

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

8^ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ, **A2.** δ, **A3.** δ, **A4.** γ, **A5.** Σ, Σ, Σ, Σ, Λ.

ΘΕΜΑ Β

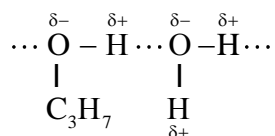
B1.

α) Πρόκειται για μη πολικά ομοιοπολικά μόρια, οπότε ανάμεσα στα μόριά τους αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς (London). Η ισχύς των δυνάμεων αυτών εξαρτάται από τη σχετική μοριακή μάζα M_r και το σχήμα των μορίων, που εδώ δεν παίζει ρόλο γιατί είναι όλα ευθύγραμμα.

Κατά συνέπεια, έχουμε: $H_2 (M_r = 2) < N_2 (M_r = 28) < O_2 (M_r = 32) < Br_2 (M_r = 160)$.

β)

i) Η 1-προπανόλη διαθέτει υδροξυλομάδα, οπότε αναπτύσσει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού.



Το 1-χλώρο-προπάνιο διαθέτει πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό $CH_3CH_2\overset{\delta^+}{C}H_2-\overset{\delta^-}{Cl}$, άρα σχηματίζει με το νερό διαμοριακές δυνάμεις διπόλου - διπόλου.

ii) Η 1-προπανόλη ως περισσότερο πολωμένο μόριο διαλύεται περισσότερο στο νερό.

Εναλλακτικά

Η 1-προπανόλη σχηματίζει ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις με τα μόρια του νερού, άρα διαλύεται περισσότερο σε αυτό.

B2.

α)

i) Πρόκειται για ενδόθερμη αντίδραση, άρα με αύξηση της θερμοκρασίας θα αυξηθεί η απόδοσή της.

ii) Η αύξηση του όγκου του δοχείου συνεπάγεται μείωση της πίεσης, άρα η χ.λ. θα μετατοπισθεί προς την πλευρά που σχηματίζονται περισσότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα προϊόντα.

Παρατήρηση:

Καθώς αυξάνεται ο όγκος του δοχείου, η ισορροπία μετατοπίζεται όλο και περισσότερο προς τα προϊόντα, με αποτέλεσμα η ποσότητα του $CaCO_3(s)$ να μειώνεται. Από μία τιμή του όγκου του δοχείου και μετά το $CaCO_3(s)$ καταναλώνεται πλήρως, οπότε η αντίδραση μετατρέπεται σε μονόδρομη.

β) Τόσο στην αρχική όσο και στην τελική ισορροπία η τιμή της K_c δεν μεταβάλλεται, δεδομένου ότι η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται. Επειδή στην ισορροπία ισχύει $K_c = [\text{CO}_2]$, αυτό σημαίνει ότι και η συγκέντρωση του CO_2 δεν θα μεταβληθεί. Με άλλα λόγια, ολόκληρη η ποσότητα CO_2 που προστέθηκε, δεδομένου ότι είναι συγκριτικά μικρή, θα αντιδράσει δίνοντας $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

B3.

α) Το τελευταίο ηλεκτρόνιο του στοιχείου Α τοποθετήθηκε στην υποστιβάδα d, άρα το στοιχείο Α ανήκει στον τομέα d.

Το στοιχείο Γ ανήκει στην τρίτη περίοδο και έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα (αφού το ιόν του Γ^{2-} έχει 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα), άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή εξωτερικής στιβάδας $3s^2 3p^4$, οπότε ανήκει στην VIA ή στην 16^η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Το στοιχείο Β είναι αλκάλιο αφού είναι το πιο ηλεκτροθετικό στοιχείο της περιόδου του, συνεπώς είναι μέταλλο.

Το στοιχείο Α είναι στοιχείο του τομέα d, άρα είναι μέταλλο αφού όλα τα στοιχεία μεταπτώσεως είναι μέταλλα.

Το στοιχείο Γ είναι αμέταλλο στοιχείο αφού έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα και βρίσκεται στην πάνω δεξιά περιοχή του περιοδικού πίνακα.

γ) Τα οξείδια των μετάλλων είναι ιοντικές ενώσεις με υψηλά σημεία τήξεως, άρα το B_2O είναι στερεό με υψηλό σημείο τήξεως.

δ) Η παρουσία επιπλέον ατόμου οξυγόνου στο μόριο του $\text{H}_2\text{ΓO}_4$ αυξάνει λόγω του -I επαγωγικού φαινομένου την ισχύ του $\text{H}_2\text{ΓO}_4$ έναντι του $\text{H}_2\text{ΓO}_3$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α) Για το διάλυμα Δ1, το οποίο είναι μοριακό, έχουμε:

$$M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180.$$

$$\Pi = C \cdot R \cdot T = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T = \frac{7,2}{0,1 \text{ L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} \Rightarrow \Pi = 9,84 \text{ atm}.$$

β) Για το διάλυμα Δ2, το οποίο είναι ιοντικό, έχουμε:

$$\Pi = i \cdot C \cdot R \cdot T \Rightarrow 6,15 \text{ atm} = i \cdot 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} \Rightarrow 6,15 = i \cdot 2,46 \Rightarrow i = 2,5.$$

Παρατήρηση:

Στα πραγματικά διαλύματα ηλεκτρολυτών οι αθροιστικές ιδιότητες είναι συνήθως μικρότερες από τις αναμενόμενες. Αυτό οφείλεται στις έλξεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα αντίθετα φορτισμένα ιόντα (διονικές έλξεις), οι οποίες περιορίζουν την ευκινησία τους με αντίστοιχη μείωση των αθροιστικών ιδιοτήτων του διαλύματος.

Γ2.

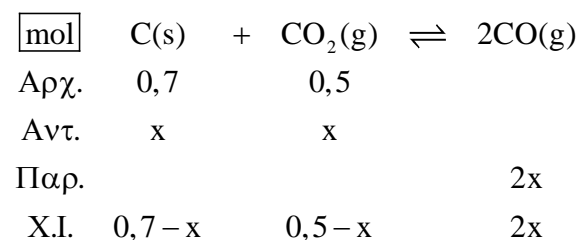
α) Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η $[A]$ μειώνεται με σταθερό ρυθμό, άρα η αντίδραση (1) είναι μηδενικής τάξης, οπότε η αντίδραση (2) είναι πρώτης τάξης.

β) Για την αντίδραση (1) αξιοποιώντας το σημείο (0,8 s, 0,8 M) ισχύει:

$$v = k \Rightarrow -\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = k \xrightarrow{(0,8 \text{ s}, 0,8 \text{ M})} \frac{-(0,8 - 1,0) \text{ M}}{0,8 \text{ s}} = k \Rightarrow k = 0,25 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1} .$$

Γ3.

α) Στην χημική ισορροπία έχουμε:



Στη χημική ισορροπία, για το σύνολο των αερίων, ισχύει:

$$P \cdot V = n_{\text{αερίων}} \cdot R \cdot T \Rightarrow 6 \text{ atm} \cdot 8,2 \text{ L} = (0,5 + x) \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} 800 \text{ K}$$

$$\Rightarrow 0,5 + x = \frac{6 \cdot 8,2}{0,082 \cdot 800} \Rightarrow 0,5 + x = 0,75 \Rightarrow x = 0,25 .$$

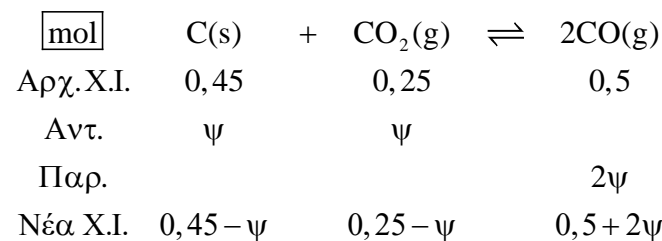
$$\text{Άρα, } \alpha = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ ή } 50\% .$$

$$\text{Επίσης, } K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{\left(\frac{0,5}{8,2}\right)^2}{\frac{0,25}{8,2}} = \frac{1}{8,2} .$$

β) Αν δεν λάμβανε χώρα καμία αντίδραση, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας η

$$\text{νέα πίεση θα ήταν: } P' \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P' = \frac{0,75 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} 1200 \text{ K}}{8,2 \text{ L}} = 9 \text{ atm} .$$

Δίνεται όμως ότι η νέα πίεση είναι 10,2 atm, δηλαδή μεγαλύτερη. Συνεπώς, έλαβε χώρα αντίδραση προς την πλευρά που παράγονται περισσότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα προϊόντα. Για τη νέα ισορροπία έχουμε:



Στη νέα χημική ισορροπία, για το σύνολο των αερίων, ισχύει:

$$P' \cdot V = n'_{\text{αερίων}} \cdot R \cdot T' \Rightarrow 10,2 \text{ atm} \cdot 8,2 \text{ L} = (0,75 + \psi) \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} 1200 \text{ K}$$

$$\Rightarrow 0,75 + \psi = \frac{10,2 \cdot 8,2}{0,082 \cdot 1200} \Rightarrow 0,75 + \psi = 0,85 \Rightarrow \psi = 0,1.$$

$$\text{Άρα, } \alpha' = \frac{0,35}{0,5} = 0,7 \text{ ή } 70\% .$$

γ) Με αύξηση της θερμοκρασίας οι αντιδράσεις μετατοπίζονται προς την ενδόθερμη πλευρά.

Η συγκεκριμένη αντίδραση με αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίστηκε προς τα προϊόντα.

Κατά συνέπεια, η αντίδραση είναι ενδόθερμη.

δ) Έστω ότι πρέπει να εισάγουμε φ mol CO_2 με $\varphi + 0,5 > 0,7$. Η απόδοση πρέπει να υπολογιστεί με βάση το συστατικό που δεν είναι σε περίσσεια, άρα με βάση τον C. Αφού η απόδοση είναι 90 % αντιδρούν $0,7 \cdot 0,9 \text{ mol} = 0,63 \text{ mol C}$.

Για την χημική ισορροπία ισχύει:



Αρχ. 0,7 0,5 + φ

A. / Π. 0,63 0,63 1,26

Τελ. 0,07 $\varphi - 0,13$ 1,26

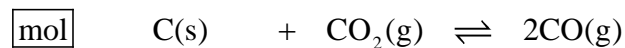
Από τη σταθερά χημικής ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow \frac{1}{8,2} = \frac{\left(\frac{1,26}{8,2}\right)^2}{\frac{\varphi - 0,13}{8,2}} \Rightarrow \frac{1}{8,2} = \frac{1,26^2}{(\varphi - 0,13) \cdot 8,2} \Rightarrow \varphi = 1,72 \text{ mol} .$$

Αφού, $0,5 + \varphi > 0,7$ η λύση είναι ΔΕΚΤΗ.

Έστω ότι πρέπει να εισάγουμε z mol CO_2 με $z + 0,5 = \omega \leq 0,7$. Η απόδοση πρέπει να υπολογιστεί με βάση το CO_2 . Αφού η απόδοση είναι 90 % αντιδρούν $0,9 \cdot \omega \text{ mol CO}_2$.

Για την χημική ισορροπία ισχύει:



Αρχ. 0,7 ω

A. / Π. 0,9 ω 0,9 ω 1,8 ω

Τελ. 0,7 - 0,9 ω 0,1 ω 1,8 ω

Από τη σταθερά χημικής ισορροπίας έχουμε:

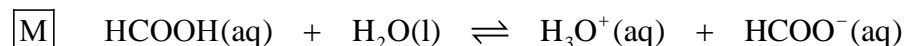
$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow \frac{1}{8,2} = \frac{\left(\frac{1,8\omega}{8,2}\right)^2}{\frac{0,1\omega}{8,2}} \Rightarrow \frac{1}{8,2} = \frac{1,8^2 \omega}{0,1 \cdot 8,2} \Rightarrow \omega = 0,031 \text{ mol} .$$

Εναλλακτικά:

Γνωρίζουμε ότι το ισχυρότερο οξύ θα αντιδράσει σε μεγαλύτερο ποσοστό με την ισχυρή βάση. Βρήκαμε ότι σε μεγαλύτερο ποσοστό αντιδρά το HCOOH , άρα το HCOOH είναι ισχυρότερο οξύ από το HB .

Δ3.

α) Για το διάλυμα Δ1 έχουμε:



Αρχ. 1

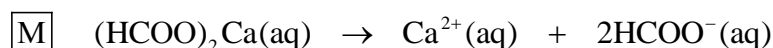
Α./Π. x_1 x_1 x_1

Τελ. $1-x$ x_1 x_1

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x_1^2}{1-x_1} \approx \frac{x_1^2}{1} \Rightarrow x_1 = 10^{-2}.$$

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

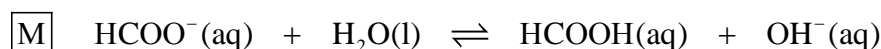
Για το διάλυμα Δ2 έχουμε αρχικά την διάσταση του άλατος:



Αρχ. 0,5

Τελ. - 0,5 1

Στη συνέχεια, την αντίδραση με το νερό του HCOO^- :



Αρχ. 1

Τελ. $1-x_2$ x_2 x_2

$$K_{b,\text{HCOO}^-} = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \Rightarrow \frac{K_w}{K_{a,\text{HCOOH}}} = \frac{x_2^2}{1-x_2} \approx \frac{x_2^2}{1} \Rightarrow$$

$$\frac{10^{-14}}{10^{-4}} = x_2^2 \Rightarrow x_2 = 10^{-5}.$$

Συνεπώς, $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-5} = 5$ και $\text{pH} = 14 - 5 = 9$.

β) Μετά την αραιώση οι νέες συγκεντρώσεις θα είναι:

$$[\text{HCOOH}]' = [\text{HCOOH}] \cdot \frac{V}{V'} \Rightarrow [\text{HCOOH}]' = 1 \text{ M} \cdot \frac{V}{10V} = 0,1 \text{ M} \text{ και}$$

$$[\text{HCl}]' = [\text{HCl}] \cdot \frac{V}{V'} \Rightarrow [\text{HCl}]' = 1 \text{ M} \cdot \frac{V}{10V} = 0,1 \text{ M}$$

Για το μυρμηκικό οξύ ισχύει:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x_3^2}{0,1-x_3} \approx \frac{x_3^2}{0,1} \Rightarrow x_3 = 10^{-2,5}.$$

Επομένως το διάλυμα μετά την αραιώση θα έχει $\text{pH} = 2,5$, οπότε η αραιώση προκαλεί αύξηση του pH κατά 0,5 μονάδες.

Για το αρχικό και το αραιωμένο διάλυμα του υδροχλωρίου, δεδομένου ότι το HCl είναι ισχυρό οξύ, ισχύει:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log[\text{HCl}] = -\log 1 = 0.$$

$$\text{pH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log[\text{HCl}]' = -\log 0,1 = 1.$$

Επομένως στο διάλυμα HCl η ίδια αραιώση προκαλεί αύξηση του pH κατά 1 μονάδα.

Η παρατηρούμενη διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι στο ασθενές οξύ η αραιώση αυξάνει το βαθμό ιοντισμού ($\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$) με αποτέλεσμα να μειώνεται η επίδραση της αραιώσης στη συγκέντρωση των $[\text{H}_3\text{O}^+]$, άρα να έχουμε μικρότερη μεταβολή pH στο διάλυμα.

γ) Έστω ότι πρέπει να αναμείξουμε V_1 L από το διάλυμα Δ1 και V_2 L από το διάλυμα Δ2. Για το διάλυμα Δ4 έχουμε:

$$V_{\Delta 4} = V_1 + V_2.$$

$$C'_{\text{HCOOH}} = \frac{C_{\text{HCOOH},\Delta 1} \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1 \text{ M} \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

$$C'_{(\text{HCOO})_2\text{Ca}} = \frac{C_{(\text{HCOO})_2\text{Ca},\Delta 2} \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,5 \text{ M} \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,5V_2}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

Επίσης, λόγω της διάστασης του άλατος $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ ισχύει:



$$\text{Αρχ.} \quad \frac{0,5V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\text{Τελ.} \quad - \quad \frac{0,5V_2}{V_1 + V_2} \quad 2 \frac{0,5V_2}{V_1 + V_2} = \frac{V_2}{V_1 + V_2}$$

Επειδή, το διάλυμα περιέχει το σύστημα $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ σε συγκρίσιμες ποσότητες είναι ρυθμιστικό. Για το ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-]} \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-4} \frac{\frac{V_1}{V_1 + V_2}}{\frac{V_2}{V_1 + V_2}} \Rightarrow V_2 = 10V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{10}.$$

δ) Για το διάλυμα Δ5 έχουμε:

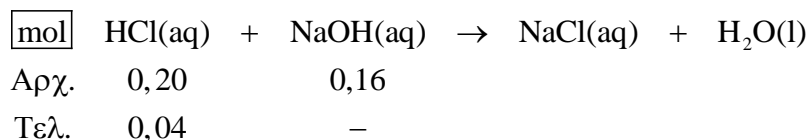
$$n_{\text{HCOOH},\Delta 5} = C_{\text{HCOOH},\Delta 1} \cdot V_{\Delta 1} = 1 \text{ M} \cdot 0,2 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}.$$

$$n_{\text{HCl},\Delta 5} = C_{\Delta 3} \cdot V_{\Delta 3} = 1 \text{ M} \cdot 0,2 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}.$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,16 \text{ mol}.$$

$$V_{\Delta 5} = 0,4 \text{ L}.$$

Η βάση θα αντιδράσει πρώτα με το ισχυρό οξύ, οπότε:



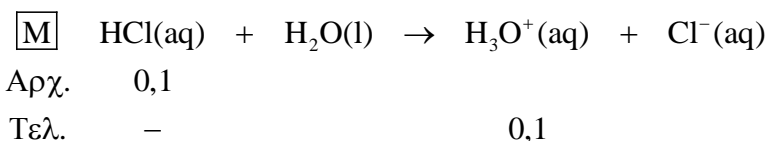
Στο τελικό διάλυμα συνυπάρχουν δύο οξέα, δηλαδή έχουμε επίδραση κοινού ιόντος.

Οι συγκεντρώσεις τους είναι:

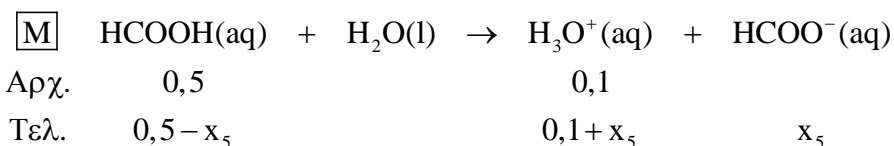
$$[\text{HCOOH}]_{\Delta 5} = \frac{n}{V} = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} = 0,5 \text{ M}.$$

$$[\text{HCl}]_{\Delta 5} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ M}.$$

Για το ισχυρό οξύ έχουμε:



Για το ασθενές οξύ ισχύει:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x_5 \cdot (0,1 + x_5)}{0,1 - x_5} \approx x_5 \Rightarrow x_5 = 10^{-4}.$$

Επειδή $x_5 = 10^{-4} \ll 10^{-1}$ καλώς έγιναν οι προσεγγίσεις.

Επομένως, $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta 5} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCl}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCOOH}} = 10^{-1} + 10^{-4} \approx 10^{-1}.$

Άρα, $\text{pH}_{\Delta 5} = 1.$

Ημερομηνία τροποποίησης: 16/04/2021

Επιμέλεια: Αποστολόπουλος Κων/νος - Σωτηράκης Γιώργος

Επιστημονικός έλεγχος: Γιαλούρης Παρασκευάς