

Σάββατο, 5 Ιουνίου 2004

ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΜΑ 1

Για τις ερωτήσεις 1.1 - 1.4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

- 1.1. Τι είδους τροχιακό περιγράφεται από τους κβαντικούς αριθμούς $n=3$ και $l=2$;
- α. 3d
 - β. 3f
 - γ. 3p
 - δ. 3s

Μονάδες 5

Απάντηση: α

- 1.2. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του φθορίου (${}_9\text{F}$);
- α. $1s^2 2s^2 2p^6$
 - β. $1s^2 2s^2 2p^5$
 - γ. $1s^2 2s^1 2p^6$
 - δ. $1s^1 2s^1 2p^7$

Μονάδες 5

Απάντηση: γ

- 1.3. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις αντιδρά με αλκοολικό διάλυμα NaOH;
- α. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
 - β. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 - γ. $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
 - δ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

Μονάδες 5

Απάντηση: δ

- 1.4. Σε αραιό υδατικό διάλυμα NH_3 όγκου V_1 με βαθμό ιοντισμού α_1 ($\alpha_1 < 0,1$) προσθέτουμε νερό σε σταθερή θερμοκρασία, μέχρι ο τελικός όγκος του διαλύματος να γίνει $4V_1$. Ο βαθμός ιοντισμού α_2 της NH_3 στο αραιωμένο διάλυμα είναι:

- α. $\alpha_2=2\alpha_1$
 β. $\alpha_2=4\alpha_1$
 γ. $\alpha_2=\alpha_1$
 δ. $\alpha_2=\frac{1}{2}\alpha_1$

Μονάδες 5

Απάντηση: α

- 1.5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη "Σωστό", αν η πρόταση είναι σωστή, ή "Λάθος", αν η πρόταση είναι λανθασμένη.
- α. Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_l καθορίζει το μέγεθος του ηλεκτρονιακού νέφους.
 β. Στο $\text{HC}\equiv\text{CH}$ τα δυο άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με ένα σ και δυο π δεσμούς.
 γ. Με την προσθήκη στερεού NH_4Cl σε υδατικό διάλυμα NH_3 , με σταθερή θερμοκρασία και χωρίς μεταβολή όγκου, η τιμή του pH του διαλύματος αυξάνεται.
 δ. Από τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα (RCOOH) μόνο το μεθανικό οξύ (HCOOH) παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες.
 ε. Στοιχείο που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^22s^22p^3$, ανήκει στην ομάδα 13 (IIIA) του Περιοδικού Πίνακα.

Μονάδες 5

Απάντηση

- α. - Λάθος
 β. - Σωστό
 γ. - Λάθος
 δ. - Σωστό
 ε. - Λάθος

ΘΕΜΑ 2

- 2.1. Δίνονται τα χημικά στοιχεία $_{11}\text{Na}$ και $_{17}\text{Cl}$.
- α. Ποιες είναι οι ηλεκτρονιακές δομές των παραπάνω στοιχείων στη θεμελιώδη κατάσταση;

Μονάδες 2

Απάντηση

- $_{11}\text{Na}$: $1s^22s^22p^63s^1$ (3^η περίοδος, 1^η ομάδα)
 $_{17}\text{Cl}$: $1s^22s^22p^63s^23p^5$ (3^η περίοδος, 17^η ομάδα)

- β. Ποιο από τα δυο αυτά στοιχεία έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα; (μονάδες 1)
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

Μονάδες 4

Απάντηση

Μικρότερη ατομική ακτίνα έχει το ^{17}Cl . Τα δυο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα (3^η περίοδος). Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου. Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται.

- 2.2. Διαθέτουμε τις οργανικές ενώσεις προπανικό οξύ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$), προπανάλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$) και 1-βουτίνιο ($\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$) καθώς και τα αντιδραστήρια:

αμμωνιακό διάλυμα χλωριούχου χαλκού I (CuCl/NH_3),
όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3),
φελίγγειο υγρό ($\text{CuSO}_4/\text{NaOH}$).

Να γράψετε στο τετράδιό σας:

- α. για καθεμιά από τις παραπάνω οργανικές ενώσεις το αντιδραστήριο με το οποίο αντιδρά.

Μονάδες 3

Απάντηση

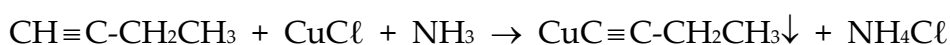
Το προπανικό οξύ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) αντιδρά με το όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3).

Η προπανάλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$) αντιδρά με το φελίγγειο υγρό ($\text{CuSO}_4/\text{NaOH}$).

Το 1-βουτίνιο ($\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$) αντιδρά με το αμμωνιακό διάλυμα χλωριούχου χαλκού I (CuCl/NH_3).

- β. σωστά συμπληρωμένες (σώματα και συντελεστές) τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που θα πραγματοποιηθούν, όταν η καθεμιά οργανική ένωση αντιδράσει με το αντιδραστήριο που επιλέξατε.

Μονάδες 6

Απάντηση

2.3. Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα Δ_1 , Δ_2 και Δ_3 τα οποία περιέχουν HCl , CH_3COONa και NH_4Cl αντίστοιχα. Τα διαλύματα αυτά βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C και έχουν την ίδια συγκέντρωση C .

α. Να κατατάξετε τα παραπάνω διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενης τιμής pH .

Μονάδες 3

Απάντηση

$$\text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_3} < \text{pH}_{\Delta_2}$$

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Απάντηση

(M)	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
τελικά	C C C

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta_1} = C \quad (1)$$

Άρα το διάλυμα Δ_1 έχει $\text{pH}_{\Delta_1} < 7$.

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
	C C C

(M)	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
ισορροπία	C-x x x

Άρα το διάλυμα Δ_2 , στους 25°C , έχει $\text{pH}_{\Delta_2} > 7$ (2)

(M)	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
	C C C

(M)	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	C-ψ ψ ψ

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta_3} = \psi < C \quad (3)$$

Άρα το διάλυμα Δ_3 έχει $\text{pH}_{\Delta_3} < 7$.

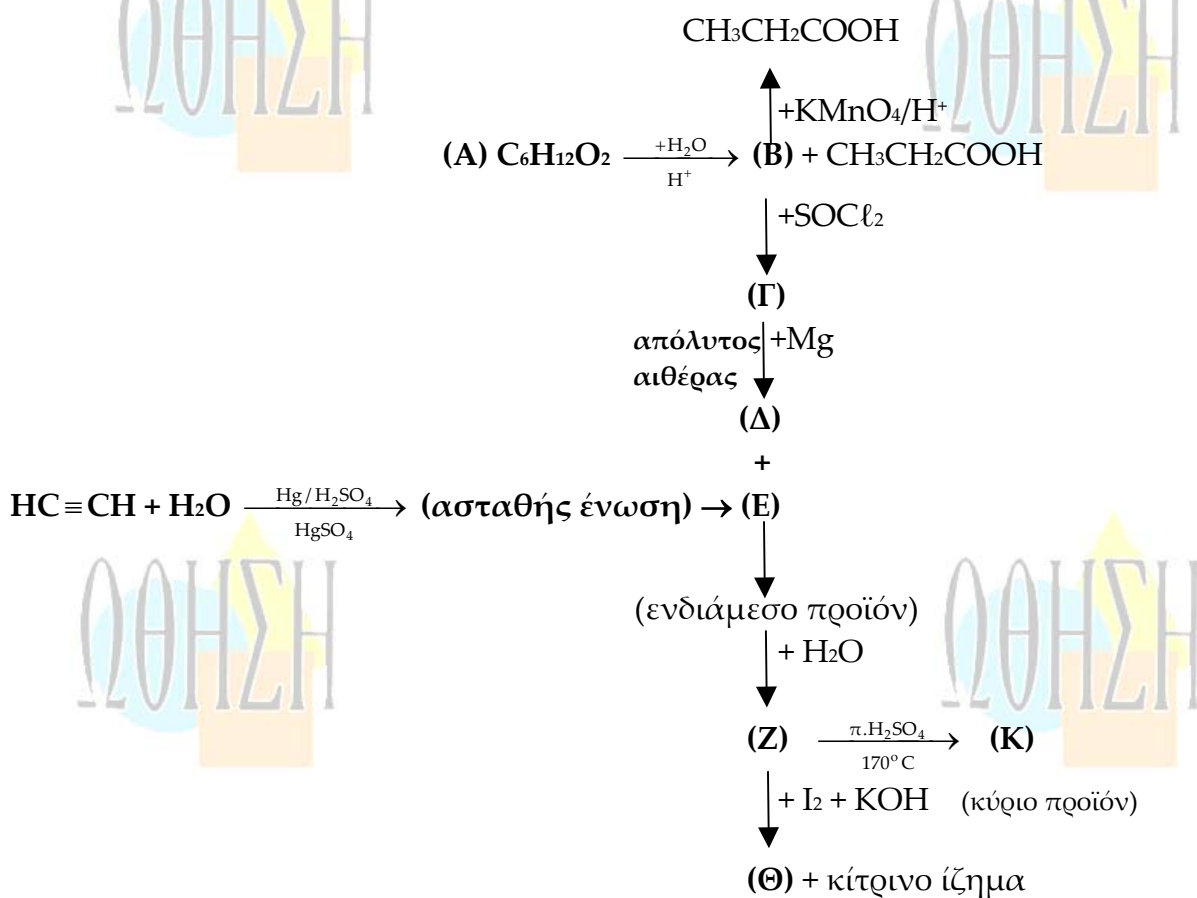
Από τις σχέσεις (1) και (3) έχουμε:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta_1} > [\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta_3} \Rightarrow \text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_3} \quad (4)$$

Από τις σχέσεις (2) και (4) έχουμε: $\text{pH}_{\Delta_1} < \text{pH}_{\Delta_3} < \text{pH}_{\Delta_2}$

ΘΕΜΑ 3

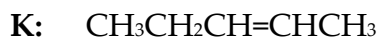
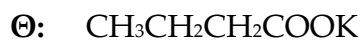
Δίνεται διάγραμμα των παρακάτω χημικών μετατροπών:



- α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A**, **B**, **Γ**, **Δ**, **E**, **Z**, **Θ** και **K**.

Μονάδες 16

Απάντηση



- β. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης πλήρους οξειδωσης της οργανικής ένωσης Β σε $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ με διάλυμα KMnO_4 οξεισιμένου με H_2SO_4 ($\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4$) (μονάδες 5).

Πόσα mL διαλύματος KMnO_4 0,1M οξεισιμένου με H_2SO_4 απαιτούνται για την παραγωγή 0,02mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ από την ένωση Β; (μονάδες 4)

Η παραπάνω αντίδραση θεωρείται μονόδρομη και ποσοτική.

Μονάδες 9

Απάντηση



4mol KMnO_4 απαιτούνται για την παρασκευή 5mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
 $x=$; απαιτούνται για την παρασκευή 0,02mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

$$x=0,016\text{mol KMnO}_4$$

$$n = C \cdot V \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,016}{0,1} \Rightarrow V = 0,16\text{L} \Rightarrow \boxed{V = 160\text{mL}}$$

ΘΕΜΑ 4

Σε δύο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα υδατικά διαλύματα Δ₁: CH_3COOH 0,1M και Δ₂: CH_3COONa 0,01M.

Να υπολογίσετε:

- α. το pH καθενός από τα παραπάνω διαλύματα.

Μονάδες 6

- β. το pH του διαλύματος Δ₃ που προκύπτει από την ανάμιξη ίσων όγκων από τα διαλύματα Δ₁ και Δ₂.

Μονάδες 8

- γ. την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιξουμε το διάλυμα Δ₁ με διάλυμα NaOH 0,2M, έτσι ώστε να προκύψει διάλυμα Δ₄ το οποίο να έχει pH ίσο με 4.

Μονάδες 11

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους 25°C και $K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} = 10^{-5}$,
 $K_w = 10^{-14}$.

Να γίνουν όλες οι προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος.

Λύση

α. Διάλυμα Δ₁

(M)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	0,1	-	-
ιοντίζονται	x	-	-
παράγονται	-	x	x
ισορροπία	0,1-x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \left. \begin{array}{l} \\ \frac{K_a}{C} < 10^{-2} \end{array} \right\} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \boxed{\text{pH}_{\Delta_1} = 3}$$

Διάλυμα Δ₂

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
	0,01	0,01	0,01

(M)	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$		
αρχικά	0,01	-	-
ιοντίζονται	ψ	-	-
παράγονται	-	ψ	ψ
ισορροπία	0,01-ψ	ψ	ψ

$$K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{K_w}{K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_{b(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 10^{-9}$$

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow K_b = \frac{\psi^2}{0,01-\psi} \left. \begin{array}{l} \\ \frac{K_b}{C} < 10^{-2} \end{array} \right\} \Rightarrow K_b = \frac{\psi^2}{0,01} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{\psi^2}{0,01} \Rightarrow \psi = 10^{-5,5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 5,5 \Rightarrow \boxed{\text{pH}_{\Delta_2} = 8,5}$$

β. Κατά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων δεν παρατηρείται αντίδραση μεταξύ των διαλυμένων ουσιών.

Έστω ότι αναμιγνύονται V L διαλύματος Δ₁ και V L διαλύματος Δ₂, οπότε V_{τελ.} = 2V L. Οι νέες συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα (Δ₃) υπολογίζονται ως εξής:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{τελ.}}} = \frac{0,1V}{2V} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,05\text{M}$$

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COONa}}}{V_{\text{τελ.}}} = \frac{0,01V}{2V} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 0,005\text{M}$$

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
	0,005 0,005 0,005

(M)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
αρχικά	0,05 - -
ιοντίζονται	ω - -
παράγονται	- ω ω
ισορροπία	$0,05-\omega$ ω ω

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{\omega(\omega + 0,005)}{0,05 - \omega}$$

Επειδή $\frac{K_a}{C} < 10^{-2}$ και λόγω Ε.Κ.Ι. έχουμε:

$$0,05 - \omega \cong 0,05$$

$$0,005 + \omega \cong 0,005$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{\omega \cdot 0,005}{0,05} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\omega \cdot 0,005}{0,05} \Rightarrow \omega = 10^{-4} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{M} \Rightarrow \boxed{\text{pH}_{\Delta_3} = 4}$$

2^{ος} τρόπος

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό αφού περιέχει το ασθενές οξύ CH_3COOH και τη συζυγή του βάση CH_3COO^- με παραπλήσιες συγκεντρώσεις. Εφαρμόζοντας την εξίσωση Henderson-Hasselbalch έχουμε:

$$\text{pH}_{\Delta_3} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 5 + \frac{0,005}{0,05} \Rightarrow \text{pH}_{\Delta_3} = 4$$

γ) Κατά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων παρατηρείται αντίδραση μεταξύ των διαλυμένων ουσιών (CH_3COOH και NaOH).

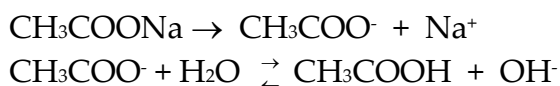
Έστω V_1 L διαλύματος CH_3COOH (Δ_1) και V_2 L διαλύματος NaOH . Υπολογίζουμε τα mol των διαλυμένων ουσιών:

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1V_1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,2V_2 \text{ mol}$$

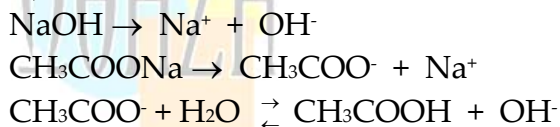
Επειδή δε γνωρίζουμε ποιο από τα δύο σώματα καταναλώνεται πλήρως θα κάνουμε διερεύνηση:

(i) Έστω ότι αντιδρούν πλήρως ($0,1V_1 = 0,2V_2$). Στο τελικό διάλυμα η μοναδική διαλυμένη ουσία θα είναι το CH_3COONa .



Το διάλυμα θα έχει, στους 25°C, pH>7. Απορρίπτεται.

(ii) Έστω ότι καταναλώνεται πλήρως το CH₃COOH (0,1V₁<0,2V₂). Στο τελικό διάλυμα θα υπάρχουν CH₃COONa και NaOH.



Το διάλυμα θα έχει, στους 25°C, pH>7. Απορρίπτεται.

(iii) Άρα το NaOH καταναλώνεται πλήρως (δηλαδή, 1V₁>0,2V₂).

(M)	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COONa + H ₂ O			
αρχικά	0,1V ₁	0,2V ₂	-	-
αντιδρούν	0,2V ₂	0,2V ₂	-	-
παράγονται	-	-	0,2V ₂	0,2V ₂
τελικά	0,1V ₁ -0,2V ₂	-	0,2V ₂	0,2V ₂

$$V_{\text{τελ.}} = (V_1 + V_2) L$$

$$C'_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{V_1 + V_2} M = C_1$$

$$C'_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,2V_2}{V_1 + V_2} M = C_2$$

(M)	CH ₃ COONa → CH ₃ COO ⁻ + Na ⁺		
	C ₂	C ₂	C ₂

(M)	CH ₃ COOH + H ₂ O ⇌ CH ₃ COO ⁻ + H ₃ O ⁺		
αρχικά	C ₁	-	-
ιοντίζονται	k	-	-
παράγονται	-	k	k
ισορροπία	C ₁ -k	k+C ₂	k

$$\text{pH}_{\Delta_4} = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta_4} = 10^{-4} \Rightarrow k = 10^{-4}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{(k + C_2)k}{C_1 - k}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Έστω ότι } k + C_2 \cong C_2 \\ C_1 - k \cong C_1 \end{array} \right\} \Rightarrow K_a = \frac{C_2 k}{C_1} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_2 10^{-4}}{C_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_1 = 10C_2 \Rightarrow \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{V_1 + V_2} = 10 \frac{0,2V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{22}{1}}$$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα φετινά θέματα είναι σαφώς διατυπωμένα και καλύπτουν όλο το φάσμα της ύλης. Απαιτούν καλή γνώση της θεωρίας, ενώ οι ασκήσεις δεν εμφανίζουν ιδιαίτερα προβλήματα στην αντιμετώπισή τους.