)

α. 10^{-11} M

5.68 (X.A)

α. pH < 7

5.69 (X.A)

α. $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ με συγκέντρωση 10^{-2} M

5.70 (X.A)

γ. η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από 25 °C

5.71 (X.A)

δ. κίτρινο – κίτρινο – κόκκινο

5.72 (X.A)

γ. Το ασθενές οξύ HA έχει σταθερά ιοντισμού $K_a=10^{-4}$.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΩΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

5.1 (Α.Π)

ΕΡΩΤΗ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Θα αξιολογήσουμε, αρχικά, την ισχύ των οξέων HA και HB.

Επειδή η διάλυση του άλατος NaB στο διάλυμα του HB (διάλυμα Δ₂) δεν αλλάζει το pH του διαλύματος Δ₂ συμπεραίνουμε ότι το οξύ HB είναι ισχυρό. Αν το οξύ HB ήταν ασθενές θα είχαμε μετατόπιση της ισορροπίας και μεταβολή του pH.

Αντίθετα, η μεταβολή του pH στο διάλυμα του HA (διάλυμα Δ₁) λόγω της διάλυσης του άλατος NaA δείχνει ότι το οξύ HA είναι ασθενές και περιορίζεται ο ιοντισμός του με την προσθήκη του άλατος NaA λόγω της επίδρασης του κοινού ιόντος (του ανιόντος A⁻).

Από τα παραπάνω συμπεράσματα προκύπτει ότι $pH_{\Delta_3} > pH_{\Delta_1}$ (μείωση του ιοντισμού του οξέος HA) και επίσης ότι $pH_{\Delta_1} > pH_{\Delta_2}$ (στα δύο διαλύματα Δ₁ και Δ₂ τα μονοπρωτικά οξέα έχουν ίσες συγκεντρώσεις και στο διάλυμα Δ₂ έχουμε ποσοτικό ιοντισμό του HB, ενώ στο Δ₁ έχουμε μερικό ιοντισμό του HA). Επίσης, τα διαλύματα Δ₁, Δ₂ και Δ₃ είναι όξινα άρα ως τώρα έχουμε:

$$\underline{pH_{\Delta_2} < pH_{\Delta_1} < pH_{\Delta_3} < pH = 7 .}$$

Για τα διαλύματα των αλάτων Δ₄ και Δ₅ έχουμε:

Το διάλυμα Δ₅ είναι ουδέτερο επειδή κανένα ιόν του άλατος δεν αντιδρά αξιοσημείωτα με το H₂O (το B⁻ είναι συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HB),

$$\underline{\text{άρα είναι } pH_{\Delta_5} = 7 ,}$$

αλλά το διάλυμα Δ₄ είναι βασικό επειδή το ανιόν A⁻ αντιδρά αξιοσημείωτα με νερό (το A⁻ είναι συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HA)

$$\underline{\text{άρα είναι } pH_{\Delta_4} > 7 .}$$

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει η ζητούμενη αύξουσα σειρά των τιμών pH.

Είναι $\underline{pH_{\Delta_2} < pH_{\Delta_1} < pH_{\Delta_3} < pH_{\Delta_5} = 7 < pH_{\Delta_4} .}$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

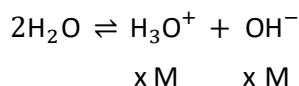
5.2 (Λ.Π)

ΠΡΟΤΑΣΗ 1 - ΕΡΩΤΗ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Είναι $\text{pH}=3,5$ άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5} \text{ M}$

Στο διάλυμα πραγματοποιείται τόσο ο ιοντισμός του οξέος HA, όσο και ο αυτοϊοντισμός του H_2O .



M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ορροπία	$c-y \qquad \qquad y \qquad \qquad x+y$

Επειδή είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5} \text{ M}$ δηλαδή $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-6} \text{ M}$ δε λαμβάνουμε υπόψη μας τον αυτοϊοντισμό του H_2O στη συγκέντρωση των οξωνίων και θεωρούμε ότι είναι

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (x + y) \text{ M} \cong y \text{ M} \text{ (δίνεται, επίσης, από τα στοιχεία της ερώτησης ότι το } y = 5 \cdot 10^6 \cdot x \text{)}$$

Λόγω των παραπάνω και της τιμής pH είναι $y=10^{-3,5} \text{ M}$, άρα από τη σχέση $y = 5 \cdot 10^6 \cdot x$ προκύπτει ότι

$$x = \frac{y}{5 \cdot 10^6} = \frac{10^{-3,5}}{5 \cdot 10^6} \text{ M} = 0,2 \cdot 10^{-9,5} \text{ M} \quad \text{ή} \quad \underline{x = 2 \cdot 10^{-10,5} \text{ M}}$$

Άρα το γινόμενο $K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ παίρνει την τιμή

$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-3,5} \cdot 2 \cdot 10^{-10,5} \Rightarrow K_W = 2 \cdot 10^{-14}$$

Επειδή προκύπτει ότι $K_W > 10^{-14}$ συμπεραίνουμε ότι η θερμοκρασία θ του διαλύματος είναι μεγαλύτερη των 25°C (επειδή η αντίδραση αυτοϊοντισμού του H_2O είναι ενδόθερμο φαινόμενο και έτσι ισχύει η πρόταση: « αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της K_W).

Συνεπώς, η πρόταση 1 είναι **ΣΩΣΤΗ**.

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΠΡΟΤΑΣΗ 2 - ΕΡΩΤΗ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Για τιμή $\text{pH}=7$ είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$, άρα από την ισότητα $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ που λαμβάνει τη μορφή $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-14}$ στους θ °C προκύπτει ότι είναι:

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-7} \text{ M}, \text{ δηλαδή ισχύει η σχέση } [\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$$

άρα, το διάλυμα είναι ΒΑΣΙΚΟ.

Συνεπώς, η πρόταση 2 είναι ΣΩΣΤΗ.

ΠΡΟΤΑΣΗ 3 - ΕΡΩΤΗ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Υπολογίζουμε τη σταθερά ιοντισμού K_a του ασθενούς οξέος HA στους θ °C από τα δεδομένα του ιοντισμού του HA.

$$\text{Είναι } [\text{H}_3\text{O}^+] = (x + y) \text{ M} \cong y \text{ M} = 10^{-3,5} \text{ M} \quad [\text{A}^-] = y \text{ M} = 10^{-3,5} \text{ M}$$

και $[\text{HA}] = (c - y) \text{ M} \cong c \text{ M} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ (λόγω των προσεγγίσεων).

$$\text{Άρα } K_{a(\text{HA})} = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{10^{-3,5} \cdot 10^{-3,5}}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow K_{a(\text{HA})} = 0,2 \cdot 10^{-5}$$
$$\text{ή } K_{a(\text{HA})} = 2 \cdot 10^{-6}.$$

Ισχύει γενικά η σχέση $K_{a(\text{HA})} \cdot K_{b(\text{A}^-)} = K_w$

για τις σταθερές ιοντισμού του ζεύγους των συζυγών HA και A⁻.

Στους θ °C η σχέση αυτή παίρνει τη μορφή

$$K_{a(\text{HA})} \cdot K_{b(\text{A}^-)} = 2 \cdot 10^{-14} \quad \text{επειδή } K_w = 2 \cdot 10^{-14}$$

από όπου προκύπτει εύκολα ότι είναι

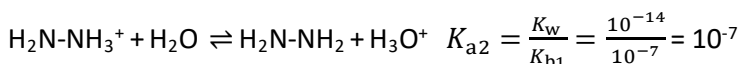
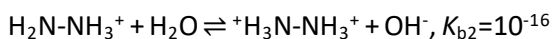
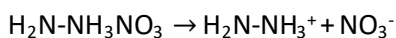
$$K_{b(\text{A}^-)} = \frac{2 \cdot 10^{-14}}{K_{a(\text{HA})}} = \frac{2 \cdot 10^{-14}}{2 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow K_{b(\text{A}^-)} = 10^{-8}.$$

Άρα, και η πρόταση 3 είναι ΣΩΣΤΗ.

5.3 (X.A)

ΕΡΩΤΗ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ



Επειδή η $K_{a2} > K_{b2}$, το διάλυμα είναι όξινο

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ 5.1 (Α.Π)

A.

Για το διάλυμα Δ₃ είναι: $V_3 = V_1 + V_{\text{νερού}} = (30+90)\text{mL} = 120 \text{ mL}$

Από τον τύπο της αραιώσης διαλυμάτων είναι

$$c_1 \cdot V_1 = c_3 \cdot V_3 \Rightarrow c_3 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_3} = \frac{0,4 \cdot 30}{120} \text{ M} \Rightarrow c_3 = 0,1 \text{ M}$$

Στο διάλυμα Δ₃:

M	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_3 - x$	x	x

Είναι $K_a = \frac{x^2}{c_3 - x}$ ή προσεγγιστικά $K_a = \frac{x^2}{c_3} \Rightarrow x = \pm \sqrt{K_a \cdot c_3}$.

Η δεκτή λύση της εξίσωσης είναι $x = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} \text{ M} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ M}$

άρα $\boxed{\text{pH}_{\Delta_3} = 3}$.

B.

Στο διάλυμα Δ₁:

$$K_a = \frac{\alpha_1^2 c_1}{1 - \alpha_1} \text{ ή προσεγγιστικά } K_a = \alpha_1^2 c_1 \Rightarrow \alpha_1 = \sqrt{\frac{K_a}{c_1}} = \sqrt{\frac{10^{-5}}{4 \cdot 10^{-1}}} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{1}{2} 10^{-2}.$$

Στο διάλυμα Δ₃: $\alpha_3 = \frac{x}{c_3} = \frac{10^{-3}}{10^{-1}}$ άρα $\alpha_3 = 10^{-2}$.

Άρα, ο ζητούμενος λόγος είναι $\frac{\alpha_1}{\alpha_3} = \frac{\frac{1}{2} 10^{-2}}{10^{-2}} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_3} = \frac{1}{2}$.

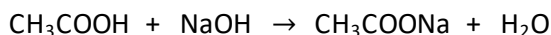
Γ.

Στις ποσότητες των διαλυμάτων που αναμιγνύονται υπάρχουν:

$$n_{\text{οξ}} = 0,4 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ και}$$

$$n_{\beta} = \frac{2}{15} \cdot 150 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{NaOH}$$

Έχουμε πλήρη εξουδετέρωση οξέος- βάσης.



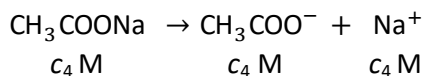
ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} ; = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} ; = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Τελικά υπάρχουν $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ CH_3COONa σε όγκο $V_4 = (50+150) \text{ mL} = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$.

Άρα
$$c_4 = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}} \text{ M} \Rightarrow c_4 = 10^{-1} \text{ M}.$$

Στο τελικό διάλυμα Δ_4 :



M	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_4 - y \qquad \qquad \qquad y \qquad \qquad y$

Είναι $K_b = \frac{y^2}{c_4 - y}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_W}{K_a} = \frac{y^2}{c_4} \Rightarrow y = \sqrt{\frac{K_W \cdot c_4}{K_a}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 10^{-1}}{10^{-5}}} \text{ M} \Rightarrow$

$y = 10^{-5} \text{ M}$ άρα $\text{pOH}_{\Delta_4} = 5$ και $\text{pH}_{\Delta_4} = 9$.

Δ.

Έστω ότι αναμιγνύουμε

$V_1 \text{ L}$ διαλύματος CH_3COOH $0,4 \text{ M}$ και $V_4 \text{ L}$ διαλύματος CH_3COONa $0,1 \text{ M}$.

Στις ποσότητες των διαλυμάτων που αναμιγνύονται υπάρχουν:

$n_1 = 0,4V_1 \text{ mol}$ CH_3COOH και $n_4 = 0,1V_4 \text{ mol}$ CH_3COONa

σε $V_\tau = (V_1 + V_4) \text{ L}$ τελικού διαλύματος.

Είναι
$$c_{\text{οξ}(\tau)} = \frac{0,4V_1}{V_1 + V_4} \text{ M} \quad \text{και} \quad c_{\text{αλ}(\tau)} = \frac{0,1V_4}{V_1 + V_4} \text{ M}.$$

Πρόκειται για ρυθμιστικό διάλυμα, άρα μπορούμε να εφαρμόσουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{αλ}(\tau)}}{c_{\text{οξ}(\tau)}} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{c_{\text{αλ}(\tau)}}{c_{\text{οξ}(\tau)}} \Rightarrow \log \frac{c_{\text{αλ}(\tau)}}{c_{\text{οξ}(\tau)}} = 0 \Rightarrow$$

άρα
$$\frac{c_{\text{αλ}(\tau)}}{c_{\text{οξ}(\tau)}} = 1 \Rightarrow c_{\text{αλ}(\tau)} = c_{\text{οξ}(\tau)} \Rightarrow \frac{0,1V_4}{V_1 + V_4} = \frac{0,4V_1}{V_1 + V_4} \Rightarrow V_4 = 4V_1$$

και
$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{1}{4}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.2 (Α.Π)

A.

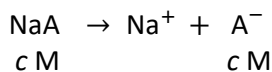
Έστω c M η συγκέντρωση καθενός ηλεκτρολύτη στα διαλύματα Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 και Δ_4 και K_a η σταθερά ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA.

Στο διάλυμα Δ_3 :

M	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
ισορροπία	$c-x \qquad x \qquad x$

Είναι $pH = 4 \Rightarrow x = [H_3O^+] = 10^{-4}$ M και $K_a = \frac{x^2}{c-x}$ ή προσεγγιστικά $K_a = \frac{x^2}{c}$ (1).

Στο διάλυμα Δ_4 :



M	$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$
ισορροπία	$c-y \qquad y \qquad y$

} M

Είναι $pH = 9 \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow y = [OH^-] = 10^{-5}$ M

και $K_b = \frac{y^2}{c-y}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_w}{K_a} = \frac{y^2}{c}$ (2).

Οι εξισώσεις (1) και (2) για $x = 10^{-4}$ M και $y = 10^{-5}$ M δίνουν:

$$\left. \begin{array}{l} (1) \Rightarrow c = \frac{(10^{-4})^2}{K_a} \\ (2) \Rightarrow c = \frac{(10^{-5})^2 \cdot K_a}{10^{-14}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{10^{-8}}{K_a} = \frac{10^{-10} \cdot K_a}{10^{-14}} \Rightarrow K_a^2 = 10^{-12}.$$

Η δεκτή (θετική) λύση της εξίσωσης που προέκυψε είναι $K_a = 10^{-6}$.

B.

Από τις εξισώσεις (1) ή (2) υπολογίζουμε εύκολα τη συγκέντρωση.

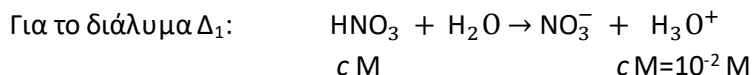
$$(1) \Rightarrow c = \frac{(10^{-4})^2}{10^{-6}} = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} \text{ M} \Rightarrow c = 10^{-2} \text{ M}$$

Προφανώς και από την εξίσωση (2) προκύπτει η ίδια τιμή.

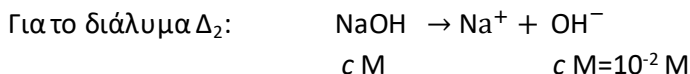
$$(2) \Rightarrow c = \frac{10^{-10} \cdot 10^{-6}}{10^{-14}} \text{ M} \Rightarrow c = 10^{-2} \text{ M}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Γ.



$$\text{Άρα} \quad \text{pH}_{\Delta_1} = 2.$$



$$\text{Άρα} \quad \text{pOH}_{\Delta_2} = 2 \quad \text{και} \quad \text{pH}_{\Delta_2} = 12.$$

Δ.

Έστω ότι αναμιγνύουμε V_1 L διαλύματος HNO_3 0,01 M και V_2 L διαλύματος NaOH 0,01 M.

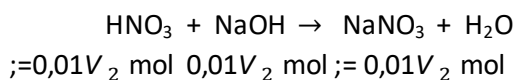
Το τελικό διάλυμα έχει $\text{pH} = 2+1 = 3$, αφού διαφέρει κατά 1 μονάδα σε σχέση με την τιμή pH του διαλύματος Δ_1 ($\text{pH}_{\Delta_1} = 2$).

Για να είναι στο τελικό διάλυμα $\text{pH} < 7$ πρέπει να έχουμε περίσσεια του ισχυρού οξέος.

Δηλαδή πρέπει $n_{\text{οξ}} > n_{\beta}$.

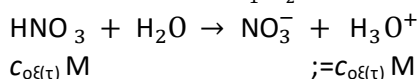
$$\text{Είναι } n_{\text{οξ}} = 0,01V_1 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_{\beta} = 0,01V_2 \text{ mol}$$

$$\text{άρα, πρέπει να ισχύει} \quad n_{\text{οξ}} > n_{\beta} \Rightarrow 0,01V_1 > 0,01V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} > 1.$$



Μετά την αντίδραση υπάρχουν: $(0,01V_1 - 0,01V_2)$ mol $\text{HNO}_3 = 0,01(V_1 - V_2)$ mol HNO_3
και $0,01V_2$ mol NaNO_3 (άλας που δεν επηρεάζει το pH).

$$\text{Άρα} \quad c_{\text{οξ}(\tau)} = \frac{0,01(V_1 - V_2)}{V_1 + V_2} \text{ M.}$$



$$\text{Είναι} \quad \text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Άρα} \quad \frac{0,01(V_1 - V_2)}{V_1 + V_2} = 10^{-3} \Rightarrow 10V_1 - 10V_2 = V_1 + V_2 \Rightarrow 9V_1 = 11V_2$$

$$\text{και} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{9}.$$

Ισχύει προφανώς ότι $\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{9} > 1$ (η προϋπόθεση που πρέπει να ισχύει για να έχουμε περίσσεια οξέος).

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.3 (Α.Π)

A.

Έστω c_1 M η συγκέντρωση της NH_3 στο διάλυμα Δ_1 .

Στο διάλυμα Δ_1 :

M	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
ισορροπία	$C_1-x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$

Είναι $\text{pH} = 11$ άρα $\text{pOH} = 3 \Rightarrow x = [\text{OH}^-] = 10^{-3}$ M

και $K_b = \frac{x^2}{c_1-x}$ ή προσεγγιστικά $K_b = \frac{x^2}{c_1} \Rightarrow c_1 = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-5}}$ M

άρα $c_1 = 0,1$ M.

Για τα mol της NH_3 είναι $n_1 = c_1 \cdot V_1 = 0,1 \cdot 5 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol } \text{NH}_3$.

Είναι $M_r(\text{NH}_3)=17$ συνεπώς $m = n_1 \cdot M_r = 0,5 \cdot 17 \text{ g } \text{NH}_3$ ή $m = 8,5 \text{ g } \text{NH}_3$.

B.

Υπάρχουν 8,5 g NH_3 σε 5000 mL διαλύματος Δ_1

χ =; σε 100 mL διαλύματος Δ_1

Είναι $\chi = 0,17 \text{ g } \text{NH}_3$ άρα η ζητούμενη περιεκτικότητα είναι: 0,17 %w/v

Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα είναι

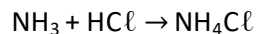
$$\alpha = \frac{x}{c_1} \Rightarrow \alpha = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} \Rightarrow \alpha = 10^{-2} \quad (1\% \text{ ιοντισμός της } \text{NH}_3 \text{ στο διάλυμα } \Delta_1)$$

Γ.

Τα mol των ηλεκτρολυτών είναι:

$$n_{\text{HCl}} = 0,2 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_{\text{NH}_3} = 0,1 \cdot 2 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}.$$

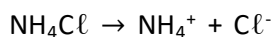
Έχουμε πλήρη εξουδετέρωση οξέος- βάσης.



$$0,2 \text{ mol} \quad ; = 0,2 \text{ mol} \quad ; = 0,2 \text{ mol}$$

Τελικά υπάρχουν 0,2 mol NH_4Cl σε όγκο $V=2$ L.

Άρα $c_{\text{αλ}} = \frac{0,2}{2} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{αλ}} = 0,1 \text{ M}$



$$c_{\text{αλ}} \text{ M} \qquad c_{\text{αλ}} \text{ M}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$C_{\alpha\lambda} - \gamma \qquad \qquad \qquad \gamma \qquad \qquad \qquad \gamma$

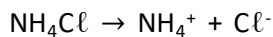
Είναι $K_a = \frac{y^2}{C_{\alpha\lambda} - y}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_W}{K_b} = \frac{y^2}{C_{\alpha\lambda}} \Rightarrow y = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{\alpha\lambda}}{K_b}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 10^{-1}}{10^{-5}}} \text{ M} \Rightarrow y = 10^{-5} \text{ M}$

άρα $\text{pH}_{\Delta_2} = 5.$

Δ.

Το διάλυμα Δ₂ είναι διάλυμα ασθενούς οξέος (NH₄⁺). Με την αραιώσή του το pH αυξάνεται (τείνει προς την τιμή pH=7), άρα είναι pH'=5,5 και [H₃O⁺]' = 10^{-5,5} M.

Στο αραιωμένο διάλυμα είναι:



$$c_{\alpha\rho} \text{ M} \qquad c_{\alpha\rho} \text{ M}$$

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$C_{\alpha\rho} - \omega \qquad \qquad \qquad \omega \qquad \qquad \qquad \omega$

Ισχύει $\omega = [\text{H}_3\text{O}^+]' = 10^{-5,5} \text{ M}.$

$K_a = \frac{\omega^2}{c_{\alpha\rho} - \omega}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_W}{K_b} = \frac{\omega^2}{c_{\alpha\rho}} \Rightarrow c_{\alpha\rho} = \frac{(10^{-5,5})^2 \cdot 10^{-5}}{10^{-14}} \text{ M}$
 ή $c_{\alpha\rho} = 10^{-2} \text{ M}.$

Από τον τύπο της αραιώσης διαλυμάτων έχουμε:

$$c_{\pi} \cdot V_{\pi} = c_{\alpha\rho} \cdot V_{\alpha\rho} \Rightarrow V_{\alpha\rho} = \frac{10^{-1} \cdot 2}{10^{-2}} \text{ L} \Rightarrow V_{\alpha\rho} = 20 \text{ L}$$

και $V_{\text{νερού}} = V_{\alpha\rho} - V_{\pi} = (20 - 2) \text{ L} \Rightarrow V_{\text{νερού}} = 18 \text{ L}$

Ε.

Οι δύο βάσεις (NaOH και NH₃) που υπάρχουν στο διάλυμα Δ₃ δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Άρα, η συγκέντρωση της NH₃ και στο διάλυμα Δ₃ είναι ίση με την αντίστοιχη συγκέντρωση στο διάλυμα Δ₂ (c_{NH₃} = 0,1 M) και η συγκέντρωση του NaOH είναι:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{0,3}{3} \text{ M} = 0,1 \text{ M}.$$

Στο διάλυμα Δ₃ είναι:



$$c_{\text{NaOH}} \text{ M} \qquad \qquad \qquad c_{\text{NaOH}} \text{ M}$$

και

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

M	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_{\text{NH}_3} - z \qquad z \qquad c_{\text{NaOH}} + z$

Είναι $K_b = \frac{z \cdot (c_{\text{NaOH}} + z)}{c_{\text{NH}_3} - z}$ ή προσεγγιστικά $K_b = \frac{z \cdot c_{\text{NaOH}}}{c_{\text{NH}_3}}$.

Λόγω των επιτρεπτών προσεγγίσεων είναι:

$$[\text{OH}^-] = c_{\text{NaOH}} + z \cong c_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ M}$$

άρα $\text{pOH}_{\Delta_3} = 1$ και $\text{pH}_{\Delta_3} = 13$.

Επειδή έχουμε επίδραση κοινού ιόντος ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 θα υπολογιστεί από τον ορισμό του α .

Είναι $\alpha = \frac{z}{c_{\text{NH}_3}}$ άρα η εξίσωση $K_b = \frac{z \cdot c_{\text{NaOH}}}{c_{\text{NH}_3}}$ παίρνει τη μορφή

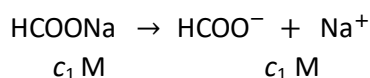
$$K_b = \alpha \cdot c_{\text{NaOH}} \Rightarrow \alpha = \frac{K_b}{c_{\text{NaOH}}} = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} \quad \text{ή} \quad \boxed{\alpha = 10^{-4}}$$

ΛΥΣΗ 5.4 (Α.Π)

A.

Έστω $c_1 \text{ M}$ η συγκέντρωση του HCOONa στο διάλυμα Δ_1 .

Στο διάλυμα Δ_1 :



M	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_1 - x \qquad x \qquad x$

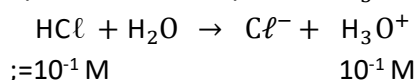
Είναι $\text{pH} = 8,5$ άρα $\text{pOH} = 5,5 \Rightarrow x = [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M}$

και $K_b = \frac{x^2}{c_1 - x}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_W}{K_a} = \frac{x^2}{c_1} \Rightarrow c_1 = \frac{x^2 \cdot K_a}{K_W} \Rightarrow$

$$\Rightarrow c_1 = \frac{(10^{-5,5})^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{10^{-14}} \quad \text{ή} \quad c_1 = 0,2 \text{ M}.$$

B.

Για το διάλυμα του HCl είναι $\text{pH} = 1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ M}$.

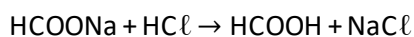


Άρα $c_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ M}$.

Στις ποσότητες των διαλυμάτων που αναμειγνύονται υπάρχουν

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$n_{\text{οξ}} = 0,1 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,02 \text{ mol HCl και } n_{\text{αλ}} = 0,2 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,06 \text{ mol HCOONa.}$$



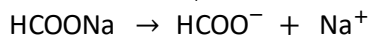
$$;= 0,02 \text{ mol } 0,02 \text{ mol } ;= 0,02 \text{ mol}$$

Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$$(0,06 - 0,02) \text{ mol HCOONa} = 0,04 \text{ mol HCOONa και } 0,02 \text{ mol HCOOH}$$

$$V_2 = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L.}$$

$$\text{Άρα } c_{\text{οξ}(\Delta_2)} = \frac{0,02}{0,5} \text{ M} = 0,04 \text{ M και } c_{\text{αλ}(\Delta_2)} = \frac{0,04}{0,5} \text{ M} = 0,08 \text{ M}$$



$$c_{\text{αλ}(\Delta_2)} \text{ M } \quad c_{\text{αλ}(\Delta_2)} \text{ M}$$

M	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_{\text{οξ}(\Delta_2)} - y$	$c_{\text{αλ}(\Delta_2)} + y$	y

$$\text{Είναι } K_a = \frac{(c_{\text{αλ}(\Delta_2)} + y) \cdot y}{c_{\text{οξ}(\Delta_2)} - y} \text{ ή προσεγγιστικά } K_a = \frac{c_{\text{αλ}(\Delta_2)} \cdot y}{c_{\text{οξ}(\Delta_2)}}$$

$$\text{άρα } y = \frac{K_a \cdot c_{\text{οξ}(\Delta_2)}}{c_{\text{αλ}(\Delta_2)}} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{-2}} \text{ M} \Rightarrow y = 10^{-4} \text{ M και } \text{pH}_{\Delta_2} = 4.$$

Επειδή έχουμε επίδραση κοινού ιόντος ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH θα υπολογιστεί από τον ορισμό του α.

$$\text{Είναι } \alpha = \frac{y}{c_{\text{οξ}(\Delta_2)}} = \frac{10^{-4}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \cdot 10^{-2} \text{ ή } \alpha = 2,5 \cdot 10^{-3}.$$

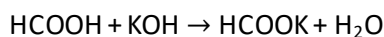
Γ.

Στο διάλυμα Δ_2 υπάρχουν:

$$n_{\text{HCOOH}} = 0,02 \text{ mol και } n_{\text{HCOONa}} = 0,04 \text{ mol.}$$

$$\text{Είναι } M_r(\text{KOH}) = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ άρα } n_{\text{KOH}} = \frac{m}{M_r} = \frac{3,92}{56} \text{ mol} = 0,07 \text{ mol KOH}$$

(έχουμε περίσσεια ισχυρής βάσης).



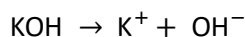
$$0,02 \text{ mol } ;= 0,02 \text{ mol } ;= 0,02 \text{ mol}$$

Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$$(0,07 - 0,02) \text{ mol KOH} = 0,05 \text{ mol KOH } \quad 0,04 \text{ mol HCOONa } \quad \text{και } 0,02 \text{ mol HCOOK}$$

δηλαδή συνολικά 0,06 mol HCOOM, όπου M^+ μονοσθενές κατιόν.

$$\text{Άρα } c_{\text{KOH}} = \frac{0,05}{0,5} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{KOH}} = 0,1 \text{ M και } c_{\text{HCOOM}} = \frac{0,06}{0,5} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{HCOOM}} = 0,12 \text{ M}$$



$$c_{\text{KOH}} \text{ M } \quad c_{\text{KOH}} \text{ M}$$



$$c_{\text{HCOOM}} \text{ M } \quad c_{\text{HCOOM}} \text{ M}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

M	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_{\text{HCOO}^-} - \omega \qquad \qquad \omega \qquad \qquad c_{\text{KOH}} + \omega$

Λόγω των επιτρεπτών προσεγγίσεων είναι: $[\text{OH}^-] = c_{\text{KOH}} + \omega \cong c_{\text{KOH}} = 0,1 \text{ M}$

άρα $\text{pOH}_{\Delta_3} = 1$ και $\text{pH}_{\Delta_3} = 13$.

ΛΥΣΗ 5.5 (Α.Π)

A.

Στο διάλυμα Δ_1 :

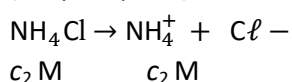
M	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$0,1-x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$

Είναι $\text{pH}=3 \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$.

$$K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \text{ ή προσεγγιστικά } K_a = \frac{x^2}{0,1} = \frac{(10^{-3})^2}{0,1} \Rightarrow K_a = 10^{-5}$$

B.

Έστω $c_2 \text{ M}$ η συγκέντρωση του NH_4Cl στο διάλυμα Δ_2 .



M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c_2-y \qquad \qquad y \qquad \qquad y$

Είναι $\text{pH}=5 \Rightarrow y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$

$$\begin{array}{l} \text{και } K_a = \frac{y^2}{c_2-y} \text{ ή προσεγγιστικά } \frac{K_w}{K_b} = \frac{y^2}{c_2} \Rightarrow c_2 = \frac{y^2 \cdot K_b}{K_w} \Rightarrow \\ \Rightarrow c_2 = \frac{(10^{-5})^2 \cdot 10^{-5}}{10^{-14}} \text{ ή } c_2 = 0,1 \text{ M.} \end{array}$$

Γ.

Για το NaOH είναι $M_r(\text{NaOH})=23+16+1=40$

άρα διαθέτουμε συνολικά $n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M_r} = \frac{4}{40} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol NaOH}$.

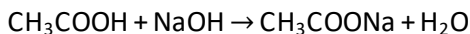
ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Έστω ότι n_1 mol NaOH, από τα 0,1 mol NaOH, διαλύονται στο διάλυμα Δ_1

και $n_2 = (0,1 - n_1)$ mol NaOH διαλύονται στο διάλυμα Δ_2 .

Στο διάλυμα Δ_3 έχουμε: $n_{\text{οξ}} = 0,1 \cdot 1,2 \text{ mol} = 0,12 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $n_{\beta} = n_1 \text{ mol NaOH}$.

Για να προκύπτει διάλυμα με $\text{pH} = 5 < 7$ πρέπει να έχουμε περίσσεια ασθενούς οξέος, επειδή σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση (περίσσεια βάσης ή πλήρης εξουδετέρωση) θα ήταν $\text{pH} > 7$.



$$; = n_1 \text{ mol} \quad n_1 \text{ mol} \quad ; = n_1 \text{ mol}$$

Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$(0,12 - n_1)$ mol CH_3COOH και n_1 mol CH_3COONa σε $V_t = 1,2 \text{ L}$ διαλύματος.

Άρα $c_{\text{οξ}(\Delta_3)} = \frac{0,12 - n_1}{1,2} \text{ M}$ και $c_{\text{αλ}(\Delta_3)} = \frac{n_1}{1,2} \text{ M}$

Το διάλυμα Δ_3 είναι ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$.

Άρα, μπορούμε να εφαρμόσουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{c_{\text{αλ}(\Delta_3)}}{c_{\text{οξ}(\Delta_3)}} \Rightarrow 5 = 5 + \log \frac{c_{\text{αλ}(\Delta_3)}}{c_{\text{οξ}(\Delta_3)}} \Rightarrow \log \frac{c_{\text{αλ}(\Delta_3)}}{c_{\text{οξ}(\Delta_3)}} = 0$$

$$\text{άρα} \quad \frac{c_{\text{αλ}(\Delta_3)}}{c_{\text{οξ}(\Delta_3)}} = 1 \Rightarrow c_{\text{αλ}(\Delta_3)} = c_{\text{οξ}(\Delta_3)} \Rightarrow \frac{0,12 - n_1}{1,2} = \frac{n_1}{1,2} \Rightarrow 2 \cdot n_1 = 0,12$$

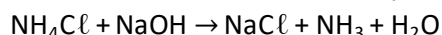
$$\text{και} \quad n_1 = 0,06 \text{ mol NaOH.}$$

Συμπεπώς

$$n_2 = 0,1 - n_1 = (0,1 - 0,06) \text{ mol NaOH} = 0,04 \text{ mol NaOH αντιδρούν με το διάλυμα } \Delta_2.$$

Στο διάλυμα Δ_4 έχουμε:

$n_{\alpha\lambda} = 0,1 \cdot 4,4 \text{ mol} = 0,44 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$ και $n_{\beta} = 0,04 \text{ mol NaOH}$ (έχουμε περίσσεια άλατος).



$$; = 0,04 \text{ mol} \quad 0,04 \text{ mol} \quad ; = 0,04 \text{ mol}$$

Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$(0,44 - 0,04) \text{ mol} = 0,4 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$ και $0,04 \text{ mol NH}_3$ σε $V_t = 4,4 \text{ L}$ διαλύματος.

Άρα $c_{\text{NH}_3} = \frac{0,04}{4,4} \text{ M} = \frac{1}{11} \cdot 10^{-1} \text{ M}$ και $c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{0,4}{4,4} \text{ M} = \frac{1}{11} \text{ M}$.

Το διάλυμα Δ_4 είναι ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$.

Άρα, μπορούμε να εφαρμόσουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{c_{\text{NH}_4\text{Cl}}}{c_{\text{NH}_3}} = 5 + \log \frac{\frac{1}{11}}{\frac{1}{11} \cdot 10^{-1}} = 5 + \log 10 = 5 + 1 = 6$$

$$\text{άρα} \quad \text{pOH}_{\Delta_4} = 6 \quad \text{και} \quad \text{pH}_{\Delta_4} = 8.$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Δ.

Έστω ότι πρέπει να προσθέσουμε n' mol CH_3COONa για να μεταβληθεί το pH κατά 1 μονάδα. Επειδή προσθέτουμε τη συζυγή βάση CH_3COO^- το pH του διαλύματος αυξάνεται και γίνεται $\text{pH}' = 5 + 1 = 6$.

Στο διάλυμα Δ_3 υπάρχουν:

$$(0,12 - n_1) \text{ mol} = (0,12 - 0,06) \text{ mol} = 0,06 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ και}$$

$$n_1 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COONa}.$$

Άρα, στο νέο διάλυμα θα υπάρχουν και πάλι 0,06 mol CH_3COOH

και $(0,06 + n')$ mol CH_3COONa σε όγκο 1,2 L διαλύματος.

Οι συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών είναι:

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,06}{1,2} \text{ M} \quad \text{και} \quad c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,06 + n'}{1,2} \text{ M}$$

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό.

$$\begin{aligned} \text{Άρα} \quad \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \Rightarrow 6 = 5 + \log \frac{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \Rightarrow \log \frac{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \log \frac{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \log 10 \Rightarrow \frac{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 10 \Rightarrow \frac{0,06 + n'}{1,2} = 10 \frac{0,06}{1,2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0,06 + n' = 0,6 \quad \text{άρα} \quad n' = 0,54 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COONa}. \end{aligned}$$

ΛΥΣΗ 5.6 (Α.Π)

Α.

Έστω ότι αναμιγνύουμε

V_1 L διαλύματος HCl 0,2 M και V_{II} L διαλύματος NaOH 0,3 M.

Σ' αυτούς τους όγκους οι ποσότητες των ηλεκτρολυτών είναι:

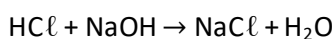
$$\text{Είναι } n_{\text{οξ}} = 0,2V_1 \text{ mol } \text{HCl} \text{ και } n_{\beta} = 0,3V_{II} \text{ mol } \text{NaOH}$$

Κατά την εξουδετέρωση του ισχυρού οξέος με την ισχυρή βάση πρέπει να έχουμε περίσσεια βάσης για να προκύψει τελικά διάλυμα με $\text{pH}=12$ (βασικό διάλυμα).

Άρα, πρέπει να ισχύει:

$$n_{\beta} > n_{\text{οξ}} \Rightarrow 0,3V_{II} > 0,2V_I \Rightarrow \frac{V_I}{V_{II}} < \frac{3}{2}$$

Εξουδετέρωση



$$0,2V_I \text{ mol} ; = 0,2V_I \text{ mol} ; = 0,2V_I \text{ mol}$$

Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$$(0,3V_{II} - 0,2V_I) \text{ mol } \text{NaOH} \text{ και } 0,2V_I \text{ mol } \text{NaCl}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Άρα
$$c_{\text{NaOH}} = \frac{0,3V_{\text{II}} - 0,2V_{\text{I}}}{V_{\text{I}} + V_{\text{II}}} \text{ M.}$$



Είναι
$$c_{\text{NaOH}} \text{ M} \quad c_{\text{NaOH}} \text{ M}$$

 $\text{pH}=12 \text{ άρα } \text{pOH}=2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M.}$

Τελικά προκύπτει η σχέση:

$$\frac{0,3V_{\text{II}} - 0,2V_{\text{I}}}{V_{\text{I}} + V_{\text{II}}} = 10^{-2} \Rightarrow 30V_{\text{II}} - 20V_{\text{I}} = V_{\text{I}} + V_{\text{II}} \Rightarrow 29V_{\text{II}} = 21V_{\text{I}} \Rightarrow \frac{V_{\text{I}}}{V_{\text{II}}} = \frac{29}{21}$$

(φυσικά ισχύει ότι $\frac{V_{\text{I}}}{V_{\text{II}}} = \frac{29}{21} < \frac{3}{2}$).

B.

Έστω ότι αναμιγνύουμε

V_{III} L διαλύματος NaOH 0,3 M και V_{IV} L διαλύματος HA 0,9 M.

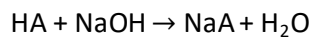
Σ' αυτούς τους όγκους οι ποσότητες των ηλεκτρολυτών είναι:

Είναι $n_{\text{οξ}} = 0,9V_{\text{IV}}$ mol HA και $n_{\beta} = 0,3V_{\text{III}}$ mol NaOH

Για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH}=4$ (όξινο διάλυμα) πρέπει να έχουμε περίσσεια ασθενούς οξέος (σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα είχαμε βασικό διάλυμα).

Άρα, πρέπει να ισχύει: $n_{\text{οξ}} > n_{\beta} \Rightarrow 0,9V_{\text{IV}} > 0,3V_{\text{III}} \Rightarrow \frac{V_{\text{III}}}{V_{\text{IV}}} < 3$

Εξουδετέρωση



;=0,3 V_{III} mol 0,3 V_{III} mol ;=0,3 V_{III} mol

Μετά την αντίδραση υπάρχουν: $(0,9V_{\text{IV}} - 0,3V_{\text{III}})$ mol HA και $0,3V_{\text{III}}$ mol NaA.

Άρα
$$c = \frac{0,9V_{\text{IV}} - 0,3V_{\text{III}}}{V_{\text{III}} + V_{\text{IV}}} \text{ M} \quad \text{και} \quad c_{\text{NaA}} = \frac{0,3V_{\text{III}}}{V_{\text{III}} + V_{\text{IV}}} \text{ M}$$



$c_{\text{NaA}} \text{ M} \quad c_{\text{NaA}} \text{ M}$

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_{\text{HA}} - x$	$c_{\text{NaA}} + x$	x

Είναι $\text{pH}=4$ άρα $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$

$K_a = \frac{(c_{\text{NaA}} + x) \cdot x}{c_{\text{HA}} - x}$ ή προσεγγιστικά $K_a = \frac{c_{\text{NaA}} \cdot x}{c_{\text{HA}}}$

άρα $5 \cdot 10^{-5} = \frac{c_{\text{NaA}} \cdot 10^{-4}}{c_{\text{HA}}} \Rightarrow 5 \cdot c_{\text{HA}} = 10 \cdot c_{\text{NaA}} \Rightarrow c_{\text{HA}} = 2c_{\text{NaA}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{0,9V_{\text{IV}} - 0,3V_{\text{III}}}{V_{\text{III}} + V_{\text{IV}}} = 2 \cdot \frac{0,3V_{\text{III}}}{V_{\text{III}} + V_{\text{IV}}} \Rightarrow 9V_{\text{IV}} - 3V_{\text{III}} = 6V_{\text{III}} \Rightarrow 9V_{\text{IV}} = 9V_{\text{III}}$$

και τελικά $\frac{V_{\text{III}}}{V_{\text{IV}}} = 1$ (φυσικά ισχύει ότι $\frac{V_{\text{III}}}{V_{\text{IV}}} = 1 < 3$).

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Γ.

Έστω ότι αναμιγνύουμε

V_V L διαλύματος HA 0,9 M και V_{VI} L διαλύματος NaA 1,5 M.

Οι ηλεκτρολύτες δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Δημιουργούν ρυθμιστικό διάλυμα στο οποίο πρέπει να προσδιορίσουμε τις συγκεντρώσεις τους.

Βρίσκουμε τις ποσότητες των ηλεκτρολυτών στα διαλύματα που αναμιγνύουμε:

Είναι $n_{οξ} = 0,9V_V$ mol HA και $n_{αλ} = 1,5V_{VI}$ mol NaA.

Οι ίδιες ποσότητες ηλεκτρολυτών υπάρχουν στο τελικό διάλυμα όγκου $(V_V + V_{VI})$ L.

Άρα $c_{οξ} = \frac{0,9V_V}{V_V + V_{VI}}$ M και $c_{αλ} = \frac{1,5V_{VI}}{V_V + V_{VI}}$ M



$c_{αλ}$ M $c_{αλ}$ M

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_{οξ} - \gamma$	$c_{αλ} + \gamma$	γ

Είναι $\text{pH} = 5$ άρα $\gamma = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}$ M

$K_a = \frac{(c_{αλ} + \gamma) \cdot \gamma}{c_{οξ} - \gamma}$ ή προσεγγιστικά $K_a = \frac{c_{αλ} \cdot \gamma}{c_{οξ}}$

άρα $5 \cdot 10^{-5} = \frac{c_{αλ} \cdot 10^{-5}}{c_{οξ}} \Rightarrow 5 \cdot c_{οξ} = c_{αλ} \Rightarrow 5 \frac{0,9V_V}{V_V + V_{VI}} = \frac{1,5V_{VI}}{V_V + V_{VI}} \Rightarrow 4,5V_V = 1,5V_{VI}$

Τελικά είναι $\frac{V_V}{V_{VI}} = \frac{1}{3}$.

Δ.

Έστω ότι αναμιγνύουμε

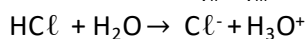
V_{VII} L διαλύματος HCl 0,2 M και V_{VIII} L διαλύματος HA 0,9 M.

Σ' αυτούς τους όγκους οι ποσότητες των ηλεκτρολυτών είναι:

Είναι $n_{\text{HCl}} = 0,2V_{VII}$ mol HCl και $n_{\text{HA}} = 0,9V_{VIII}$ mol HA.

Οι ηλεκτρολύτες δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Βρίσκουμε τις συγκεντρώσεις τους στο τελικό διάλυμα όγκου $(V_{VII} + V_{VIII})$ L.

Άρα $c_{\text{HCl}} = \frac{0,2V_{VII}}{V_{VII} + V_{VIII}}$ M και $c_{\text{HA}} = \frac{0,9V_{VIII}}{V_{VII} + V_{VIII}}$ M



c_{HCl} M c_{HCl} M

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

M	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
ισορροπία	$c_{HA} - \omega \qquad \qquad \omega \qquad \qquad c_{HCl} + \omega$

Λόγω των επιτρεπτών προσεγγίσεων είναι: $[H_3O^+] = c_{HCl} + \omega \approx c_{HCl}$

Επίσης είναι $pH=2 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} \text{ M}$.

Από τα παραπάνω προκύπτει η ισότητα:

$$c_{HCl} = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \frac{0,2V_{VII}}{V_{VII} + V_{VIII}} = 10^{-2} \Rightarrow 20V_{VII} = V_{VII} + V_{VIII} \Rightarrow 19V_{VII} = V_{VIII}$$

Άρα $\frac{V_{VII}}{V_{VIII}} = \frac{1}{19}$.

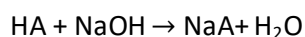
ΛΥΣΗ 5.7 (Α.Π)

A.

Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχουμε πλήρη εξουδετέρωση οξέος- βάσης (του ογκομετρούμενου διαλύματος οξέος από το πρότυπο διάλυμα της βάσης).

Στην ποσότητα του πρότυπου διαλύματος που έχει καταναλωθεί μέχρι το ισοδύναμο σημείο υπάρχουν:

$$n_{\text{πρωτ}} = n_{\text{NaOH}} = 1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 10^{-2} \text{ mol NaOH.}$$



$$;=10^{-2} \text{ mol} \quad 10^{-2} \text{ mol}$$

Υπήρχαν 10^{-2} mol HA σε 40 mL ογκομετρούμενου διαλύματος Δ_1 .

Άρα, $c = \frac{n}{V} = \frac{10^{-2}}{40 \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_1 = 0,25 \text{ M}$

B.

Έστω ότι αραιώνουμε $V_1 \text{ L}$ διαλύματος Δ_1 με $4V_1 \text{ L}$ νερού, οπότε παράγονται

$$V_2 = (V_1 + 4V_1) \text{ L} = 5V_1 \text{ L} \text{ διαλύματος } \Delta_2.$$

Από τον τύπο της αραιώσης διαλυμάτων έχουμε:

$$c_{\pi} \cdot V_{\pi} = c_{\alpha\rho} \cdot V_{\alpha\rho} \Rightarrow c_{\alpha\rho} = \frac{0,25 \cdot V_1}{5V_1} \Rightarrow c_{\alpha\rho} = 0,05 \text{ M.}$$

Στο διάλυμα Δ_2 :

M	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
ισορροπία	$c_{\alpha\rho} - x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

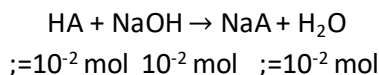
Είναι $\text{pH}_{\Delta_2} = 3 \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$

και $K_{a(\text{HA})} = \frac{x^2}{c_{\alpha\beta} - x}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(\text{HA})} = \frac{x^2}{c_{\alpha\beta}} = \frac{(10^{-3})^2}{5 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$

$$K_{a(\text{HA})} = 0,2 \cdot 10^{-4} \quad \text{ή} \quad K_{a(\text{HA})} = 2 \cdot 10^{-5}$$

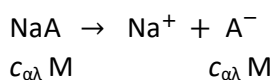
(ο υπολογισμός της $K_{a(\text{HA})}$ απαιτείται για τη συνέχεια των υπολογισμών μας).

Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχει γίνει πλήρης εξουδετέρωση του οξέος από το πρότυπο διάλυμα βάσης.



Τελικά, στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης υπάρχουν μόνο 10⁻² mol NaA σε 40 mL+10 mL = 50 mL διαλύματος.

Άρα είναι $c_{\alpha\lambda} = \frac{n}{V} = \frac{10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_{\alpha\lambda} = 0,2 \text{ M}$.



M	$\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_{\alpha\lambda} - y \qquad \qquad y \qquad \qquad y$

Είναι $K_{b(\text{A}^-)} = \frac{y^2}{c_{\alpha\lambda} - y}$ ή προσεγγιστικά $\frac{K_W}{K_{a(\text{HA})}} = \frac{y^2}{c_{\alpha\lambda}} \Rightarrow y = \sqrt{\frac{K_W \cdot c_{\alpha\lambda}}{K_{a(\text{HA})}}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 0,2}{2 \cdot 10^{-5}}} \text{ M} \Rightarrow$

$$y = 10^{-5} \text{ M}.$$

Άρα, στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης είναι:

$$\text{άρα } \text{pOH} = 5 \quad \text{και} \quad \text{pH} = 9.$$

Γ.

Για καθοριστεί σωστά το τελικό σημείο της ογκομέτρησης (πέρας της ογκομέτρησης) πρέπει να επιλεγεί ένας δείκτης που αλλάζει χρώμα σε τιμές pH κοντά στο pH του ισοδύναμου σημείου (pH=9).

Γνωρίζουμε από τη θεωρία ότι:

- Επικρατεί το χρώμα της όξινης μορφής ενός δείκτη όταν είναι $\text{pH} < \text{p}K_a - 1$, όπου $\text{p}K_a = -\log K_a$ με K_a τη σταθερά ιοντισμού του πρωτολυτικού δείκτη
- Επικρατεί το χρώμα της βασικής μορφής ενός δείκτη όταν είναι $\text{pH} > \text{p}K_a + 1$ και
- Έχουμε το χρώμα που προκύπτει από την ανάμιξη των δύο χρωμάτων (όξινης και βασικής μορφής) όταν είναι $\text{p}K_a - 1 \leq \text{pH} \leq \text{p}K_a + 1$.

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Για το δείκτη A είναι $pK_a = -\log K_a = -\log 10^{-5} = 5$.

Άρα, σύμφωνα με τα προηγούμενα, για το δείκτη A:

- Επικρατεί το χρώμα της όξινης μορφής (ΚΟΚΚΙΝΟ) όταν $pH < 4$.
- Επικρατεί το χρώμα της βασικής μορφής (ΚΙΤΡΙΝΟ) όταν $pH > 6$.
- Έχουμε το χρώμα που προκύπτει από την ανάμιξη των δύο χρωμάτων (κόκκινου και κίτρινου) όταν είναι $4 \leq pH \leq 6$.

Αντίστοιχα, για το δείκτη B είναι $pK'_a = -\log K'_a = -\log 10^{-8} = 8$.

Άρα, για το δείκτη B:

- Επικρατεί το χρώμα της όξινης μορφής (ΠΡΑΣΙΝΟ) όταν $pH < 7$.
- Επικρατεί το χρώμα της βασικής μορφής (ΜΠΛΕ) όταν $pH > 9$.
- Έχουμε το χρώμα που προκύπτει από την ανάμιξη των δύο χρωμάτων (πράσινου και μπλε) όταν είναι $7 \leq pH \leq 9$.

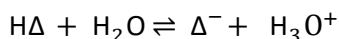
Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης είναι $pH=9$. Συνεπώς, ο κατάλληλος δείκτης για να καθορισθεί το τελικό σημείο της ογκομέτρησης είναι ο B (επειδή αλλάζει χρώμα σε τιμές pH κοντά στο 9).

Πιο συγκεκριμένα:

Αν προσθέσουμε λίγες σταγόνες του δείκτη B στο ογκομετρούμενο διάλυμα Δ_1 του ασθενούς οξέος, το διάλυμα αποκτά πράσινο χρώμα (αφού είναι $pH < 7$). Με την προσθήκη του πρότυπου διαλύματος βάσης το χρώμα παραμένει πράσινο μέχρι και την τιμή $pH=7$ και στη συνέχεια αλλάζει χρώμα γρήγορα στην περιοχή τιμών $pH: 7 - 9$. Στην τιμή $pH=9$ το χρώμα σταθεροποιείται σε μπλε και έτσι συμπεραίνουμε ότι φτάσαμε στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης και σταματούμε την προσθήκη του πρότυπου διαλύματος της βάσης (τελικό σημείο της ογκομέτρησης).

Δ.

Για τον πρωτολυτικό δείκτη A έστω ο τύπος $H\Delta$.



Είναι $H\Delta$ η όξινη μορφή του δείκτη και Δ^- η βασική μορφή του δείκτη.

$$\text{Ισχύει: } K_{a(H\Delta)} = \frac{[\Delta^-] \cdot [H_3O^+]}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_{a(H\Delta)}} \quad (1)$$

Για το δείκτη A είναι $K_{a(H\Delta)}=10^{-5}$.

Στο διάλυμα Δ_2 είναι $pH_{\Delta_2} = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ M}$

οπότε, από την εξίσωση (1) είναι: $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_{a(H\Delta)}} = \frac{10^{-3}}{10^{-5}} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = 100$.

Επειδή είναι $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = 100 > 10$ επικρατεί η όξινη μορφή του δείκτη,

άρα το διάλυμα Δ_2 χρωματίζεται ΚΟΚΚΙΝΟ

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

(το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και επειδή $\text{pH}_{\Delta_2} < \text{p}K_{\text{a}(\text{H}\Delta)} - 1$ ή $\text{pH}_{\Delta_2} = 3 < 4$).

Στο διάλυμα Δ_3 είναι $\text{pH}_{\Delta_3} = 9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M}$

οπότε, από την εξίσωση (1) είναι: $\frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{\text{a}(\text{H}\Delta)}} = \frac{10^{-9}}{10^{-5}} \Rightarrow \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{-4}$.

Επειδή είναι $\frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{-4} < 10^{-1}$ ή ισοδύναμα $\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} > 10$ επικρατεί η βασική μορφή του δείκτη, άρα το

διάλυμα Δ_3 χρωματίζεται ΚΙΤΡΙΝΟ

(το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και επειδή $\text{pH}_{\Delta_3} > K_{\text{a}(\text{H}\Delta)} + 1$ ή $\text{pH}_{\Delta_3} = 9 > 6$).

ΛΥΣΗ 5.8 (Α.Π)

A.

Έστω $c_1 \text{ M}$ η συγκέντρωση του οξέος HA στο διάλυμα Δ_1 .

Είναι

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c_1 - x \qquad x \qquad x$

Είναι $\text{pH}_{\Delta_1} = 3 \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$.

Ισχύει ότι $K_{\text{a}} = \frac{x^2}{c_1 - x}$ και με αντικατάσταση (χωρίς να κάνουμε προσεγγίσεις, αφού δε γνωρίζουμε ότι επιτρέπονται) έχουμε:

$$\begin{aligned} 5 \cdot 10^{-4} &= \frac{(10^{-3})^2}{c_1 - 10^{-3}} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} c_1 - 5 \cdot 10^{-7} = 10^{-6} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} c_1 = 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-7} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} c_1 = 10 \cdot 10^{-7} + 5 \cdot 10^{-7} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} c_1 = 15 \cdot 10^{-7} \Rightarrow c_1 = \frac{15 \cdot 10^{-7}}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ M} \Rightarrow \\ c_1 &= 3 \cdot 10^{-3} \text{ M} \end{aligned}$$

Επειδή ισχύει ότι $\frac{K_{\text{a}}}{c_1} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-3}} = \frac{5 \cdot 10^{-1}}{3} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$

δηλαδή είναι $\frac{K_{\text{a}}}{c_1} = \frac{1}{6} > 10^{-2}$

και συμπεραίνουμε εύκολα ότι δεν επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.

Μπορείτε να βγάλετε το ίδιο συμπέρασμα αν παρατηρήσετε ότι η τιμή της συγκέντρωσης του HA στο διάλυμα είναι $c_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ και η τιμή του x είναι $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$, συνεπώς, η τιμές τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους και δε μπορεί η τιμή του x να θεωρηθεί ότι είναι πολύ μικρή έναντι της τιμής της c_1 , ώστε η διαφορά $c_1 - x$ να θεωρηθεί ίση με c_1 .

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Β.

Έχουμε υπολογίσει ήδη την τιμή της αρχικής συγκέντρωσης του HA στο διάλυμα Δ₁.

Είναι $c_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

Υπολογίζουμε εύκολα και τη ζητούμενη συγκέντρωση των αδιάστατων μορίων του HA στο διάλυμα Δ₁.

Είναι $[\text{HA}] = c_1 - x = (3 \cdot 10^{-3} - 10^{-3}) \text{ M}$ ή $[\text{HA}] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

Γ.

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση c_2 του HA στο αραιωμένο διάλυμα Δ₂.

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow c_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 50}{150} \text{ M} \Rightarrow c_2 = 10^{-3} \text{ M}$$

Ιοντισμός του οξέος HA στο Δ₂

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_2 - y$	y	y

Είναι θ: σταθερή άρα K_a : σταθερή ($K_a = 5 \cdot 10^{-4}$)

$$K_a = \frac{y^2}{c_2 - y} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} = \frac{y^2}{10^{-3} - y} \quad (1)$$

Δε θα κάνουμε ούτε σε αυτή την περίπτωση τις προσεγγίσεις, αφού είναι

$$\frac{K_a}{c_2} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} > 10^{-2}$$

(η αραιώση μειώνει τη συγκέντρωση με K_a σταθερή άρα η τιμή του λόγου $\frac{K_a}{c}$ αυξάνει και φυσικά παραμένει μεγαλύτερη της τιμής 10^{-2}).

Λύνουμε τη δευτεροβάθμια εξίσωση (1)

$$5 \cdot 10^{-4} = \frac{y^2}{10^{-3} - y} \Rightarrow y^2 = 5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-4}y \Rightarrow y^2 + 5 \cdot 10^{-4}y - 5 \cdot 10^{-7} = 0$$

Η δευτεροβάθμια εξίσωση που προκύπτει έχει θετική διακρίνουσα ($\Delta = 225 \cdot 10^{-8}$) και έχει δύο λύσεις τις $y_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ και $y_2 = -10^{-3}$.

Φυσικά η μόνη δεκτή λύση είναι η θετική $y_1 = 5 \cdot 10^{-4}$.

Στο διάλυμα Δ₂ είναι $y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$,
ενώ στο αρχικό διάλυμα Δ₁ ήταν $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$.

Άρα είχαμε μείωση της συγκέντρωσης των οξωνίων κατά

$$y - x = (5 \cdot 10^{-4} - 10^{-3}) \text{ M} = (5 \cdot 10^{-4} - 10 \cdot 10^{-4}) \text{ M} = -5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

(το πρόσημο – εκφράζει μείωση).

Η ζητούμενη ποσοστιαία μεταβολή της συγκέντρωσης των οξωνίων είναι:

$$\frac{\text{μεταβολή}}{\text{αρχικό ποσό}} \cdot 100\% = \frac{-5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} \cdot 100\% = -50\%$$

Δηλαδή έχουμε μείωση της συγκέντρωσης των οξωνίων κατά 50%.

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Δ.

Ο βαθμός ιοντισμού του ΗΑ στο διάλυμα Δ₁ είναι

$$\alpha_1 = \frac{x}{c_1} = \frac{10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{1}{3}.$$

Αντίστοιχα, ο βαθμός ιοντισμού του ΗΑ στο διάλυμα Δ₂ είναι

$$\alpha_2 = \frac{y}{c_2} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-1} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{1}{2}.$$

(παρατηρήστε ότι είναι $\alpha_1 > 0,1$ και $\alpha_2 > 0,1$ κάτι που είναι αναμενόμενο, αφού δεν επιτρέπονται οι προσεγγίσεις στα διαλύματα Δ₁ και Δ₂).

Με την αραιώση του διαλύματος ο βαθμός ιοντισμού του οξέος αυξάνεται (όπως γνωρίζουμε από τη θεωρία) κατά

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3}{6} - \frac{2}{6} = +\frac{1}{6}$$

(το πρόσθετο + εκφράζει αύξηση).

Η ζητούμενη ποσοστιαία μεταβολή του βαθμού ιοντισμού α είναι:

$$\frac{\text{μεταβολή}}{\text{αρχικό ποσό}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{3}} \cdot 100\% = +50\%.$$

Δηλαδή έχουμε αύξηση του βαθμού ιοντισμού του ΗΑ κατά 50 %.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Στη συντριπτική πλειοψηφία των θεμάτων στις εξετάσεις θεωρούμε ότι ισχύουν οι προσεγγίσεις. Αυτή η παρατήρηση δίνεται συνήθως από τις εκφωνήσεις και έχει ως σκοπό να διευκολύνει τους υπολογισμούς μας.

Στη συγκεκριμένη άσκηση κάτι τέτοιο δε συμβαίνει. Προτείνεται, λοιπόν, να ελέγχουμε τις προϋποθέσεις για τους περιορισμούς, όπως αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο, αν δε δίνεται ρητά από τη διατύπωση των θεμάτων ότι οι προϋποθέσεις ισχύουν.

Η άσκηση δείχνει ότι είναι δυνατόν να δοθεί θέμα όπου δεν επιτρέπονται οι συνήθεις προσεγγίσεις και το θέμα αυτό να είναι υπολογιστικά βατό.

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.9 (Α.Π)

A.

Η σύγκριση της ισχύος των οξέων, σε σταθερή θερμοκρασία και στον ίδιο διαλύτη, γίνεται εύκολα με σύγκριση των σταθερών ιοντισμού K_a που γνωρίζουμε.

Αν γνωρίζαμε τους βαθμούς ιοντισμού α δε μπορούμε να συγκρίνουμε την ισχύ των οξέων, επειδή ο βαθμός ιοντισμού α εξαρτάται και από τη συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη.

Ισχύει ότι: μεγαλύτερη K_a ισχυρότερο οξύ (σε σταθερή θερμοκρασία και στον ίδιο διαλύτη)

Άρα είναι $K_{a(1)} = 2 \cdot 10^{-8}$, $K_{a(2)} = 3 \cdot 10^{-8}$ και $K_{a(3)} = 5 \cdot 10^{-9} = 0,5 \cdot 10^{-8}$

δηλαδή είναι $K_{a(2)} > K_{a(1)} > K_{a(3)}$

άρα το ΗΒ είναι το ισχυρότερο από τα τρία οξέα και το ΗΓ του ασθενέστερο.

Είναι $\boxed{\text{ισχύς ΗΒ} > \text{ισχύς ΗΑ} > \text{ισχύς ΗΓ}}$.

B.

Έχουμε επίδραση κοινών ιόντων (κατιόντων οξωνίου), από τον ιοντισμό των τριών οξέων στο διάλυμα.

Οι συγκεντρώσεις των οξέων που μας δίνονται είναι στο διάλυμα που μας ενδιαφέρει (στο διάλυμα που μελετούμε τον ιοντισμό).

Είναι για το ΗΑ $c_1=0,3$ M, για το ΗΒ $c_2=0,1$ M και για το ΗΓ $c_3=0,2$ M.

Για το ΗΑ:

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c_1-x \quad \quad x \quad \quad x+y+\omega$

Για το ΗΒ:

M	$\text{HB} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{B}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c_2-y \quad \quad y \quad \quad x+y+\omega$

Για το ΗΓ:

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c_3-\omega \quad \quad \omega \quad \quad x+y+\omega$

Άρα έχουμε:

Για το ΗΑ: $K_{a(1)} = \frac{x \cdot (x+y+\omega)}{c_1-x}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(1)} = \frac{x \cdot (x+y+\omega)}{c_1}$

Η τελευταία σχέση παίρνει τη μορφή $x = \frac{K_{a(1)} \cdot c_1}{x+y+\omega}$ (1).

Αντίστοιχα για το ΗΒ: $K_{a(2)} = \frac{y \cdot (x+y+\omega)}{c_2-y}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(2)} = \frac{y \cdot (x+y+\omega)}{c_2}$

Η τελευταία σχέση παίρνει τη μορφή $y = \frac{K_{a(2)} \cdot c_2}{x+y+\omega}$ (2).

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Όμοια για το ΗΓ: $K_{a(3)} = \frac{\omega \cdot (x+y+\omega)}{c_3 - \omega}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(3)} = \frac{\omega \cdot (x+y+\omega)}{c_3}$

Η τελευταία σχέση παίρνει τη μορφή $\omega = \frac{K_{a(3)} \cdot c_3}{x+y+\omega}$ (3).

Η πρόσθεση κατά μέλη των εξισώσεων (1), (2) και (3) δίνει:

$$x + y + \omega = \frac{K_{a(1)} \cdot c_1}{x + y + \omega} + \frac{K_{a(2)} \cdot c_2}{x + y + \omega} + \frac{K_{a(3)} \cdot c_3}{x + y + \omega} \Rightarrow x + y + \omega = \frac{K_{a(1)} \cdot c_1 + K_{a(2)} \cdot c_2 + K_{a(3)} \cdot c_3}{x + y + \omega}$$

άρα $([H_3O^+])^2 = (x + y + \omega)^2 = K_{a(1)} \cdot c_1 + K_{a(2)} \cdot c_2 + K_{a(3)} \cdot c_3$

Η λύση της τελευταίας εξίσωσης είναι

$$[H_3O^+] = x + y + \omega = \pm \sqrt{K_{a(1)} \cdot c_1 + K_{a(2)} \cdot c_2 + K_{a(3)} \cdot c_3}$$

και η δεκτή (θετική) λύση της είναι

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_{a(1)} \cdot c_1 + K_{a(2)} \cdot c_2 + K_{a(3)} \cdot c_3} \text{ M} = \sqrt{2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,3 + 3 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,2} \text{ M} \Rightarrow \\ \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{0,6 \cdot 10^{-8} + 0,3 \cdot 10^{-8} + 0,1 \cdot 10^{-8}} \text{ M} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{1 \cdot 10^{-8}} \text{ M}$$

Άρα είναι $[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ M}$ και $\text{pH} = 4$

Γ.

Έχουμε και πάλι πολλαπλή επίδραση κοινού ιόντος (του κατιόντος οξωνίου) αλλά δε γνωρίζουμε τις τελικές συγκεντρώσεις των οξέων ΗΑ και ΗΒ στο τελικό διάλυμα Δ₃.

Έστω c η συγκέντρωση του ΗΑ στο διάλυμα Δ₁ και είναι επίσης c η συγκέντρωση του ΗΒ στο διάλυμα Δ₂.

Αναμιγνύουμε τα δύο διαλύματα με αναλογία όγκων $\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{6}$, όπου V_1 ο όγκος του Δ₁ και V_2 ο όγκος του Δ₂.

Άρα είναι $\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{6} \Rightarrow V_2 = \frac{6V_1}{11}$ και ο όγκος του τελικού διαλύματος Δ₃ είναι

$$V_3 = V_1 + V_2 = V_1 + \frac{6V_1}{11} \Rightarrow V_3 = \frac{17V_1}{11}$$

(όλοι οι όγκοι εκφράζονται ως συνάρτηση της ίδιας μεταβλητής V_1).

Υπολογίζουμε τα mol των οξέων ΗΑ και ΗΒ στους όγκους V_1 και $V_2 = \frac{6V_1}{11}$ των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂ αντίστοιχα.

Τα mol του ΗΑ σε $V_1 \text{ L}$ διαλύματος Δ₁ είναι:

$$n_{\text{HA}} = c \cdot V_1 \text{ mol HA.}$$

Τα mol του ΗΒ σε $V_2 \text{ L}$ διαλύματος Δ₂ είναι:

$$n_{\text{HB}} = c \cdot V_2 = c \cdot \frac{6V_1}{11} = \frac{6cV_1}{11} \text{ mol HB.}$$

Οι δύο ηλεκτρολύτες δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Τα mol που υπολογίσαμε βρίσκονται τώρα σε όγκο $V_3 = \frac{17V_1}{11} \text{ L}$ τελικού διαλύματος, άρα οι νέες συγκεντρώσεις των οξέων ΗΑ και ΗΒ στο τελικό διάλυμα Δ₃ είναι μικρότερες από c .

Υπολογίζουμε αυτές τις συγκεντρώσεις:

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$c_{\text{HA}} = \frac{n_{\text{HA}}}{V_3} = \frac{CV_1}{\frac{17V_1}{11}} \text{ M} = \frac{11CV_1}{17V_1} \text{ M} \quad \text{άρα} \quad c_{\text{HA}} = \frac{11C}{17} \text{ M}$$

$$c_{\text{HB}} = \frac{n_{\text{HB}}}{V_3} = \frac{\frac{6CV_1}{11}}{\frac{17V_1}{11}} \text{ M} = \frac{6 \cdot 11CV_1}{17 \cdot 11V_1} \text{ M} \quad \text{άρα} \quad c_{\text{HB}} = \frac{6C}{17} \text{ M.}$$

Εργαζόμαστε όπως στο προηγούμενο ερώτημα, έχοντας τώρα δύο ασθενή οξέα (τα HA και HB) στο διάλυμα Δ₃.

Για το HA:

M	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺		
ισορροπία	c _{HA} -z	z	φ+z

Για το HB:

M	HB + H ₂ O ⇌ B ⁻ + H ₃ O ⁺		
ισορροπία	c _{HB} -φ	φ	φ+z

Για το HA είναι: $K_{a(1)} = \frac{z \cdot (\varphi+z)}{c_{\text{HA}}-z}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(1)} = \frac{z \cdot (\varphi+z)}{c_{\text{HA}}}$

Η τελευταία σχέση παίρνει τη μορφή $z = \frac{K_{a(1)} \cdot c_{\text{HA}}}{\varphi+z}$ (4).

Αντίστοιχα για το HB είναι: $K_{a(2)} = \frac{\varphi \cdot (\varphi+z)}{c_{\text{HB}}-\varphi}$ ή προσεγγιστικά $K_{a(2)} = \frac{\varphi \cdot (\varphi+z)}{c_{\text{HB}}}$

Η τελευταία σχέση παίρνει τη μορφή $\varphi = \frac{K_{a(2)} \cdot c_{\text{HB}}}{\varphi+z}$ (5).

Όπως και στο προηγούμενο ερώτημα προσθέτουμε κατά μέλη τις εξισώσεις (4) και (5) και έχουμε

$$z + \varphi = \frac{K_{a(1)} \cdot c_{\text{HA}}}{z + \varphi} + \frac{K_{a(2)} \cdot c_{\text{HB}}}{z + \varphi} \Rightarrow z + \varphi = \frac{K_{a(1)} \cdot c_{\text{HA}} + K_{a(2)} \cdot c_{\text{HB}}}{z + \varphi}$$

άρα $([\text{H}_3\text{O}^+])^2 = (z + \varphi)^2 = K_{a(1)} \cdot c_{\text{HA}} + K_{a(2)} \cdot c_{\text{HB}}$ (6)

Όμως στο διάλυμα Δ₃ είναι pH_{Δ₃} = 4,5 (από τα δεδομένα)

άρα είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = z + \varphi = 10^{-4,5} \text{ M.}$

Επίσης ισχύει ότι $c_{\text{HA}} = \frac{11C}{17} \text{ M}$ και $c_{\text{HB}} = \frac{6C}{17} \text{ M.}$

Αντικαθιστούμε τα παραπάνω στην εξίσωση (6) και έχουμε

$$(10^{-4,5})^2 = 2 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{11C}{17} + 3 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{6C}{17}$$

Λύνουμε την πρωτοβάθμια εξίσωση που προκύπτει

$$10^{-9} = 2 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{11C}{17} + 3 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{6C}{17} \Rightarrow 17 \cdot 10^{-9} = 22 \cdot 10^{-8}C + 18 \cdot 10^{-8}C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 17 \cdot 10^{-9} = 40 \cdot 10^{-8}C \Rightarrow C = \frac{17 \cdot 10^{-9}}{40 \cdot 10^{-8}} \text{ M} \Rightarrow C = \frac{17}{40} \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

άρα είναι $c = \frac{17}{400} \text{ M}$ ή $c = 0,0425 \text{ M}$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.10 (Α.Π)

A.

Έστω c_1 (σε M) η συγκέντρωση του οξέος HA στο διάλυμα Δ_1 και K_a η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος HA στους 25°C.

Αρχικά έχουμε αραιώση του διαλύματος Δ_1 οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ_2

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 50c_1 = 160c_2 \Rightarrow c_2 = \frac{5c_1}{16} \text{ (σε M).}$$

Στο διάλυμα Δ_2 είναι $\alpha_2 = \frac{4}{100} = 4 \cdot 10^{-2}$.

Από το νόμο αραιώσης του Ostwald (με την απλοποιημένη μορφή του, αφού $\alpha_2 < 0,1$) έχουμε:

$$K_a = \frac{\alpha_2^2 c_2}{1 - \alpha_2} \cong \alpha_2^2 c_2 \quad c_2 = \frac{5c_1}{16} \Rightarrow K_a = (4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \frac{5c_1}{16} \Rightarrow$$
$$K_a = \frac{16 \cdot 10^{-4} \cdot 5}{16} \cdot c_1 \Rightarrow K_a = 5 \cdot 10^{-4} \cdot c_1 \quad \text{εξίσωση (1)}$$

Με αραιώση 50 mL διαλύματος Δ_1 με 200 mL νερού παράγονται $V_3 = 250$ mL διαλύματος Δ_3 .

Αραιώση:

$$c_1 \cdot V_1 = c_3 \cdot V_3 \Rightarrow 50c_1 = 250c_3 \Rightarrow c_3 = \frac{c_1}{5} \text{ (σε M).}$$

Στο διάλυμα Δ_3 :

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ισορροπία	$c_3 - x$	x	x

Είναι $\text{pH}_{\Delta_3} = 3 \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$

άρα $K_a = \frac{x^2}{c_3 - x}$ ή προσεγγιστικά

$$\left. \begin{array}{l} K_a = \frac{x^2}{c_3} \\ c_3 = \frac{c_1}{5} \end{array} \right\} \Rightarrow K_a = \frac{(10^{-3})^2}{\frac{c_1}{5}} \Rightarrow K_a = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{c_1} \quad \text{εξίσωση (2)}$$

Με επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2) υπολογίζουμε και τη συγκέντρωση c_1 (ζητούμενο **A**) αλλά και την τιμή της σταθεράς $K_{a(1)}$ (ζητούμενο **B**).

Από τις εξισώσεις (1) και (2) έχουμε

$$\left. \begin{array}{l} K_a = 5 \cdot 10^{-4} \cdot c_1 \\ K_a = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{c_1} \end{array} \right\} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} \cdot c_1 = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{c_1} \Rightarrow c_1^2 = 10^{-2}$$

και δεκτή λύση $c_1 = 0,1 \text{ M}$.

B.

Με αντικατάσταση της τιμής $c_1 = 0,1 \text{ M}$ σε κάποια από τις εξισώσεις (1) ή (2) υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς K_a .

Από την (1) $K_a = 5 \cdot 10^{-4} \cdot c_1 \Rightarrow K_a = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-1} \Rightarrow K_a = 5 \cdot 10^{-5}$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

(προφανώς την ίδια τιμή δίνει και η εξίσωση (2))

$$K_a = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{c_1} = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} \Rightarrow K_a = 5 \cdot 10^{-5}.$$

Γ.

Έστω c_4 M η συγκέντρωση του NaOH στο πρότυπο διάλυμα Δ_4 .

Έστω ότι καταναλώθηκαν $V_{ισ}$ mL πρότυπου διαλύματος Δ_4 , ώστε να φτάσουμε στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.

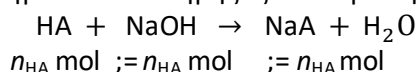
Όταν φτάνουμε στο ισοδύναμο σημείο έχει γίνει πλήρης εξουδετέρωση του οξέος HA που υπήρχε στο ογκομετρούμενο διάλυμα Δ_1 από το πρότυπο διάλυμα Δ_4 που προστέθηκε ως εκείνη τη στιγμή.

Στο διάλυμα Δ_1 υπάρχουν: $n_{HA} = c_1 \cdot V_1 = 10^{-1} \cdot 90 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$.

Στο πρότυπο διάλυμα Δ_4 που προστέθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο υπάρχουν:

$$n_{NaOH} = c_4 \cdot V_{ισ} \cdot 10^{-3} \text{ mol NaOH}$$

Στο ισοδύναμο σημείο είναι πλήρης εξουδετέρωση



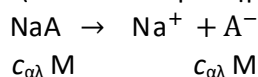
Άρα προκύπτει η ισότητα $n_{HA} = n_{NaOH} \Rightarrow 9 \cdot 10^{-3} = c_4 \cdot V_{ισ} \cdot 10^{-3} \Rightarrow c_4 \cdot V_{ισ} = 9$ εξίσωση (3)

Επίσης, στο ισοδύναμο σημείο παράγονται $9 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaA}$ τα οποία υπάρχουν σε όγκο $V_{τελ} = (V_{ισ} + 90) \text{ mL}$ διαλύματος.

Η συγκέντρωση του άλατος NaA στο ισοδύναμο σημείο είναι:

$$C_{αλ} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{(V_{ισ} + 90) \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow C_{αλ} = \frac{9}{V_{ισ} + 90} \text{ M}.$$

Στο τελικό διάλυμα (στο ισοδύναμο σημείο) έχουμε:



M	$\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$
ισορροπία	$c_{αλ} - y \quad \quad \quad y \quad \quad \quad y$

Είναι $\text{pH}_{ισ} = 8,5$ άρα $\text{pOH}_{ισ} = 5,5 \Rightarrow y = [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M}$

$$\begin{aligned} \text{και} \quad K_b(\text{A}^-) &= \frac{y^2}{c_{αλ} - y} \text{ ή προσεγγιστικά } \frac{K_W}{K_a(\text{HA})} = \frac{y^2}{c_{αλ}} \Rightarrow c_{αλ} = \frac{y^2 \cdot K_a(\text{HA})}{K_W} \Rightarrow \\ &\Rightarrow c_{αλ} = \frac{(10^{-5,5})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-5}}{10^{-14}} \text{ M ή } \underline{c_{αλ} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}}. \end{aligned}$$

Οπότε από τη σχέση $c_{αλ} = \frac{9}{V_{ισ} + 90}$ υπολογίζουμε τον όγκο $V_{ισ}$.

$$\begin{aligned} \text{Είναι } c_{αλ} &= \frac{9}{V_{ισ} + 90} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-2} = \frac{9}{V_{ισ} + 90} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-2} V_{ισ} + 450 \cdot 10^{-2} = 9 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 5V_{ισ} = 900 - 450 \Rightarrow 5V_{ισ} = 450 \Rightarrow V_{ισ} = 90 \text{ mL}. \end{aligned}$$

και τελικά από την εξίσωση (3) υπολογίζουμε τη συγκέντρωση c_4 του NaOH στο διάλυμα Δ_4 .

$$\text{Είναι } c_4 \cdot V_{ισ} = 9 \Rightarrow c_4 = \frac{9}{V_{ισ}} = \frac{9}{90} \text{ M} \quad \text{άρα } c_4 = 0,1 \text{ M}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Δ.

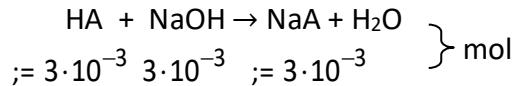
Επειδή είναι $30 \text{ mL} < 90 \text{ mL}$ δηλαδή $30 \text{ mL} < V_{\text{ισ}}$ συμπεραίνουμε ότι με προσθήκη 30 mL πρότυπου διαλύματος NaOH κατά την ογκομέτρηση είμαστε πριν το ισοδύναμο σημείο, άρα θα υπάρχει περίσσεια ασθενούς οξέος HA και θα έχει δημιουργηθεί ρυθμιστικό διάλυμα HA/NaA .

Στο ογκομετρούμενο διάλυμα υπάρχουν:

$$n_{\text{HA}} = c_1 \cdot V_1 = 10^{-1} \cdot 90 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA (το γνωρίζουμε ήδη)}$$

και προσθέτουμε

$$n_{\text{NaOH}} = c_4 \cdot V_4' = 10^{-1} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaOH (είναι περίσσεια του οξέος)}$$



Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$(9 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3}) \text{ mol HA} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$ και $3 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaA}$
σε $(90+30) \text{ mL} = 120 \text{ mL}$ διαλύματος.

Υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις των ουσιών HA και NaA στο διάλυμα:

$$c_{\text{HA}}' = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{HA}}' = 0,05 \text{ M} \text{ και } c_{\text{NaA}}' = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{NaA}}' = 0,025 \text{ M}.$$

Πρόκειται για ρυθμιστικό διάλυμα.

Άρα, εφαρμόζουμε την εξίσωση Henderson- Hasselbalch.

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{NaA}}'}{c_{\text{HA}}'} \Rightarrow \text{pH} = -\log(5 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{0,025}{0,05} = -\log 5 - \log 10^{-5} + \log \frac{1}{2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \text{pH} = 5 - \log 5 + \log \frac{1}{2} \Rightarrow \text{pH} = 5 - \log 5 + \log(5 \cdot 10^{-1}) \Rightarrow \text{pH} = 5 - \log 5 + \log 5 + \log 10^{-1} \Rightarrow \\ \text{pH} &= 5 - 1 \Rightarrow \text{pH}_{\Delta_5} = 4. \end{aligned}$$

Όταν συνεχίσουμε να προσθέτουμε πρότυπο διάλυμα Δ_4 η τιμή του pH μεγαλώνει. Έχουμε και πάλι ρυθμιστικό διάλυμα, αφού τότε είναι $\text{pH} = 4+1 = 5$ και είναι, επίσης, $\text{pH} = 5 < \text{pH}_{\text{ισ}} = 8,5$.

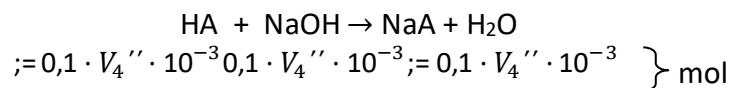
Έστω ότι πρέπει να προσθέσουμε συνολικά V_4'' mL πρότυπου διαλύματος.

Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη εργασία με άγνωστο το V_4'' .

$$n_{\text{HA}} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$$

προσθέτουμε

$$n_{\text{NaOH}}' = c_4 \cdot V_4'' = 10^{-1} \cdot V_4'' \cdot 10^{-3} \text{ mol} = V_4'' \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH (και εδώ είναι περίσσεια του οξέος)}$$



Μετά την αντίδραση υπάρχουν:

$(9 \cdot 10^{-3} - 0,1 \cdot V_4'' \cdot 10^{-3}) \text{ mol HA} = (9 - 0,1 \cdot V_4'')10^{-3} \text{ mol HA}$
και $0,1 \cdot V_4'' \cdot 10^{-3} \text{ mol NaA}$
σε $(V_4''+90) \text{ mL}$ διαλύματος.

Οι συγκεντρώσεις των ουσιών HA και NaA στο διάλυμα είναι:

$$c_{\text{HA}}'' = \frac{(9-0,1 \cdot V_4'')10^{-3}}{(V_4''+90) \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{HA}}'' = \frac{9-0,1 \cdot V_4''}{V_4''+90} \text{ M} \text{ \&}$$

$$c_{\text{NaA}}'' = \frac{0,1 \cdot V_4'' \cdot 10^{-3}}{(V_4''+90) \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{NaA}}'' = \frac{0,1 \cdot V_4''}{V_4''+90} \text{ M}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Πρόκειται και πάλι για ρυθμιστικό διάλυμα.

Άρα, εφαρμόζουμε και εδώ την εξίσωση Henderson - Hasselbalch (είναι pH=5).

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{NaA}}''}{c_{\text{HA}}''} \Rightarrow 5 = -\log(5 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{\frac{0,1 \cdot V_4''}{V_4''} + 90}{\frac{9 - 0,1 \cdot V_4''}{V_4''} + 90} \Rightarrow 5 = -\log 5 - \log 10^{-5} + \log \frac{0,1 \cdot V_4''}{9 - 0,1 \cdot V_4''} \\ &\Rightarrow 5 = -\log 5 + 5 + \log \frac{0,1 \cdot V_4''}{9 - 0,1 \cdot V_4''} \Rightarrow \log 5 = \log \frac{0,1 \cdot V_4''}{9 - 0,1 \cdot V_4''} \Rightarrow \frac{0,1 \cdot V_4''}{9 - 0,1 \cdot V_4''} = 5 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0,1 \cdot V_4'' = 5(9 - 0,1 \cdot V_4'') \Rightarrow 0,1 \cdot V_4'' = 45 - 0,5 \cdot V_4'' \Rightarrow V_4'' = 450 - 5 \cdot V_4'' \Rightarrow 6V_4'' = 450 \Rightarrow \\ &\Rightarrow V_4'' = \frac{450}{6} \text{ mL} \Rightarrow V_4'' = 75 \text{ mL} \end{aligned}$$

(αν δεν προτιμάτε τις πράξεις με λογαρίθμους μπορείτε να αντιμετωπίσετε το ερώτημα ως Επίδραση Κοινού Ιόντος (ΕΚΙ) στο μίγμα των HA/NaA)

Άρα, πρέπει επιπλέον να προσθέσουμε

$$75 \text{ mL} - 30 \text{ mL} = 45 \text{ mL} \text{ πρότυπου διαλύματος}$$

Ε.

Είναι

Στο ογκομετρούμενο διάλυμα υπάρχουν:

$$n_{\text{HA}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol HA και}$$

$$n_{\text{HB}} = 3 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3 \cdot 10^{-1} \text{ mol HB.}$$

Οι ίδιες ποσότητες των δύο ασθενών οξέων υπάρχουν σε

(400 + 100) mL = 500 mL = 0,5 L διαλύματος Δ₇, αφού οι δύο ηλεκτρολύτες δεν αντιδρούν μεταξύ τους.

$$\text{Είναι } c_{\text{HA}(\text{τελ})} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{0,5} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{HA}(\text{τελ})} = 0,08 \text{ M} \quad c_{\text{HB}(\text{τελ})} = \frac{3 \cdot 10^{-1}}{0,5} \text{ M} \Rightarrow c_{\text{HB}(\text{τελ})} = 0,6 \text{ M.}$$

Για το HA:

M	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺		
ισορροπία	c _{HA(τελ)} - λ	λ	κ + λ

Για το HB:

M	HB + H ₂ O ⇌ B ⁻ + H ₃ O ⁺		
ισορροπία	c _{HB(τελ)} - κ	κ	κ + λ

Μετά τις προσεγγίσεις έχουμε: [HA] = c_{HA(τελ)} - λ = c_{HA(τελ)} = 0,08 M

$$[\text{HB}] = c_{\text{HB}(\text{τελ})} - \kappa = c_{\text{HB}(\text{τελ})} = 0,6 \text{ M και}$$

$$\text{pH} = 2,5 \Rightarrow \kappa + \lambda = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} \text{ M.}$$

$$\text{Είναι } K_{a(\text{HA})} = \frac{\lambda \cdot (\kappa + \lambda)}{c_{\text{HA}(\text{τελ})}} \Rightarrow \lambda = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,08}{10^{-2,5}} \text{ M} \Rightarrow \lambda = 0,4 \cdot 10^{-2,5} \text{ M} \Rightarrow \lambda = 4 \cdot 10^{-3,5} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{Άρα είναι } \left. \begin{aligned} \kappa + \lambda &= [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} \text{ M} \\ \lambda &= 4 \cdot 10^{-3,5} \text{ M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \kappa = (10^{-2,5} - 4 \cdot 10^{-3,5}) \text{ M} \Rightarrow \\ \kappa &= (10 \cdot 10^{-3,5} - 4 \cdot 10^{-3,5}) \text{ M} \Rightarrow \kappa = 6 \cdot 10^{-3,5} \text{ M.} \end{aligned}$$

Η τιμή της K_a του οξέος HB (μετά τις προσεγγίσεις) είναι:

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$K_{a(\text{HB})} = \frac{\kappa \cdot (\kappa + \lambda)}{C_{\text{HB}(\text{τελ})}} \Rightarrow K_{a(\text{HB})} = \frac{6 \cdot 10^{-3,5} \cdot 10^{-2,5}}{6 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow K_{a(\text{HB})} = 10^{-5}.$$

ΣΤ.

Στον ίδιο διαλύτη (νερό) και στην ίδια θερμοκρασία (25 °C) είναι

$$K_{a(\text{HA})} > K_{a(\text{HB})} \quad (5 \cdot 10^{-5} > 10^{-5}).$$

Άρα, ισχυρότερο οξύ είναι το οξύ που έχει μεγαλύτερη τιμή σταθεράς K_a .

Δηλαδή, ισχυρότερο οξύ είναι το HA.

ΛΥΞΗ 5.11 (Μ.Γ)

Α. ΓΙΑ ΤΟ Δ₁

Μ	CH ₃ COOH(aq) +	H ₂ O(ℓ)	⇌	CH ₃ COO ⁻ (aq) +	H ₃ O ⁺ (aq)
Αρχικά	0,5			–	–
Ιοντίζονται	– x			–	–
Παράγονται	–			x	x
Ισορροπία	0,5 – x			x	x

$$\frac{K_a}{c_1} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{0,5} = 4 \cdot 10^{-5} < 10^{-2} \quad \text{Άρα ισχύει η προσέγγιση } 0,5 - x \approx 0,5$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{x \cdot x}{0,5 - x} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-5} \approx \frac{x^2}{0,5} \Rightarrow x = 10^{-2,5} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-2,5} \Rightarrow \text{pH} = 2,5$$

ΓΙΑ ΤΟ Δ₂

Μ	NaOH(aq)	→	Na ⁺ (aq) +	OH ⁻ (aq)
Αρχικά	0,1		–	–
Τελικά	–		0,1	0,1

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = 1$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w \Rightarrow \text{pH} = 14 - 1 \Rightarrow \text{pH} = 13$$

ΓΙΑ ΤΟ Δ₃

$$n_1 = c_1 \cdot V_1 \Rightarrow n_1 = 0,5 \cdot 0,03 \Rightarrow n_1 = 0,015 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$$

$$n_2 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow n_2 = 0,1 \cdot 0,1 \Rightarrow n_2 = 0,01 \text{ mol NaOH}$$

mol	CH ₃ COOH(aq) +	NaOH(aq)	→	CH ₃ COONa(aq) +	H ₂ O(ℓ)
Αρχικά	0,015	0,01		–	
Αντιδρούν	– 0,01	– 0,01		–	
Παράγονται	–	–		0,01	
Τελικά	0,005	–		0,01	

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Το Δ₃ περιέχει 0,01 mol CH₃COONa και 0,005 mol CH₃COOH. Λόγω της σύστασης του είναι ρυθμιστικό διάλυμα. Άρα ισχύει η εξίσωση των Henderson και Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} \Rightarrow \text{pH} = -\log(2 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{\frac{0,01}{V_3}}{\frac{0,005}{V_3}} \Rightarrow \text{pH} = 5 - \log 2 + \log 2$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 5$$

ΓΙΑ ΤΟ Δ₄

$$n_1' = c_1 \cdot V_1' \Rightarrow n_1' = 0,5 \cdot 0,2 \Rightarrow n_1 = 0,1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$$

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = \frac{4}{40} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol NaOH}$$

mol	CH ₃ COOH(aq) + NaOH(aq)		→	CH ₃ COONa(aq) + H ₂ O(ℓ)	
Αρχικά	0,1	0,1		–	
Αντιδρούν	– 0,1	– 0,1		–	
Παράγονται	–	–		0,1	
Τελικά	–	–		0,1	

Το Δ₄ έχει όγκο 500 mL και περιέχει CH₃COONa με συγκέντρωση:

$$c_4 = \frac{n_4}{V_4} \Rightarrow c_4 = \frac{0,1}{0,5} \Rightarrow c_4 = 0,2 \text{ M}$$

M	CH ₃ COONa(aq)	→	CH ₃ COO [–] (aq) + Na ⁺ (aq)	
Αρχικά	0,2		–	–
Τελικά	–		0,2	0,2

Το κατιόν του νατρίου δεν αντιδρά με το νερό αφού προέρχεται από το ισχυρό NaOH.

M	CH ₃ COO [–] (aq) + H ₂ O(ℓ)		⇌	CH ₃ COOH(aq) + OH [–] (aq)	
Αρχικά	0,2			–	–
Αντιδρούν	– y			–	–
Παράγονται	–			y	y
Ισορροπία	0,2 – y			y	y

$$K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} \cdot K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = K_w \Rightarrow K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 5 \cdot 10^{-10}$$

$$\frac{K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)}}{c_4} = \frac{5 \cdot 10^{-10}}{0,2} = 2,5 \cdot 10^{-9} < 10^{-2} \quad \text{Άρα ισχύει η προσέγγιση } 0,2 - y \approx 0,2$$

$$K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{y^2}{0,2-y} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-10} \approx \frac{y^2}{0,2} \Rightarrow$$

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

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{pOH} = 5$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w \Rightarrow \text{pH} = 14 - 5 \Rightarrow \text{pH} = 9$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ Δ₅

M	HCl(aq) +	H ₂ O(l)	→	H ₃ O ⁺ (aq) +	Cl ⁻ (aq)
Αρχικά	0,01			—	—
Τελικά	—			0,01	0,01

$$[H_3O^+] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow pH = -\log 10^{-2} \Rightarrow pH = 2$$

Β. Ο βαθμός ιοντισμού του CH₃COO⁻ στο Δ₄ είναι $\alpha_4 = \frac{y}{c_4} \Rightarrow \alpha_4 = \frac{10^{-5}}{0,2} \Rightarrow \alpha_4 = 5 \cdot 10^{-5}$

Από την ανάμειξη των Δ₂ και Δ₄ δεν λαμβάνει χώρα αντίδραση αφού αμφότερα τα διαλύματα περιέχουν βάση.

$$n_2' = c_2 \cdot V_2' \Rightarrow n_2' = 0,1 \cdot V_2' \quad \text{και} \quad n_4' = c_4 \cdot V_4' \Rightarrow n_4' = 0,2 \cdot V_4'$$

$$c_{NaOH} = \frac{n_2'}{V_6} \Rightarrow c_{NaOH} = \frac{0,1 \cdot V_2'}{V_6} = c_2' \quad \text{και} \quad c_{CH_3COONa} = \frac{n_4'}{V_6} \Rightarrow c_{CH_3COONa} = \frac{0,2 \cdot V_4'}{V_6} = c_4'$$

M	NaOH(aq)	→	Na ⁺ (aq) +	OH ⁻ (aq)
Αρχικά	c ₂ '		—	—
Τελικά	—		c ₂ '	c ₂ '

Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (OH⁻)

M	CH ₃ COO ⁻ (aq) +	H ₂ O(l)	⇌	CH ₃ COOH(aq) +	OH ⁻ (aq)
Αρχικά	c ₄ '			—	c ₂ '
Αντιδρούν	-z			—	—
Παράγονται	—			z	z
Ισορροπία	c ₄ ' - z			z	c ₂ ' + z

Ο βαθμός ιοντισμού του CH₃COO⁻ στο Δ₆ έχει μειωθεί εξαιτίας της επίδρασης του ισχυρού NaOH (μετατόπισης της ισορροπίας προς τα αριστερά). Μείωση του βαθμού ιοντισμού κατά 99,9% σημαίνει ότι:

$$\alpha_6 = \alpha_4 \cdot 0,1\% \Rightarrow \alpha_6 = \frac{\alpha_4}{1000} \Rightarrow \alpha_6 = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{1000} \Rightarrow \alpha_6 = 5 \cdot 10^{-8}$$

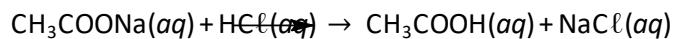
Επίσης ισχύουν οι προσεγγίσεις $c_4' - z \approx c_4'$ και $c_2' + z \approx c_2'$

$$K_b(CH_3COO^-) = \frac{z \cdot (c_2' + z)}{c_4' - z} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-10} \approx \frac{c_2' \cdot z}{c_4'} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-10} = c_2' \cdot \alpha_5 \Rightarrow 5 \cdot 10^{-10} = c_2' \cdot 5 \cdot 10^{-8}$$

$$\Rightarrow c_2' = 0,01 \text{ M} \Rightarrow \frac{0,1 \cdot V_2'}{V_6} = 0,01 \Rightarrow V_6 = 10 \cdot V_2' \Rightarrow V_2' + V_4' = 10 \cdot V_2' \Rightarrow 9 \cdot V_2' = V_4'$$

$$\Rightarrow \frac{V_2'}{V_4'} = \frac{1}{9}$$

Γ. $n_{HCl} = n_5 = c_5 \cdot V_5 \Rightarrow n_5 = 0,01 \cdot V_5$ και $n_4'' = c_4 \cdot V_4'' \Rightarrow n_4'' = 0,2 \cdot 0,03 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol CH}_3\text{COONa}$



Επειδή δεν γνωρίζουμε την ποσότητα ενός από τα αντιδρώντα, απαιτείται διερεύνηση.

Έστω ότι έχουμε πλήρη εξουδετέρωση. Άρα ισχύει $n_5 = n_4'' \Rightarrow 0,01 \cdot V_5 = 6 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_5 = 0,6 \text{ L}$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$V_7 = V_5 + V_4'' \Rightarrow V_7 = 0,6 + 0,03 \Rightarrow V_7 = 0,63 \text{ L.}$$

mol	CH ₃ COONa(aq) +	HCl(aq)	→	CH ₃ COOH(aq) +	NaCl(aq)
Αρχικά	6·10 ⁻³	6·10 ⁻³		–	–
Αντιδρούν	– 6·10 ⁻³	– 6·10 ⁻³		–	–
Παράγονται	–	–		6·10 ⁻³	6·10 ⁻³
Τελικά	–	–		6·10 ⁻³	6·10 ⁻³

Επομένως, το τελικό διάλυμα περιέχει 6·10⁻³ mol CH₃COOH και 6·10⁻³ mol NaCl.



Κανένα από τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ δεν αντιδρά με το νερό αφού προέρχονται από τους ισχυρούς ηλεκτρολύτες NaOH και HCl αντίστοιχα. Έτσι, η παρουσία του NaCl δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος.

$$c_7 = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_7} \Rightarrow c_7 = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{0,63} \Rightarrow c_7 = \frac{6}{630} \Rightarrow c_7 = \frac{1}{105} \text{ M}$$

M	CH ₃ COOH(aq) + H ₂ O(l)	⇌	CH ₃ COO ⁻ (aq) +	H ₃ O ⁺ (aq)
Αρχικά	c ₇		–	–
Ιοντίζονται	– ω		–	–
Παράγονται	–		ω	ω
Ισορροπία	c ₇ – ω		ω	ω

$$K_a = \frac{\omega \cdot \omega}{c_7 - \omega} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-5} \approx \frac{\omega^2}{c_7} \Rightarrow \omega^2 = 2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{105} \Rightarrow \omega = \left(\frac{2}{105}\right)^{1/2} \cdot 10^{-2,5} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log\left[\left(\frac{2}{105}\right)^{1/2} \cdot 10^{-2,5}\right] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-2,5} - \log\left(\frac{2}{105}\right)^{1/2}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 2,5 - 0,5 \cdot \log \frac{2}{105}$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι για το pH του Δ₇ στην πλήρη εξουδετέρωση ισχύει: 2,5 < pH < 5.

Επειδή θέλουμε pH = 5 συμπεραίνουμε ότι δεν έχουμε πλήρη εξουδετέρωση και έτσι περισσεύει το CH₃COONa (αλκαλικό συστατικό) ώστε να αυξηθεί η τιμή του pH.

mol	CH ₃ COONa(aq) +	HCl(aq)	→	CH ₃ COOH(aq) +	NaCl(aq)
Αρχικά	6·10 ⁻³	n ₅		–	–
Αντιδρούν	– n ₅	– n ₅		–	–
Παράγονται	–	–		n ₅	n ₅
Τελικά	6·10 ⁻³ – n ₅	–		n ₅	n ₅

Άρα το Δ₇ περιέχει (6·10⁻³ – n₅) mol CH₃COONa, n₅ mol CH₃COOH και n₅ mol NaCl.

Για το NaCl και τα ιόντα του ισχύουν αυτά που αναφέραμε προηγουμένως.

Λόγω της σύστασής του, το Δ₇ είναι ρυθμιστικό διάλυμα και έτσι ισχύει η σχέση:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}} \Rightarrow 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\frac{n_5}{V_7}}{6 \cdot 10^{-3} - n_5} \Rightarrow 6 \cdot 10^{-3} - n_5 = 2 \cdot n_5 \Rightarrow 6 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot n_5$$

$$\Rightarrow n_5 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl} \Rightarrow 0,01 \cdot V_5 = 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_5 = 0,2 \text{ L} \Rightarrow V_5 = 200 \text{ mL}$$

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.12 (Χ.Α)

M	$C_{10}H_{14}N_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_{10}H_{15}N_2^+(aq) + OH^-(aq)$		
αρχικά	0,01		
ιοντ/παρ	x	x	x
ισορροπία	0,01-x	x	(x+y)

M	$C_{10}H_{15}N_2^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_{10}H_{16}N_2^{2+}(aq) + OH^-(aq)$		
αρχικά	x		
ιοντ/παρ	y	y	y
ισορροπία	x-y	y	(x+y)

Επειδή $K_{b1} \gg K_{b2}$ συμπεραίνουμε ότι $x \gg y$ οπότε $x+y \approx x$

Οπότε το pH θα καθοριστεί κατά κύριο λόγο από τον 1^ο ιοντισμό της νικοτίνης.

$$K_b = \frac{x \cdot (x+y)}{0,01-x} \approx \frac{x^2}{0,01} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{x^2}{0,01} \Rightarrow x = 10^{-4} = [OH^-]$$

Οπότε pOH = 4 και pH = 10

ΛΥΣΗ 5.13 (Χ.Α)

A.

Μετά την ανάμιξη οι συγκεντρώσεις των 3 διαλυμάτων οξέων είναι:

$$[HCl] = [HNO_3] = 10^{-3} M$$

$$[CH_3COOH] = 1M$$

M	$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$		
τελικά	-----	10^{-3}	10^{-3}

M	$HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$		
τελικά	-----	10^{-3}	10^{-3}

M	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$		
ισορροπία	(1-x)	x	($x+10^{-3}+10^{-3}$)

ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

$$K_a = \frac{x(x + 2 \cdot 10^{-3})}{1 - x} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-5} \approx \frac{x^2 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot x}{1} \Rightarrow x^2 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot x - 2 \cdot 10^{-5} = 0$$

Δεκτή λύση $x = 0,0036$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0036 + 10^{-3} + 10^{-3} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 5,6 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 5,6 = 3 - 0,75 = 2,25$$

B.

$$\text{Διάλυμα } \Delta_4. [\text{HCl}] = 10^{-3} \text{ M}$$

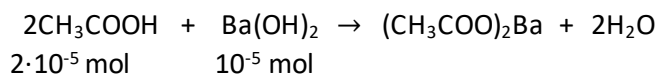
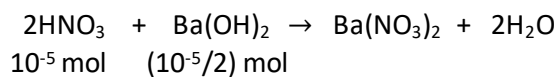
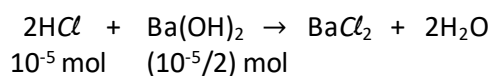
$$\text{Διάλυμα } \Delta_5. [\text{HNO}_3] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Διάλυμα } \Delta_6. [\text{CH}_3\text{COOH}] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$n(\text{HCl}) = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$



$$\text{ΣΥΝΟΛΙΚΑ: } n\text{Ba}(\text{OH})_2 = (10^{-5}/2) + (10^{-5}/2) + 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

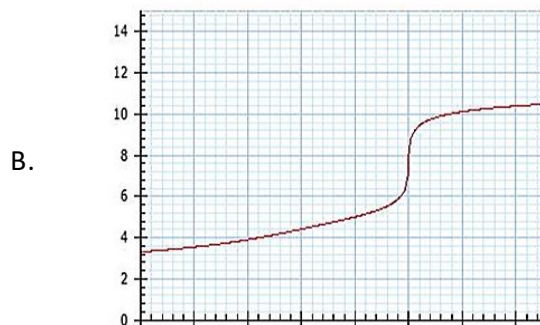
Από την εικόνα της προχοΐδας καταλαβαίνουμε ότι η τελική ένδειξη όγκου είναι 22 mL (κάτω μέρος του μηνίσκου).

Οπότε, ο όγκος πρότυπου διαλύματος που απαιτήθηκε είναι $22 - 2 = 20 \text{ mL}$.

$$c = \frac{n}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{20 \cdot 10^{-3}} = 10^{-3} \text{ M}$$

Γ.

Σωστό διάγραμμα Β



ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 5.14 (Χ.Α)

A.

$$K_a(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \frac{K_a(\text{H}\Delta)}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = c \cdot V = 0,04 \cdot 0,025 = 10^{-3} \text{ mol}$$

Για να έχουμε όξινο pH πρέπει να περισσεύει HA καθώς το δ/μα του άλατος BaA₂ έχει βασικό pH. Έστω ότι αρχικά έχουμε n mol HA.

mol	2HA + Ba(OH) ₂ → BaA ₂ + 2H ₂ O		
αρχ	n	10^{-3}	
αντ/παρ	$-2 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	10^{-3}
τελ	$n - 2 \cdot 10^{-3}$	---	10^{-3}

Για το τελικό δ/μα ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{HA}]}{[\Delta^-]} \Rightarrow 3 \cdot 10^{-4} = K_a \cdot \frac{n - 2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

$$K_a = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \frac{K_a \text{H}\Delta}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$$

Το διάλυμα που προκύπτει παραμένει όξινο. Δηλαδή περισσεύει HA.

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = c \cdot V = 0,04 \cdot 0,0375 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

mol	2HA + Ba(OH) ₂ → BaA ₂ + 2H ₂ O		
αρχ	n	$1,5 \cdot 10^{-3}$	
αντ/παρ	$-3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
τελ	$n - 3 \cdot 10^{-3}$	---	$1,5 \cdot 10^{-3}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{co}\xi]}{[\text{c}\beta\alpha\sigma]} \rightarrow 10^{-4} = K_a \cdot \frac{n - 3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} \quad (2)$$

Από (1), (2) προκύπτει: $K_a = 3 \cdot 10^{-4}$ και $n = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$m_{(\text{HA})} = n \cdot M_r = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 180 = 0,72 \text{ g}$$

Στα 0,758 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται 0,72 g HA οπότε η περιεκτικότητα είναι 95 % w/w.

B. Στα 100 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται 95 g HA

Στα 3,79 g σκόνης ασπιρίνης περιέχονται x g HA

$$x = 3,6 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{3,6}{180} = 0,02 \text{ mol}$$

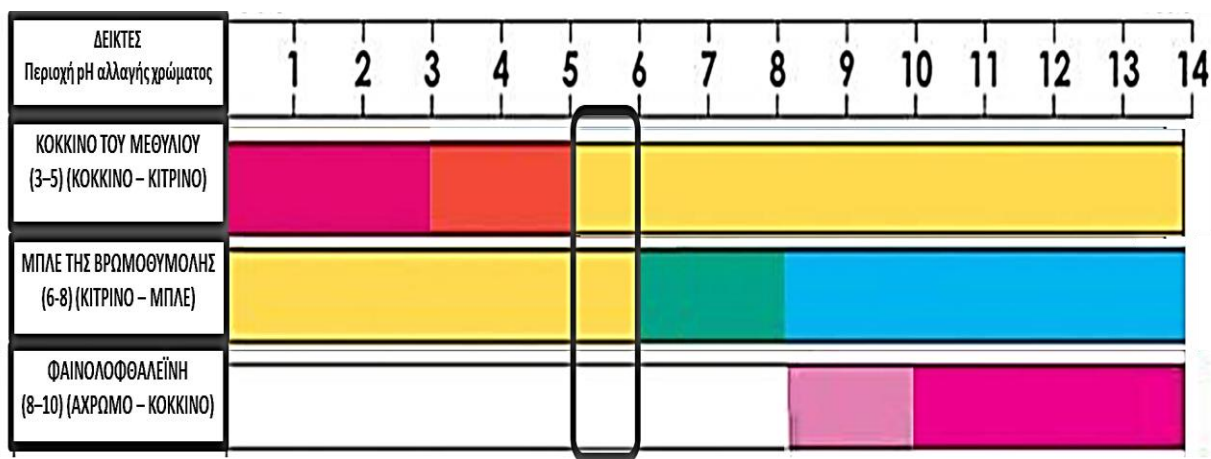
ΛΥΣΕΙΣ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Το καθαρά κίτρινο χρώμα είναι μεταξύ των τιμών pH (5-6) καθώς σε αυτή την περιοχή pH οι δείκτες αποκτούν στο διάλυμα τα εξής χρώματα:

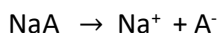
Κόκκινο του μεθυλίου: κίτρινο

Μπλε της βρωμοθυμόλης: κίτρινο

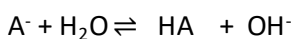
Φαινολοφθαλείνη: άχρωμο



Αν το οξύ HA αντιδρούσε στοιχειομετρικά με τη βάση NaOH τότε στο διάλυμα θα υπήρχε μόνο το άλας NaA.



Από αυτά τα δύο ιόντα μόνο το A⁻ αντιδρά με το νερό σύμφωνα με την εξίσωση:



Οπότε, το διάλυμα θα είχε pH > 7 (άτοπο).

Για να προκύψει όξινο διάλυμα (5 < pH < 6) μετά την αντίδραση, θα πρέπει μαζί με το NaA που παράγεται να περισεύει και HA. Συνεπώς, αντιδρά όλη η ποσότητα του NaOH.

mol	HA	+	NaOH	→	NaA	+	H ₂ O
αρχ	0,02		φ				
αντ/παρ	-φ		-φ		φ		
τελ	0,02-φ		---		φ		

Από το ρυθμιστικό διάλυμα (HA/NaA) που προκύπτει θεωρώντας φ mol NaOH

με 0,02 mol HA με φ < 0,02 καταλήγουμε με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch στη σχέση:

$$10^{-6} < K_a \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} < 10^{-5} \Rightarrow$$

$$10^{-6} < 3 \cdot 10^{-4} \frac{0,02-\varphi}{\varphi} < 10^{-5} \Rightarrow$$

$$0,0194 < \varphi < 0,0199$$