

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

5^ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: γ, A2: β, A3: δ, A4: β, A5: γ.

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. Σωστό το ii.

β.

$$K_{c,25\text{ }^{\circ}\text{C}} = [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}].$$

$$K_{c,50\text{ }^{\circ}\text{C}} = [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}]'$$

Στη νέα θέση ισορροπίας θέλουμε τα mol της αιθανόλης στην αέρια φάση να μη μεταβληθούν, άρα $n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}} = n'_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}}$.

Αφού η μεταβολή είναι ενδόθερμη, η σταθερά ισορροπίας αυξάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας, συνεπώς

$$K_{c,50\text{ }^{\circ}\text{C}} > K_{c,25\text{ }^{\circ}\text{C}} \Rightarrow [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}]' > [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}] \Rightarrow \frac{n'_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}}}{V_2} > \frac{n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH(g)}}}{V_1}$$

$$\Rightarrow V_1 > V_2.$$

B2.

α. Όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αρχική ταχύτητα μιας αντίδρασης είναι ίδιοι και στα δύο δοχεία, εκτός από τη συγκέντρωση. Επειδή ο όγκος του δεύτερου δοχείου είναι μικρότερος και τα mol είναι ίσα, στο δεύτερο δοχείο η συγκέντρωση του ΗΙ είναι μεγαλύτερη, άρα και η ταχύτητα μεγαλύτερη.

β. i. Ετερογενής κατάλυση.

ii. Θεωρία της προσρόφησης.

iii. Οι μεταλλικοί καταλύτες είναι λειτουργικοί τόσο σε χαμηλές, όσο και σε υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. 500 °C), ενώ τα ένζυμα αδρανοποιούνται πάνω από τους 50 °C.

Εναλλακτικά:

Οι μεταλλικοί καταλύτες έχουν απλή δομή και μικρές Mr, ενώ τα ένζυμα πολύπλοκη δομή, αφού είναι μόρια πρωτεϊνικής φύσεως, και μεγάλες Mr.

(Οι μεταλλικοί καταλύτες καταλύουν μια ευρεία ομάδα αναλόγων αντιδράσεων π.χ. υδρογονώσεις, ενώ τα ένζυμα έχουν πολύ εξειδικευμένη δράση.)

B3.

α.

${}_7\text{N}:1s^2 2s^2 2p^3$. Έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους (2 στην υποστιβάδα 2s και 3 στην υποστιβάδα 2p), άρα ανήκει στην 15^η ομάδα (ή στην VA ομάδα). Επίσης, η εξωτερική του στιβάδα είναι η 2^η, άρα ανήκει στη 2^η περίοδο.

${}_{15}\text{P}:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Ανήκει στην 15^η ομάδα (ή στην VA ομάδα) και στην 3^η περίοδο.

β. Το άζωτο και ο φώσφορος ανήκουν στη ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα. Η φωσφίνη, PH_3 , λόγω μεγαλύτερης Mr θα μπορούσε να έχει μεγαλύτερο σημείο

βρασμού. Όμως στην NH_3 έχουμε σχηματισμό δεσμών υδρογόνου με αποτέλεσμα η NH_3 να εμφανίζει σαφώς ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις, και, τελικά, να έχει και μεγαλύτερο σημείο βρασμού από τη PH_3 .

γ. Ο βασικός χαρακτήρας των υδρογονούχων ενώσεων αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω στην ίδια ομάδα στον περιοδικό πίνακα. Άρα, η NH_3 σε υδατικό διάλυμα είναι ισχυρότερη βάση από την PH_3 σε υδατικό διάλυμα.

B4. Κάνουμε την ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων και βρίσκουμε τη θέση τους στον Π.Π.

$_{27}\text{Co}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$. Έχει 9 ηλεκτρόνια σθένους (7 στην υποστιβάδα 3d και 2 στην υποστιβάδα 4s), άρα ανήκει στην 9^η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επίσης, η εξωτερική του στιβάδα είναι η 4^η, άρα ανήκει στην 4^η περίοδο.

$_{35}\text{Br}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$. Ανήκει στην 17^η ομάδα και στην 4^η περίοδο.

$_{37}\text{Rb}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$. Ανήκει στην 1^η ομάδα και στην 5^η περίοδο.

Στην ίδια περίοδο η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από τ' αριστερά προς τα δεξιά, συνεπώς $E_{\text{αλκαλίου 4ης περιόδου}} < E_{i,1}(\text{Co}) < E_{i,1}(\text{Br})$ (1).

Στην ίδια ομάδα η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω, άρα $E_{i,1}(\text{Rb}) < E_{\text{αλκαλίου 4ης περιόδου}}$ (2).

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $E_{i,1}(\text{Rb}) < E_{i,1}(\text{Co}) < E_{i,1}(\text{Br})$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α. Ο νόμος της ταχύτητας προσδιορίζεται από την πιο αργή στοιχειώδη αντίδραση.

Άρα: $v = k \cdot C_{\text{NO}}^2 \cdot C_{\text{H}_2}$.

β. Αντικαθιστώντας στο νόμο, μόνο τις μονάδες έχουμε:

$$\frac{M}{s} = \frac{1}{M^x \cdot s} M^2 \cdot M \Rightarrow M^{x+1} = M^3 \Rightarrow x = 2. \text{ Άρα } k = 4 \frac{1}{M^2 \cdot s}.$$

γ. Ισχύουν οι σχέσεις :

$$v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta C_{\text{NO}}}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta C_{\text{H}_2}}{\Delta t} = \frac{\Delta C_{\text{N}_2}}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta C_{\text{H}_2\text{O}}}{\Delta t}, \text{ άρα για τα 2 πρώτα } s \text{ ισχύει:}$$

i. $\Delta C_{\text{NO}} = \Delta C_{\text{H}_2} = -2 \cdot v \cdot \Delta t = -(2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2) M = -0,02 M$, συνεπώς

$$\Delta C_{\text{NO}} = C_{\text{τελ. NO}} - C_{\text{αρχ. NO}} \Rightarrow C_{\text{τελ. NO}} = \Delta C_{\text{NO}} + C_{\text{αρχ. NO}} = \left(-0,02 + \frac{0,24}{2} \right) M = 0,1 M.$$

$$\text{ii. } \Delta C_{\text{H}_2} = C_{\text{τελ. H}_2} - C_{\text{αρχ. H}_2} \Rightarrow C_{\text{τελ. H}_2} = \Delta C_{\text{H}_2} + C_{\text{αρχ. H}_2} = \left(-0,02 + \frac{0,14}{2} \right) M = 0,05 M.$$

iii. $\Delta C_{\text{N}_2} = v \cdot \Delta t = (5 \cdot 10^{-3} \cdot 2) M = 10^{-2} M$, οπότε $C_{\text{τελ. N}_2} = \Delta C_{\text{N}_2} + 0 = 0,01 M$.

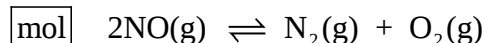
iv. $\Delta C_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot v \cdot \Delta t = (2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2) M = 0,02 M$, άρα $C_{\text{τελ. H}_2\text{O}} = \Delta C_{\text{H}_2\text{O}} + 0 = 0,02 M$.

δ. Με αντικατάσταση στο νόμο ταχύτητας έχουμε:

$$v_{t=2s} = (4 \cdot 0,1^2 \cdot 0,05) M \cdot s^{-1} = 2 \cdot 10^{-3} M \cdot s^{-1}.$$

Γ2.

α. Η στοιχειομετρία της αντίδρασης είναι η εξής:



Αρχ. n – –

A / Π 2x x x

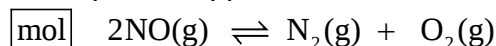
X.I. n – 2x x x

Από το νόμο της χημικής ισορροπίας

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} \Rightarrow K_c = \frac{\frac{x}{V} \cdot \frac{x}{V}}{\left(\frac{n-2x}{V}\right)^2} \xrightarrow{K_c=1} (n-2x)^2 = x^2 \xrightarrow{0 < x < 2n} n-2x = x \Rightarrow n = 3x.$$

$$\text{Άρα, } \alpha = \frac{2x}{n} = \frac{2x}{3x} = \frac{2}{3} = 0,6.$$

β. Καταλήγουμε στην ίδια ισορροπία είτε την ποσότητα του οξυγόνου την είχαμε ρίξει από την αρχή με το αρχικό NO, είτε την ρίξουμε όταν το σύστημα βρίσκεται στην πρώτη ισορροπία. Οπότε :



Αρχ n – y

A / Π 2x₁ x₁ x₁

X.I. n – 2x₁ x₁ y + x₁

$$\text{Για τη νέα απόδοση (βαθμό διάσπασης) δίνεται } \alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha \Rightarrow \frac{2x_1}{n} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \Rightarrow n = 6x_1.$$

Από τη σταθερά χημικής ισορροπίας έχουμε

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} \Rightarrow K_c = \frac{\frac{x_1}{V} \cdot \frac{y+x_1}{V}}{\left(\frac{n-2x_1}{V}\right)^2} \Rightarrow K_c = \frac{x_1 \cdot (y+x_1)}{(6x_1-2x_1)^2} \Rightarrow 1 = \frac{y+x_1}{16x_1} \Rightarrow$$

$$15x_1 = y \Rightarrow y = 15 \frac{n}{6} \Rightarrow y = 15 \cdot 0,04 = 0,6.$$

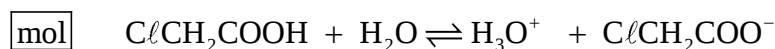
Συνεπώς πρέπει να εισαχθούν επιπλέον 0,6 mol O₂.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α. Τα άτομα χλωρίου εμφανίζουν -I επαγωγικό φαινόμενο, επομένως αυξάνουν την ικανότητα του οξέος να αποβάλλει H⁺. Συνεπώς, μεταξύ των ClCH₂COOH και CH₃COOH ισχυρότερο είναι το ClCH₂COOH.

β. Για τον ιοντισμό του ClCH₂COOH ισχύει.



Αρχ. 0,4 – –

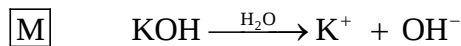
A / Π 0,02 0,02 0,02

X.I. 0,4 – 0,02 0,02 0,02

$$K_{a, \text{ClCH}_2\text{COOH}} = \frac{[\text{ClCH}_2\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{ClCH}_2\text{COOH}]} = \frac{0,02 \cdot 0,02}{0,4 - 0,02} \approx \frac{0,02 \cdot 0,02}{0,4} = 10^{-3} > 10^{-5}.$$

Το ClCH_2COOH έχει μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού από το CH_3COOH , επομένως είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH .

γ. Με βάση τη διάσταση για το Υ4 έχουμε:



Δίσ./ Παρ. C C C

$$\text{pH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 0 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^0 = 1 \Rightarrow C = 1.$$

$$C_{Y4} = 1 \text{ M και } n_{\text{KOH}, Y4} = C_{Y4} \cdot V_{Y4} = 1 \cdot 0,5 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}.$$

$$\text{Αρχικά υπήρχαν } n'_{\text{KOH}, Y3} = C_{Y3} \cdot V'_{Y3} = 0,2 \cdot 0,5 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}.$$

Συνεπώς, πρέπει να προστεθούν $(0,5 - 0,1) \text{ mol} = 0,4 \text{ mol}$, δηλαδή

$$m_{\text{KOH}} = n \cdot M_r = 0,4 \cdot 56 \text{ g} = 22,4 \text{ g}.$$

Δ2.

α. Αρχικά έχουμε $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \cdot 0,4 \text{ mol} = 0,04 \text{ mol}$ και

$$n_{\text{KOH}} = C_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} = 0,2 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}.$$

Τα συστατικά αντιδρούν μεταξύ τους και από τη στοιχειομετρία καταλήγουμε:



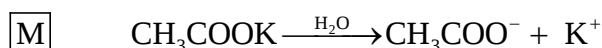
Αρχ. 0,04 0,02 -

A / Π 0,02 0,02 0,02

Τελ. 0,02 - 0,02

$$\text{Έτσι, } C'_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{CH}_3\text{COOK}} = \frac{0,02}{0,5} \text{ M} = 0,04 \text{ M}.$$

Το CH_3COOK δίσταται



Δίσ./ Παρ 0,04 0,04 0,04

Έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ για το οποίο ισχύει:

$$K_{a, \text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = 5.$$

β. Από το pH η συγκέντρωση των οξωνίων είναι 10^{-5} M , ενώ τα υδροξείδια, τα οποία όλα προέρχονται από τον αυτοϊοντισμό του νερού, θα έχουν συγκέντρωση

$$10^{-9} \text{ M}. \text{ Συνεπώς, } \alpha_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10^{-9} \text{ M}}{C_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{10^{-9}}{\frac{1000}{18}} = 1,8 \cdot 10^{-11} \text{ (σε σχέση με τον βαθμό}$$

ιοντισμού του καθαρού νερού ελαττώθηκε κατά 100 φορές λόγω Ε.Κ.Ι.)

Δ3. Υπολογίζουμε τα mol των ουσιών.

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \cdot 0,4 \text{ mol} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ClCH}_2\text{COOH}} = 0,4 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,2 \cdot 0,2 \text{ mol} = 0,04 \text{ mol}$$

Παρατηρούμε ότι η ποσότητα της βάσης δεν είναι αρκετή για την πλήρη εξουδετέρωση και των δύο ασθενών οξέων. Η βάση θα εξουδετερώσει ένα μέρος των οξέων. Οπότε:



Αρχ. 0,04 0,04 –

A / Π x x x

Μένουν 0,04 – x 0,04 – x x



Αρχ. 0,04 0,04 – x –

A / Π 0,04 – x 0,04 – x 0,04 – x

Τελ. x – 0,04 – x

Μετά τις διαστάσεις των δύο αλάτων καταλήγουμε σε δύο ρυθμιστικά διαλύματα $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ και $\text{ClCH}_2\text{COOH} / \text{ClCH}_2\text{COO}^-$, για τα οποία ισχύει:

$$K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{Y6} [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{Y6}} = \frac{\frac{x}{V_{\text{διαλ.}}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{\frac{0,04 - x}{V_{\text{διαλ.}}}} = \frac{x \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{0,04 - x} \quad (1).$$

$$K_{a,\text{ClCH}_2\text{COOH}} = \frac{[\text{ClCH}_2\text{COO}^-]_{Y6} [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{[\text{ClCH}_2\text{COOH}]_{Y6}} = \frac{\frac{0,04 - x}{V_{\text{διαλ.}}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{\frac{x}{V_{\text{διαλ.}}}} = \frac{(0,04 - x) \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}}{x} \quad (2).$$

$$\text{Από (1) επί (2): } K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot K_{a,\text{ClCH}_2\text{COOH}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6}^2 \Rightarrow 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{Y6} \Rightarrow \text{pH}_{Y6} = 4.$$

$$\text{Β. Με αντικατάσταση στην (1) έχουμε: } 10^{-5} = \frac{x \cdot 10^{-4}}{0,04 - x} \Rightarrow 0,04 - x = 10x \Rightarrow x = \frac{0,04}{11}.$$

$$\% \text{ εξουδετέρωση } \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{x}{0,04} \cdot 100\% = \frac{\frac{0,04}{11}}{0,04} \cdot 100\% = \frac{100}{11} \%.$$

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς