

ΣΥΝΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΧΗΜΕΙΑΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1,76 g εστέρα (Α) κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη, υδρολύεται με περίσσεια νερού και απόδοση 50%. Το μείγμα των οργανικών ενώσεων Β και Γ που προκύπτει στη ισορροπία διαχωρίζεται κατάλληλα. Η οργανική ένωση Β διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL στο οποίο προστίθεται σταγόνες ενός δείκτη ΗΔ. Οι συγκεντρώσεις των συζυγών μορφών του δείκτη έχουν σχέση 200:1 και το χρώμα του διαλύματος είναι κίτρινο. Η οργανική ένωση Γ μπορεί να αποχρωματίσει έως 120 mL διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,1M.

α) Να βρεθεί η σύσταση του μείγματος ισορροπίας,

β) Οι συντακτικοί τύποι των Α, Β, Γ.

Δίνονται $K_c(\text{εστεροποίησης})=4$, Για την ένωση Β $K_a(B)=2 \cdot 10^{-5}$, για τον δείκτη $K_a(H\Delta)=5 \cdot 10^{-6}$, η όξινη μορφή έχει χρώμα κίτρινο και η βασική μορφή χρώμα κόκκινο. Μπορούν να γίνουν όλες οι απαραίτητες προσεγγίσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Έστω $RCOOR'$ ο εστέρας με n_1 mol και το νερό H_2O με n_2 mol.

mol/L	$RCOOR'$	+	H_2O	\rightleftharpoons	$RCOOH$	+	$R'OH$
Αρχικά	n_1		n_2		-		-
Αντ/Παραγ	x		x		x		x
Ιοντ.Ισορ.	n_1-x		n_2-x		x		x

Το H_2O σε περίσσεια, άρα η απόδοση θα βρεθεί με τον εστέρα.

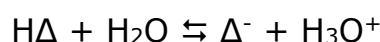
$$a = \frac{x}{n_1} \Rightarrow 0,5 = \frac{x}{n_1} \Rightarrow n_1 = \frac{x}{0,5} = 2x$$

Το μείγμα των οργανικών ενώσεων Β και Γ που προκύπτει αποτελείται από οξύ και αλκοόλη. Με δεδομένο ότι για την ένωση Β έχουμε $K_a(B)=2 \cdot 10^{-5}$ συμπεραίνουμε ότι η ένωση Β είναι το οξύ και η Γ η αλκοόλη.

$$\text{Για το οξύ B: } [B] = \frac{n}{V} = \frac{x}{0,2} = C \text{ M}$$

Στο διάλυμα υπάρχει δείκτης με χρώμα κίτρινο, άρα επικρατεί η όξινη μορφή του και προκύπτει ότι $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{200}{1}$.

Για το δείκτη γνωρίζουμε ότι ισχύει:



$$K_a = \frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} [H_3O^+] \Rightarrow 5 \cdot 10^{-6} = \frac{1}{200} [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ M}$$

mol/L	RCOOH	+	H ₂ O	⇌	RCOO ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	C				-		-
Αντ/Παραγ	ψ				ψ		ψ
Ιοντ.Ισορ.	C-ψ				ψ		ψ=10 ⁻³ M

$$[H_3O^+] = 10^{-3} \Rightarrow K_a = \psi^2/C \Rightarrow C = 0,05 \text{ M} \Rightarrow x = 0,01 \text{ mol}$$

Από την σταθερά της υδρόλυσης του εστέρα που είναι $K_c' = \frac{1}{K_c} = 1/4$ προκύπτει:

$$K_c' = \frac{[RCOOH][ROH]}{[RCOOR][H_2O]} = \frac{x^2}{x(n_2-x)} = \frac{1}{4} \Rightarrow n_2 = 5x \text{ και στη ισορροπία}$$

$$n_2 - x = 4x = 0,04 \text{ mol}$$

Άρα η σύσταση του μείγματος είναι:

$$\mathbf{RCOOR' = 0,01 \text{ mol}, \quad H_2O = 0,04 \text{ mol},}$$

$$\mathbf{RCOOH = 0,01 \text{ mol}, \quad R'OH = 0,01 \text{ mol}}$$

β) Για τον εστέρα $n_1 = 0,02 \text{ mol}$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow M_r = 1,76/0,02 \Rightarrow M_r = 88$$

Αν ο εστέρας έχει γενικό τύπο $C_nH_{2n}O_2$ προκύπτει $12n + 2n + 32 = 88 \Rightarrow 14n = 56 \Rightarrow \mathbf{n = 4}$ δηλαδή $C_4H_8O_2$

Για την αλκοόλη Γ : Γνωρίζουμε ότι είναι $x = 0,01 \text{ mol}$ και μπορεί να αποχρωματίσει έως 120 mL διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης $0,1 \text{ M}$. Για το $KMnO_4$ $n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,12 = 0,012 \text{ mol}$

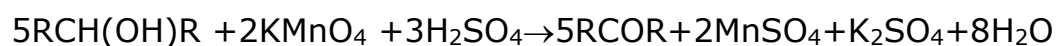
Έστω πρωτοταγής αλκοόλη:



5 mol 4 mol

0,01 $x_1 = ; \Rightarrow x_1 = 0,008$ mol απορρίπτεται

Έστω δευτεροταγής αλκοόλη:



5 mol 2 mol

0,01 $x_2 = ; \Rightarrow x_2 = 0,004$ mol απορρίπτεται

Έστω η μεθανόλη:



5 mol 6 mol

0,01 $x_3 = ; \Rightarrow x_3 = 0,012$ mol **ΔΕΚΤΗ**

Άρα η αλκοόλη είναι η μεθανόλη **CH₃OH** το οξύ **CH₃CH₂COOH** και ο εστέρας **CH₃CH₂COOCH₃**

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΣΤΑΣ