

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

2^ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: γ, A2: δ, A3: β, A4: γ, A5: β.

ΘΕΜΑ Β

B1.

α) Λανθασμένη. Το NaF είναι ιοντική ένωση και οι δυνάμεις που συγκρατούν τα ιόντα στη θέση τους είναι πολύ ισχυρότερες από τις διαμοριακές δυνάμεις δεσμού υδρογόνου που εμφανίζει το HF. Ενημερωτικά, το NaF έχει σ.β 1.704 °C, ενώ το HF έχει σ.β 19,5 °C.

β) Σωστή. Και οι δύο ενώσεις σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου. Η 1,2,3-προπανοτριόλη έχοντας τρεις υδροξυλομάδες ανά μόριο σχηματίζει πολύ περισσότερους δεσμούς υδρογόνου από την αιθανόλη, ως εκ τούτου αναμένεται να έχει υψηλότερο σημείο βρασμού.

γ) Λανθασμένη. Η αιμόλυση συμβαίνει όταν το ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υποτονικό διάλυμα και όχι σε υπερτονικό. Στο υπερτονικό το κύτταρο θα χάσει νερό προς το υπερτονικό διάλυμα και θα συρρικνωθεί.

B2.

α. Τα διαγράμματα I και II αφορούν τα προϊόντα, ενώ τα διαγράμματα III και IV αφορούν τα αντιδρώντα.

Εκδοχή 1^η: Έστω ότι το διάγραμμα III αντιστοιχεί στο Γ και το διάγραμμα IV στο Δ. Τότε, από τις μέσες ταχύτητες για το χρονικό διάστημα 0 - 20 s έχουμε:

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\Delta C_{\Gamma}}{\Delta t} = \frac{1}{3} \frac{\Delta C_{\Delta}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1}{\gamma} 4M = \frac{1}{3} 6M \Rightarrow \gamma = 2, \text{ ΔΕΚΤΟ.}$$

Εκδοχή 2^η: Έστω ότι το διάγραμμα III αντιστοιχεί στο Δ και το διάγραμμα IV στο Γ. Τότε, από τις μέσες ταχύτητες για, για το χρονικό διάστημα 0 - 20 s έχουμε:

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\Delta C_{\Gamma}}{\Delta t} = \frac{1}{3} \frac{\Delta C_{\Delta}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1}{\gamma} 6M = \frac{1}{3} 4M \Rightarrow \gamma = 4,5, \text{ ΑΤΟΠΟ.}$$

Αφού το Γ έχει ίδιο συντελεστή με το Α, τότε στο Α αντιστοιχεί το διάγραμμα I.

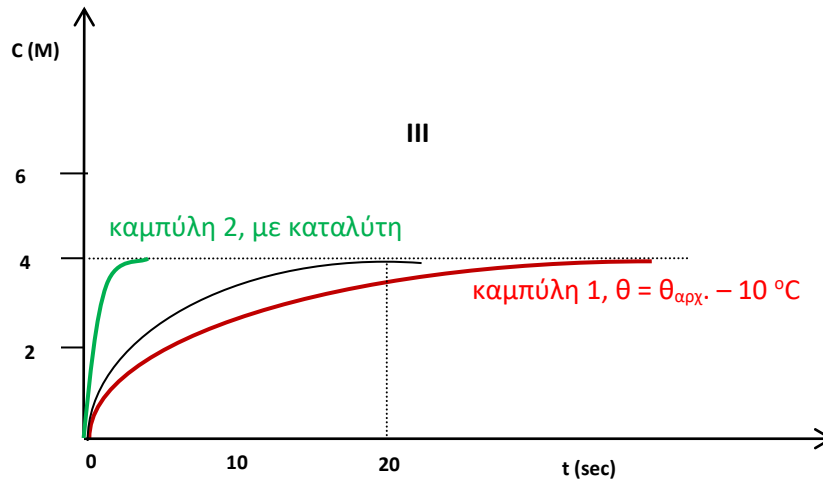
Επειδή, η ταχύτητα κατανάλωσης του Α είναι διπλάσια της αντίστοιχης του Β έπεται ότι ο συντελεστής του Β είναι 1.

Συνεπώς, β=1 και γ=2.

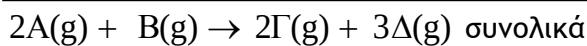
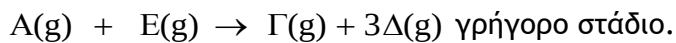
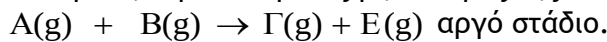
β. i) Όταν ελαττώνεται η θερμοκρασία κατά 10 °C η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται (κατά μέσο όρο υποδιπλασιάζεται), γιατί ελαττώνεται η μέση κινητική ενέργεια των αντιδρώντων A(g) και B(g), οπότε ελαττώνεται και ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων (βλέπε καμπύλη 1).

ii) Όταν χρησιμοποιηθεί ο κατάλληλος καταλύτης η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται σημαντικά, γιατί ο καταλύτης δημιουργεί ένα εναλλακτικό μηχανισμό που ελαττώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης (βλέπε καμπύλη 2).

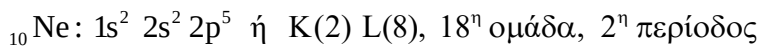
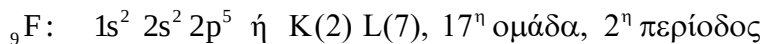
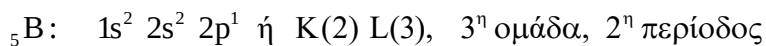
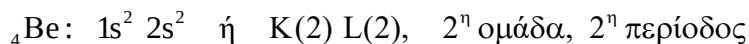
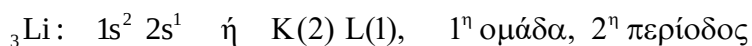
Με βάση τα παραπάνω τα ζητούμενα διαγράμματα είναι τα ακόλουθα:



γ. Γνωρίζουμε ότι ο νόμος της ταχύτητας καθορίζεται από την πιο αργή στοιχειώδη αντίδραση. Προτεινόμενος μηχανισμός της αντίδρασης



B3.



α.

i. Το ${}_4\text{Be}$ και το ${}_5\text{B}$ ανήκουν στην ίδια περίοδο του περιοδικού πίνακα.

Το ${}_4\text{Be}$ έχει Δραστικό Πυρηνικό Φορτίο ίσο με $4 - 2 = 2$ (φορτίο πυρήνα = 4, εσωτερικά ηλεκτρόνια = 2 [K^2]).

Το ${}_5\text{B}$ έχει Δραστικό Πυρηνικό Φορτίο ίσο με $5 - 2 = 3$.

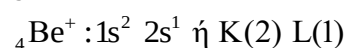
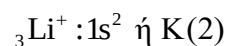
Μικρότερη ατομική ακτίνα έχει το στοιχείο με το μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο, άρα το ${}_5\text{B}$.

Εναλλακτικά:

Γνωρίζουμε ότι κατά μήκος μίας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Το ${}_5\text{B}$ είναι δεξιότερα του ${}_4\text{Be}$ στη δεύτερη περίοδο, άρα έχει μικρότερο μέγεθος.

ii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος φθορίου είναι ${}_9\text{F}^-: 1s^2 2s^2 2p^6$. Παρατηρούμε ότι το ${}_9\text{F}^-$ και το ${}_{10}\text{Ne}$ είναι ισοηλεκτρονικά, όμως το ${}_{10}\text{Ne}$ έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο, άρα θα έχει μικρότερο μέγεθος.

β. Μετά τον 1^ο ιοντισμό έχουμε τα ιόντα:



Γ2.

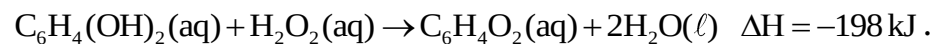
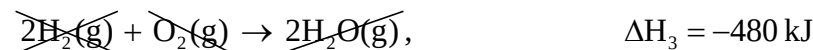
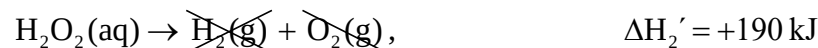
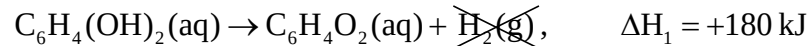
Η 1^η αντίδραση αφήνεται ως έχει γιατί έχει την υδροκινόνη στη σωστή θέση και με το σωστό συντελεστή.

Η 2^η αντίδραση αντιστρέφεται για να έχει το υπεροξείδιο του υδρογόνου στη σωστή θέση και με το σωστό συντελεστή.

Η 4^η αντίδραση διπλασιάζεται για να εμφανιστεί το $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ στα προϊόντα με το σωστό συντελεστή.

Η 3^η αντίδραση χρησιμοποιείται ως έχει για να απαλειφθεί το $\text{H}_2(\text{g})$ και το $\text{O}_2(\text{g})$ που προέκυψαν στα προϊόντα λόγω της χρήσης της αντεστραμμένης δεύτερης αντίδρασης. Χρησιμοποιείται διπλασιασμένη, ως έχει.

Αθροίζοντας τις νέες θερμοχημικές εξισώσεις, σύμφωνα με το νόμο του Hess, έχουμε:



Γ3.

α. Στη χημική ισορροπία $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{g})$ ισχύει:

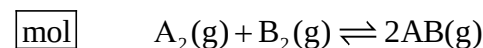
$$K_c = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2] \cdot [\text{B}_2]} = \frac{\left(\frac{4}{V}\right)^2}{\frac{2}{V} \cdot \frac{2}{V}} = \frac{16}{4} = 4$$

β. Παρατηρούμε ότι:

$$Q_c = \frac{[\text{AB}]'^2}{[\text{A}_2]' \cdot [\text{B}_2]'} = \frac{\left(\frac{6}{V}\right)^2}{\frac{4}{V} \cdot \frac{4}{V}} = \frac{36}{16} = \frac{9}{4} < K_c.$$

Επομένως η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται προς τα δεξιά, προκειμένου στη νέα χημική ισορροπία να ισχύει ότι $Q_c' = K_c$.

Έστω ότι πρακτικά αντιδρούν $x \text{ mol}$ A_2 . Τότε:



Στη νέα χημική ισορροπία ισχύει ότι:

$$K_c = \frac{[\text{AB}]'^2}{[\text{A}_2]' \cdot [\text{B}_2]'} \Rightarrow 4 = \frac{\left(\frac{6+2x}{V}\right)^2}{\frac{4-x}{V} \cdot \frac{4-x}{V}} \Rightarrow 4 = \left(\frac{6+2x}{4-x}\right)^2 \xrightarrow{0 < x < 4}$$

$$2 = \frac{6+2x}{4-x} \Rightarrow 8-2x = 6+2x \Rightarrow x = 0,5.$$

Άρα, $n_{A_2}'' = n_{B_2}'' = (4 - 0,5) \text{ mol} = 3,5 \text{ mol}$ και $n_{AB}'' = (6 + 2 \cdot 0,5) \text{ mol} = 7 \text{ mol}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Το διάλυμα του άλατος NaA έχει $\text{pH} = 7$ στους 25°C . Ως γνωστόν το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό, όμως για να είναι το διάλυμα ουδέτερο ούτε το A^- αντιδρά με το νερό, συνεπώς, το HA είναι ισχυρό οξύ.

Το άλας NaΓ διίσταται ($\text{Na}\Gamma \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \Gamma^-$). Η προσθήκη Γ^- δεν μεταβάλλει το pH του διαλύματος, άρα το Γ^- δεν αντιδρά με το νερό, οπότε το HΓ είναι ισχυρό οξύ.

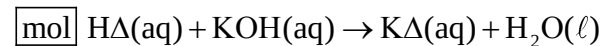
Έστω ότι το HB είναι ισχυρό οξύ, οπότε $C_{\text{HB}} = 10^{-5} \text{ M}$. Για την αραιώση έχουμε

$$C_2 V_2 = C_1 V_1 \Rightarrow C_2 = \frac{10^{-5} \text{ M} \cdot 10 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 10^{-6} \text{ M}. \text{ Αφού το HB είναι ισχυρό οξύ το διάλυμα θα}$$

έχει $\text{pH} = 6$, ΑΤΟΠΟ αφού το pH του διαλύματος είναι 5,5. Επομένως, το HB είναι ασθενές οξύ.

$$n_{\text{HA}} = C \cdot V = 1 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol} \text{ και } n_{\text{KOH}} = CV = 2 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}.$$

Για την αντίδραση εξουδετέρωσης είτε το HΔ είναι ισχυρό είτε ασθενές οξύ ισχύει:



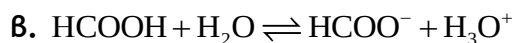
Αρχ.	0,05	0,05	—	—
A / Π	0,05	0,05	0,05	0,05
Τελ.	—	—	0,05	0,05

Έχουμε πλήρη εξουδετέρωση. Αν το HΔ είναι ισχυρό οξύ τότε το άλας KΔ (πιο συγκεκριμένα το ιόν Δ^-) δεν θα επηρέαζε το pH και το διάλυμα θα ήταν ουδέτερο. ΑΤΟΠΟ αφού το διάλυμα έχει $\text{pH} = 9$.

Δ2.

α. Παρατηρούμε ότι: $K_{a,\text{HCOOH}} > K_{a,\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}}$. Επομένως η θέση της χημικής ισορροπίας είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, δηλαδή προς την κατεύθυνση που βρίσκονται το ασθενέστερο οξύ και η ασθενέστερη βάση.

$$\text{Γενικά για τις συζυγείς βάσεις ισχύει } K_{a,\text{HA}} > K_{a,\text{HB}} \Rightarrow \frac{K_w}{K_{b,\text{A}^-}} > \frac{K_w}{K_{b,\text{B}^-}} \Rightarrow K_{b,\text{A}^-} < K_{b,\text{B}^-}.$$



Στο αρχικό διάλυμα του HCOOH ισχύει ότι:

$$K_{a,\text{HCOOH}} = \frac{\alpha_1^2 \cdot C_1}{1 - \alpha_1} \quad (1). \text{ Παρατηρούμε ότι } \frac{K_{a,\text{HCOOH}}}{C_1} = \frac{10^{-4}}{1} = 10^{-4} < 10^{-2}$$

$$\text{Οπότε } (1) \Rightarrow K_{a,\text{HCOOH}} \approx \alpha_1^2 \cdot C_1 \Rightarrow \alpha_1 = \sqrt{\frac{K_{a,\text{HCOOH}}}{C_1}} \Rightarrow \alpha_1 = \sqrt{\frac{10^{-4}}{1}} \Rightarrow \alpha_1 = 10^{-2}.$$

Με την προσθήκη ποσότητας HCOOH το διάλυμα του HCOOH συμπυκνώνεται, οπότε, σύμφωνα με το νόμο του Ostwald, ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH ελαττώνεται.

Άρα, $\alpha_2 = \alpha_1 - 0,5 \cdot \alpha_1 = 0,5 \cdot \alpha_1 = 0,5 \cdot 10^{-2}$

Στο τελικό διάλυμα του HCOOH ισχύει ότι:

$$K_{a, \text{HCOOH}} = \frac{\alpha_2^2 \cdot C_2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{(0,5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot C_2}{1 - 0,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow 10^{-4} \simeq \frac{0,25 \cdot 10^{-4} \cdot C_2}{1} \Rightarrow C_2 = 4 \text{ M}.$$

Για τη συμπύκνωση του διαλύματος HCOOH ισχύει ότι:

$$n_{\text{τελ.}} = n_{\text{αρχ.}} + n_{\text{προσθ.}} \Rightarrow C_2 \cdot V = C_1 \cdot V + n_{\text{προσθ.}} \Rightarrow n_{\text{προσθ.}} = (C_2 - C_1) \cdot V \Rightarrow$$

$$n_{\text{προσθ.}} = (4 - 1) \cdot 0,3 \text{ mol} \Rightarrow n = 0,9 \text{ mol}.$$

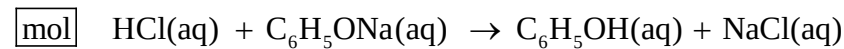
Επομένως, $m = n \cdot M_r = 0,9 \cdot 46 \text{ g} = 41,4 \text{ g HCOOH}.$

γ. Εξετάζουμε να βρούμε πόσα mol HCl(g) πρέπει να διαβιβαστούν στο διάλυμα ώστε να πετύχουμε $\text{pH} = 2$.

$$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}} = C \cdot V = 0,01 \text{ M} \cdot 2 \text{ L} = 0,02 \text{ mol} \text{ και } n_{\text{HCl}} = \omega \text{ mol}$$

Διερεύνηση

Έστω ότι το HCl και το $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία. Τότε:

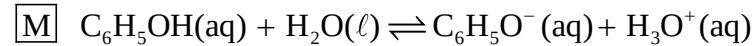


$$\text{HCl(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa(aq)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH(aq)} + \text{NaCl(aq)}$$

Στο τελικό διάλυμα:

$$C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}}}{V} = \frac{0,02 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,01 \text{ M}$$

Το NaCl δίνει ιόντα που δεν υδρολύονται, ενώ η φαινόλη ιοντίζεται στο νερό:



$$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$

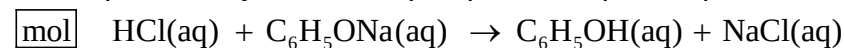
Στη χημική ισορροπία ισχύει:

Επειδή $\frac{K_{a, \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}}}{C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}}} = \frac{10^{-10}}{0,01} < 10^{-2}$ επιτρέπονται οι προσεγγίσεις.

$$K_{a, \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} \Rightarrow 10^{-10} \simeq \frac{x^2}{0,01} \Rightarrow x = 10^{-6}.$$

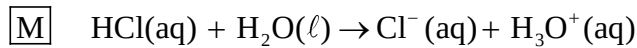
Άρα, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 6 \neq 2$ Άτοπο.

Για να γίνει πιο όξινο το διάλυμα πρέπει το προστιθέμενο HCl να είναι σε περίσσεια. Τότε:



$$\text{HCl(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa(aq)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH(aq)} + \text{NaCl(aq)}$$

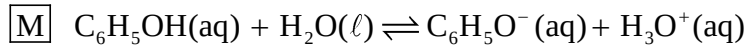
Το HCl ιοντίζεται πλήρως.



$$\text{Αρχ.} \quad \frac{\omega - 0,02}{2} \quad - \quad -$$

$$\text{Τελ.} \quad - \quad \frac{\omega - 0,02}{2} \quad \frac{\omega - 0,02}{2}$$

Η φαινόλη ιοντίζεται μερικώς, ενώ συγχρόνως έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (H_3O^+).
Έτσι, στο τελικό διάλυμα έχουμε:



$$\text{Αρχ.} \quad 0,01 \quad - \quad \frac{\omega - 0,02}{2}$$

$$\text{Χ.Ι.} \quad 0,01 - z \quad z \quad \frac{\omega - 0,02}{2} + z$$

Στη χημική ισορροπία:

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \frac{\omega - 0,02}{2} + z = 10^{-2} \quad (1)$$

$$K_{a, \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{10^{-2} \cdot z}{0,01 - z} \approx \frac{10^{-2} \cdot z}{0,01} \Rightarrow z = 10^{-10}.$$

$z \ll 0,01$, άρα καλώς έγινε η προσέγγιση.

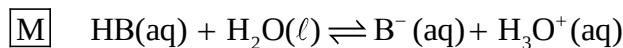
$$\text{Από (1) έχουμε} \quad \frac{\omega - 0,02}{2} + 10^{-10} = 10^{-2} \Rightarrow \frac{\omega - 0,02}{2} \approx 10^{-2} \Rightarrow \omega = 0,04.$$

$$V_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{m, STP}} = 0,04 \cdot 22,4 \text{ L} = 0,896 \text{ L}.$$

Επομένως ο μέγιστος όγκος αερίου HCl μετρημένος σε STP που μπορεί να διαβιβαστεί στο διάλυμα, ώστε αυτό να έχει $\text{pH} \geq 2$, είναι 0,896 L.

Δ3.

Το pH καθορίζεται από τον ιοντισμό του HB, οπότε έχουμε



$$\text{Αρχ.} \quad 0,01 \quad - \quad -$$

$$\text{Χ.Ι.} \quad 0,01 - \psi \quad \psi \quad \psi$$

$$K_{a, \text{HB}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{B}^-]}{[\text{HB}]} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{\psi^2}{0,01 - \psi} \approx \frac{\psi^2}{0,01} \Rightarrow \psi = 10^{-6}$$

$$\text{Επειδή,} \quad \frac{K_{a, \text{HB}}}{C_{\text{HB}}} = \frac{10^{-10}}{0,01} = 10^{-8} < 10^{-2} \text{ καλώς έγινε η προσέγγιση.}$$

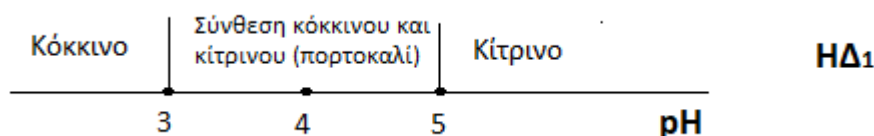
$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-6} = 6.$$

Για τον δείκτη $\text{H}\Delta_1$ έχουμε $\text{p}K_{a, \text{H}\Delta_1} = 4$ άρα σε

$\text{pH} < 3 (\text{p}K_a - 1)$ επικρατεί το χρώμα του $\text{H}\Delta_1$ (κόκκινο)

$\text{pH} > 5 (\text{p}K_a + 1)$ επικρατεί το χρώμα του Δ_1^- (κίτρινο)

$3 \leq \text{pH} \leq 5$ επικρατεί ενδιάμεσο χρώμα (σύνθεση κόκκινου και κίτρινου [πορτοκαλί]).

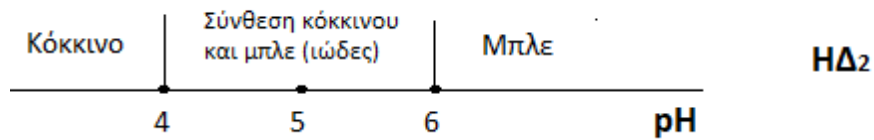


Για τον δείκτη $\text{H}\Delta_2$ έχουμε $\text{pK}_{\text{a},\text{H}\Delta_2} = 5$ άρα σε

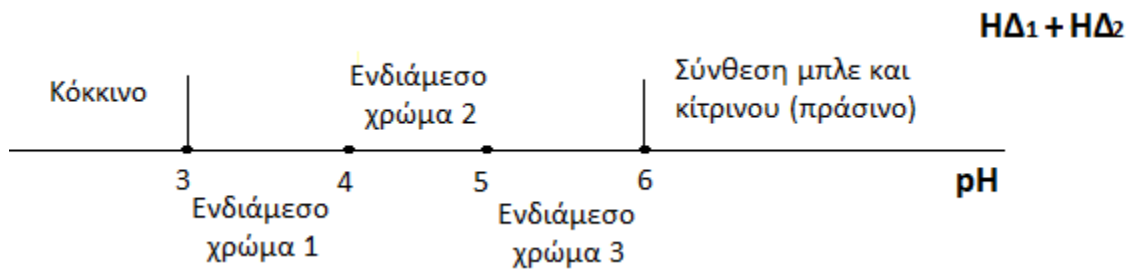
$\text{pH} < 4$ ($\text{pK}_{\text{a}} - 1$) επικρατεί το χρώμα του $\text{H}\Delta_2$ (κόκκινο)

$\text{pH} > 6$ ($\text{pK}_{\text{a}} + 1$) επικρατεί το χρώμα του Δ_1^- (μπλε)

$4 \leq \text{pH} \leq 6$ επικρατεί ενδιάμεσο χρώμα (σύνθεση κόκκινου και μπλε [ιώδες]).



Και για τους δύο δείκτες μαζί έχουμε:



Αφού το pH του διαλύματος είναι 6 το τελικό διάλυμα θα έχει χρώμα πρασινωπό.

Επιμέλεια: Αποστολόπουλος Κων/νος - Κουκουλάς Βαγιανός - Σωτηράκης Γιώργος

Επιστημονικός έλεγχος: Γιαλούρης Παρασκευάς