

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

4ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: γ, A2: γ, A3: δ, A4: δ, A5: α.

ΘΕΜΑ Β

B1.

α.

$$\bar{v}_{0 \rightarrow 5 \text{ min}} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[C\ell_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{(4-8)}{5 \text{ min}} \frac{M}{15 \text{ min}} = \frac{4}{15} \frac{M}{\text{min}}.$$

β. Αρχικά έχουμε μηδενική ποσότητα $IC\ell_3(g)$. Η μέση ταχύτητα για τα πρώτα 5 λεπτά με βάση τη μεταβολή στη συγκέντρωση του $IC\ell_3(g)$ θα δίνεται από τον τύπο:

$$\bar{v}_{0 \rightarrow 5 \text{ min}} = \frac{1}{2} \frac{[IC\ell_3]_{t=5 \text{ min}} - [IC\ell_3]_{t=0 \text{ min}}}{\Delta t} \Rightarrow 2 \cdot \bar{v}_{0 \rightarrow 5 \text{ min}} = \frac{[IC\ell_3]_{t=5 \text{ min}} - 0}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$[IC\ell_3]_{t=5 \text{ min}} = 2 \cdot \bar{v}_{0 \rightarrow 5 \text{ min}} \cdot \Delta t = (2 \cdot \frac{4}{15} \cdot 5) M = \frac{8}{3} M.$$

Εναλλακτικά

Από το διάγραμμα έχουμε $[C\ell_2]_{t=5 \text{ min}} = 4 M$. Επομένως

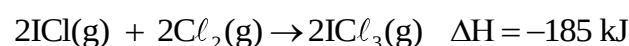
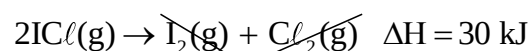
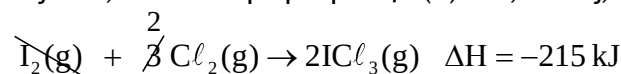
$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[IC\ell_3]_{0 \rightarrow 5 \text{ min}}}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[C\ell_2]_{0 \rightarrow 5 \text{ min}}}{\Delta t} \Rightarrow [IC\ell_3]_{5 \text{ min}} - [IC\ell_3]_{0 \text{ min}} = -\frac{2}{3}(-4M) \Rightarrow [IC\ell_3]_{5 \text{ min}} - 0 = \frac{8}{3} M.$$

γ. Η προσθήκη καταλύτη θα επιταχύνει την αντίδραση. Επομένως η ποσότητα του $C\ell_2(g)$ θα καταναλωθεί γρηγορότερα και η τιμή της συγκέντρωσης του τη στιγμή $t=5 \text{ min}$ θα είναι μικρότερη του 4 M.

δ. Γράφουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις των δύο αντιδράσεων που δίνονται:



Παρατηρούμε ότι για να προκύψει η ζητούμενη αντίδραση πρέπει να διατηρήσουμε την (1) ως έχει, να αντιστρέψουμε την (2) και, τέλος, να τις προσθέσουμε.



Στην συνέχεια διαιρώντας με το 2, προκύπτει η ζητούμενη αντίδραση



B2.

α. Το λίθιο, ${}_3\text{Li}$, επειδή έχει τρία ηλεκτρόνια μπορεί να υποστεί μέχρι τρεις ιοντισμούς. Επομένως το στοιχείο Γ, που δεν έχει τέταρτο ιοντισμό, είναι το λίθιο.

β. Τα στοιχεία της $13^{\text{ης}}$ ομάδας, των τριών πρώτων περιόδων, έχουν ηλεκτρονιακή διαμόρφωση της εξωτερικής στιβάδας $[\text{ευγενές αέριο}]ns^2np^1$. Δηλαδή, όταν απομακρυνθούν από ένα τέτοιο στοιχείο τρία ηλεκτρόνια, τότε δημιουργείται δομή ευγενούς αερίου και το τέταρτο ηλεκτρόνιο απομακρύνεται πολύ δύσκολα. Άρα, αυτά τα στοιχεία περιμένουμε να έχουν πολύ μεγάλη διαφορά στην ενέργεια μεταξύ $3^{\text{ου}}$ και $4^{\text{ου}}$ ιοντισμού. Τέτοια διαφορά παρατηρούμε για το στοιχείο Β, και επομένως αυτό ανήκει στην $13^{\text{η}}$ ομάδα.

γ. Η ηλεκτροθετικότητα εμφανίζει αντίθετη τάση από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού, αφού όσο πιο μικρή είναι η ενέργεια πρώτου ιοντισμού, τόσο πιο εύκολα ένα στοιχείο χάνει ένα ηλεκτρόνιο και μετατρέπεται σε κατίον. Από τον πίνακα διαπιστώνουμε ότι την μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού έχει το στοιχείο Δ, επομένως αυτό είναι το πιο ηλεκτροθετικό.

δ. (i) Το ${}_3\text{Li}$ με ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^1$ ανήκει στην ομάδα των αλκαλίων. Συνεπώς με το υδρογόνο, που ανήκει μεν στην $1^{\text{η}}$ ομάδα αλλά είναι αμέταλλο, θα δημιουργεί ιοντική ένωση. Οι ηλεκτρικές ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων Li^+ και H^- είναι πολύ ισχυρές και έτσι εξηγείται το πολύ υψηλό σημείο βρασμού.

(ii) Ανάμεσα στα μόρια του HF αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υδραλογόνα. Επομένως, παρ' όλο που το HF έχει μικρότερη M_r , θα έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού έναντι των υπολοίπων υδραλογόνων.

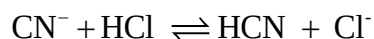
(iii) Το HBr έχει μεγαλύτερη M_r από το HCl (81 έναντι 36,5). Αυτό σημαίνει ότι ανάμεσα στα μόρια του αναπτύσσονται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς και σε αυτές οφείλεται και το μεγαλύτερο σημείο ζέσεως που εμφανίζει.

B3.

α. Συγκρίνουμε τους δύο συντακτικούς τύπους $\text{H}-\text{NH}_2$ και CH_3-NH_2 . Από τη σειρά αύξησης του +I βλέπουμε ότι η μεθυλομάδα εμφανίζει ισχυρότερο +I επαγωγικό φαινόμενο από το υδρογόνο. Επειδή, όσο ισχυρότερο +I έχει ένας υποκαταστάτης, τόσο περισσότερο αυξάνεται η βασικότητα των ενώσεων, ισχυρότερη βάση είναι η μεθυλαμίνη CH_3NH_2 .

β. Το HCl είναι ένα ισχυρό οξύ, ενώ το HCN είναι ένα ασθενές οξύ. Στις αντιδράσεις οξέος-βάσης η αντίδραση μετατοπίζεται προς το ασθενέστερο οξύ. Επομένως η αντίδραση αυτή είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

γ. Το άλας KCN μέσα στο υδατικό διάλυμα θα έχει διασταθεί προς K^+ και CN^- . Όπως είδαμε στο ερώτημα β, με την επίδραση του HCl , θα ευνοηθεί ο σχηματισμός του δηλητηριώδους αερίου HCN , σύμφωνα με την ισορροπία:



Εναλλακτικά:

Το KCN ως άλας του ασθενούς οξέος HCN θα αντιδράσει με το ισχυρό οξύ HCl σύμφωνα με την αντίδραση $\text{KCN} + \text{HCl} \rightarrow \text{HCN} + \text{KCl}$, οπότε θα παραχθεί το δηλητηριώδες αέριο HCN .

B4.

α. Παρατηρούμε ότι η μεταβολή της ενθαλπίας για την αντίδραση είναι θετική, άρα η αντίδραση είναι ενδόθερμη. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει και αύξηση της σταθεράς χημικής ισορροπίας K_c . Σύμφωνα με την αρχή LeChatelier η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που απορροφάται θερμότητα, δηλαδή ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση. Επομένως θα αυξηθεί η ποσότητα του HI και κατά συνέπεια η συγκέντρωση του, αφού ο όγκος είναι σταθερός.

Β. Έστω ότι εισάγουμε α mol από κάθε ουσία στο δοχείο. Για να μην παρατηρηθεί μεταβολή των συγκεντρώσεων πρέπει το σύστημα να βρεθεί άμεσα σε ισορροπία, άρα για την αρχική

του κατάσταση θα πρέπει να ισχύει $Q_c = K_c$, δηλαδή: $Q_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\frac{\alpha^2}{V^2}}{\frac{\alpha \cdot \alpha}{V^2}} = 1 = K_c$.

Επομένως, για να μην υπάρξει μεταβολή στις συγκεντρώσεις των τριών ουσιών πρέπει $K_c = Q_c = 1$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Υπολογίζουμε την Mr του αμύλου από τον εμπειρικό τύπο $Mr = (6 \cdot 12 + 5 \cdot 16 + 10)n = 162n$.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{0,81}{0,1} \text{ M} = \frac{0,05}{v} \text{ M}.$$

$$\Pi = C \cdot R \cdot T \Rightarrow 0,0082 \text{ atm} = \frac{0,05 \text{ mol}}{v} \cdot \frac{0,082 \text{ L} \cdot \text{Atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K} \Rightarrow v = \frac{0,05 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,0082} = 150.$$

Γ2.

α. Ο νόμος της ταχύτητας καθορίζεται από το αργό στάδιο. Έτσι έχουμε:

$$v = k \cdot [\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \cdot [\text{OH}^-]$$

β.

i. Για να βρούμε την k, εφόσον ξέρουμε την αρχική ταχύτητα, χρειαζόμαστε τις αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων. Έτσι:

$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3]_{\text{αρχ.}} = \frac{n}{V} = \frac{1,2}{2} \text{ M} = 0,6 \text{ M}.$$

$$[\text{NaOH}]_{\text{αρχ.}} = \frac{40}{2} \text{ M} = 0,5 \text{ M}.$$

Το NaOH είναι ισχυρή βάση, άρα $[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]_{\text{αρχ.}} = 0,5 \text{ M}$.

Από το νόμο της ταχύτητας έχουμε

$$v_0 = k \cdot [\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3]_{\text{αρχ.}} \cdot [\text{OH}^-]_{\text{αρχ.}} \Rightarrow 0,006 \frac{\text{M}}{\text{min}} = k \cdot 0,6 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ M} \Rightarrow k = 0,02 \text{ M}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

ii. Αφού μετά από 4 λεπτά έχουν παραχθεί 0,4 mol αιθανόλης, από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης βρίσκουμε πόσα mol έχουν αντιδράσει από κάθε αντιδρών. Αρχικά το διάλυμα περιείχε 1,2 mol $[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3]$ και 1 mol OH^-

[mol]	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	+	OH^-	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Αρχ.	1,2		1		—		—
Α/Π	0,4		0,4		0,4		0,4
Τελ.	0,8		0,6		0,6		0,4

Άρα, μετά από 4 λεπτά, το διάλυμα περιέχει 0,8 mol $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ και 0,6 mol NaOH.

Αντίστοιχα οι συγκεντρώσεις είναι:

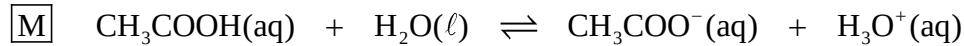
$$[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] = \frac{0,8}{2} \text{ M} = 0,4 \text{ M} \quad \text{και} \quad [\text{NaOH}] = \frac{0,6}{2} \text{ M} = 0,3 \text{ M}$$

Εφαρμόζοντας τον νόμο της ταχύτητας μπορούμε να υπολογίσουμε τη στιγμιαία ταχύτητα στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή:

$$v_{(t=4\text{min})} = k \cdot [\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \cdot [\text{OH}^-] = 0,02 \frac{1}{\text{M} \cdot \text{min}} \cdot 0,4\text{M} \cdot 0,3\text{M} = 0,0024\text{M} / \text{min} .$$

Γ3.

α. Αρχικά υπολογίζουμε το pH του Δ1, που περιέχει μόνο CH_3COOH .



Αρχ.	1	—	—
Αντ.	x	—	—
Παρ.	—	x	x
X.I.	1-x	x	x

Μέσω της K_a υπολογίζουμε τον άγνωστο x.

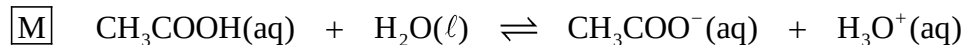
$$K_a = \frac{x \cdot x}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} \Rightarrow 10^{-5} = x^2 \Rightarrow x = 10^{-2,5} . \text{ Επομένως : } \text{pH} = -\log(x) = -\log(10^{-2,5}) = 2,5 .$$

Αφού αραιώνουμε το διάλυμα, το pH αυξάνεται κατά μισή μονάδα και γίνεται 3.

Έστω ότι προσθέτουμε VL νερού. Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του οξικού οξέος στο νέο, αραιωμένο, διάλυμα από το νόμο της αραιώσης:

$$C_{\Delta 1} \cdot V_{\Delta 1} = C_{\Delta 2} \cdot V_{\Delta 2} \Rightarrow 1\text{M} \cdot 0,02\text{L} = C_{\Delta 2} \cdot (0,02 + V)\text{L} \Rightarrow C_{\Delta 2} = \frac{0,02}{0,02 + V} \text{M} .$$

Το διάλυμα εξακολουθεί να περιέχει μόνο οξικό οξύ. Γράφουμε τον ιοντισμό και τον πίνακα μεταβολών για το οξικό οξύ στο Δ2.



Αρχ.	$\frac{0,02}{0,02 + V}$	—	—
Αντ.	x_1	—	—
Παρ.	—	x_1	x_1
Τελ.	$\frac{0,02}{0,02 + V} - x_1$	x_1	x_1

Επειδή $\text{pH} = 3$ θα ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}$ άρα και $x_1 = 10^{-3}$.

Από τη σταθερά ιοντισμού, που η τιμή της δεν μεταβλήθηκε, έχουμε:

$$K_a = \frac{x_1^2}{\frac{0,02}{0,02 + V} - x_1} \Rightarrow 10^{-5} \approx \frac{10^{-6}}{\frac{0,02}{0,02 + V}} \Rightarrow \frac{0,02}{0,02 + V} = 0,1 \Rightarrow V = 0,18 \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,18 \text{ L} .$$

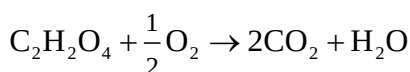
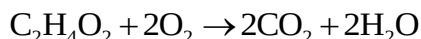
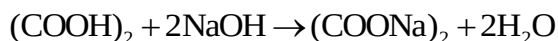
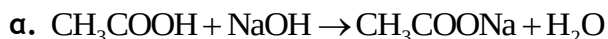
Επομένως πρέπει να προσθέσουμε 180 ml νερού για να αυξηθεί το pH κατά μισή μονάδα.

β. Το διάλυμα Δ2 έχει συγκέντρωση: $C_{\Delta 2} = \frac{C_{\Delta 1} \cdot V_{\Delta 1}}{V_{\Delta 2}} = \frac{1 \cdot 0,02}{0,2} \text{M} = 0,1 \text{M} .$

Εφαρμόζουμε τον προσεγγιστικό τύπο του νόμου του Ostwald στα δύο διαλύματα:

$$K_a = (\alpha_{\Delta 1})^2 C_{\Delta 1} = (\alpha_{\Delta 2})^2 C_{\Delta 2} \Rightarrow \left(\frac{\alpha_{\Delta 1}}{\alpha_{\Delta 2}} \right)^2 = \frac{C_{\Delta 2}}{C_{\Delta 1}} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{\alpha_{\Delta 1}}{\alpha_{\Delta 2}} = \sqrt{\frac{1}{10}} = \frac{\sqrt{10}}{10} .$$

Γ4.



β. Έστω ότι στο αρχικό μείγμα έχουμε $2\alpha \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $2\beta \text{ mol (COOH)}_2$, οπότε κάθε μέρος θα περιέχει $\alpha \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $\beta \text{ mol (COOH)}_2$.

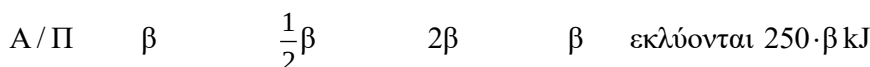
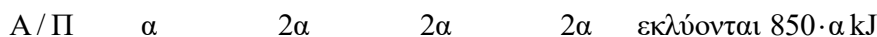
Γράφουμε τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης:



Επομένως για την πλήρη αντίδραση του πρώτου μέρους του μείγματος χρειαζόμαστε $(\alpha + 2\beta) \text{ mol NaOH}$. Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι:

$\alpha + 2\beta = 0,5 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \alpha + 2\beta = 0,03 \quad (1)$

Γράφουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις



Από την εκφώνηση ξέρουμε ότι:

$850\alpha + 250\beta = 11 \Rightarrow 85\alpha + 25\beta = 1,1 \quad (2)$

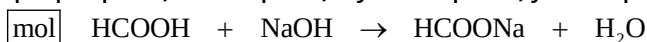
Η λύση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2) δίνει $\alpha = 0,01$ και $\beta = 0,01$.

Επομένως το αρχικό μείγμα περιείχε $0,02 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $0,02 \text{ mol (COOH)}_2$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α.

Γράφουμε την αντίδραση εξουδετέρωσης που πραγματοποιείται κατά την ογκομέτρηση:



Επειδή γνωρίζουμε την ποσότητα προτύπου διαλύματος που απαιτήθηκε, μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του α: $\alpha \text{ mol} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow \alpha = 0,004$.

Αν στα 20 mL διαλύματος Υ1 υπήρχαν $0,004 \text{ mol HCOOH}$, τότε σε ολόκληρο το διάλυμα Υ1 (200 mL) θα υπήρχαν $0,04 \text{ mol HCOOH}$.

β. Η αρχική ποσότητα μυρμηκικού οξέος ήταν $0,12 \text{ mol}$, συνεπώς, αντέδρασαν $(0,12 - 0,04) \text{ mol} = 0,08 \text{ mol HCOOH}$.

Δ2.

α. Στο μέσο της ογκομέτρησης ο συνολικός όγκος είναι 30 mL , αφού στην αρχική ποσότητα των 20 mL έχουν προστεθεί 10 mL .

Άρα έχουν προστεθεί $0,2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaOH} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaOH}$.

Γράφουμε την αντίδραση εξουδετέρωσης και τη στοιχειομετρία της:

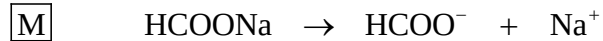


Αρχ.	0,004	0,002	—
Α / Π	0,002	0,002	0,002
Τελ.	0,002	—	0,002

Άρα, προέκυψε ρυθμιστικό διάλυμα με συγκεντρώσεις $\frac{0,002}{0,03} \text{ M} = \frac{2}{30} \text{ M}$ για το HCOOH

και $\frac{0,002}{0,03} \text{ M} = \frac{2}{30} \text{ M}$ για το HCOONa .

Το HCOONa δίσταται σύμφωνα με την αντίδραση:



Δίστ. / Παρ.	$\frac{2}{30}$	$\frac{2}{30}$	$\frac{2}{30}$
--------------	----------------	----------------	----------------

Υπολογίζουμε το pH με την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

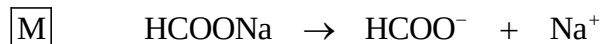
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\text{βάσεως}}}{C_{\text{συζ.οξέος}}} = -\log(K_{a,\text{HCOOH}}) + \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow$$

$$\text{pH} = -\log(10^{-4}) + \log \frac{\frac{2}{30}}{\frac{2}{30}} \Rightarrow \text{pH} = 4.$$

Β. Στο ισοδύναμο σημείο υπάρχει μόνο μυρμηκικό νάτριο και ο όγκος του διαλύματος είναι 40 mL, αφού στην αρχική ποσότητα των 20 mL έχουν προστεθεί 20 mL προτύπου διαλύματος. Δηλαδή 0,004 mol NaOH . Έχουμε γράψει την στοιχειομετρία της αντίδρασης στο Δ1 και έτσι γνωρίζουμε ότι:

$$[\text{HCOONa}] = \frac{0,004 \text{ mol}}{40 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Το HCOONa δίσταται σύμφωνα με την αντίδραση:



Δίστ. / Παρ.	0,1	0,1	0,1
--------------	-----	-----	-----

Γράφουμε την αντίδραση ιοντισμού του μυρμηκικού ανιόντος:



Αρχ.	0,1	—	—
Αντ.	x	—	—
Παρ.	—	x	x
Τελ.	0,1-x	x	x

Υπολογίζουμε την σταθερά ιοντισμού $K_{b,\text{HCOO}^-} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$, οπότε

$$K_{b,\text{HCOO}^-} = \frac{x \cdot x}{C - x} \approx \frac{x^2}{C} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5,5}.$$

Άρα $\text{pOH} = -\log(10^{-5,5}) = 5,5$ και $\text{pH} = 8,5$.

Δ3.

α. Στο μείγμα Α έχουμε 0,12 mol HCOOH . Η αρχική ποσότητα της CH_3OH είναι ισομοριακή με την ποσότητα του HCOOH και επομένως είναι και αυτή 0,12 mol.

Γνωρίζοντας ότι αντέδρασαν $0,08 \text{ mol HCOOH}$, όπως βρήκαμε στο ερώτημα Δ1β, κατασκευάζουμε τον πίνακα μεταβολών για την αντίδραση εστεροποίησης:

$\boxed{\text{mol}}$	HCOOH	$+$	CH_3OH	$\rightleftharpoons$	HCOOCH_3	$+$	H_2O
Αρχ.	$12 \cdot 10^{-2}$		$12 \cdot 10^{-2}$		—		—
Α./Π.	$8 \cdot 10^{-2}$		$8 \cdot 10^{-2}$		$8 \cdot 10^{-2}$		$8 \cdot 10^{-2}$
Τελ.	$4 \cdot 10^{-2}$		$4 \cdot 10^{-2}$		$8 \cdot 10^{-2}$		$8 \cdot 10^{-2}$

Υπολογίζουμε τη σταθερά ισορροπίας:

$$K_c = \frac{\left(\frac{n_{\text{HCOOCH}_3}}{V}\right)\left(\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{V}\right)}{\left(\frac{n_{\text{HCOOH}}}{V}\right)\left(\frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{V}\right)} = \frac{n_{\text{HCOOCH}_3} \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{HCOOH}} \cdot n_{\text{CH}_3\text{OH}}} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = 4.$$

β.

$$\alpha = \frac{8 \cdot 10^{-2}}{12 \cdot 10^{-2}} = \frac{2}{3}.$$

Δ4.

Έστω ότι προσθέτουμε «k» mol μεθανόλης στο αρχικό μείγμα ισορροπίας. Επειδή προσθέτουμε ποσότητα αντιδρώντος, θα έχουμε άλλη θέση Χ.Ι. (μετατόπιση προς τα δεξιά). Κατασκευάζουμε το νέο πίνακα μεταβολών:

$\boxed{\text{mol}}$	HCOOH	$+$	CH_3OH	$\rightleftharpoons$	HCOOCH_3	$+$	H_2O
Αρχ.	$12 \cdot 10^{-2}$		$12 \cdot 10^{-2} + k$		—		—
Α / Π	x		x		x		x
Τελ.	$12 \cdot 10^{-2} - x$		$12 \cdot 10^{-2} + k - x$		x		x

Επειδή μας δίνει την απόδοση ίση με 80% για τα προϊόντα ισχύει η σχέση:

$$\alpha = \frac{x}{12 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow 0,8 = \frac{x}{12 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow x = 9,6 \cdot 10^{-2}$$

Έτσι ο πίνακας μεταβολών γίνεται:

$\boxed{\text{mol}}$	HCOOH	$+$	CH_3OH	$\rightleftharpoons$	HCOOCH_3	$+$	H_2O
Αρχ.	$12 \cdot 10^{-2}$		$12 \cdot 10^{-2} + k$		—		—
Α / Π	$9,6 \cdot 10^{-2}$		$9,6 \cdot 10^{-2}$		$9,6 \cdot 10^{-2}$		$9,6 \cdot 10^{-2}$
Τελ.	$2,4 \cdot 10^{-2}$		$2,4 \cdot 10^{-2} + k$		$9,6 \cdot 10^{-2}$		$9,6 \cdot 10^{-2}$

Η σταθερά ισορροπίας παραμένει 4, οπότε:

$$K_c = \frac{\left(\frac{n'_{\text{HCOOCH}_3}}{V'}\right)\left(\frac{n'_{\text{H}_2\text{O}}}{V'}\right)}{\left(\frac{n'_{\text{HCOOH}}}{V'}\right)\left(\frac{n'_{\text{CH}_3\text{OH}}}{V'}\right)} = \frac{n'_{\text{HCOOCH}_3} \cdot n'_{\text{H}_2\text{O}}}{n'_{\text{HCOOH}} \cdot n'_{\text{CH}_3\text{OH}}} \Rightarrow 4 = \frac{9,6 \cdot 10^{-2} \cdot 9,6 \cdot 10^{-2}}{2,4 \cdot 10^{-2} \cdot (2,4 \cdot 10^{-2} + k)} \Rightarrow$$

$$4 \cdot (2,4 \cdot 10^{-2} + k) = \frac{9,6 \cdot 9,6 \cdot 10^{-2}}{2,4} \Rightarrow 2,4 \cdot 10^{-2} + k = 9,6 \cdot 10^{-2} \Rightarrow k = 7,2 \cdot 10^{-2}.$$

Επομένως, πρέπει να προσθέσουμε $0,072 \text{ mol}$ μεθανόλης για να έχουμε απόδοση 80%.

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς