

## Πανελλήνιες Εξετάσεις Ημερήσιων Γενικών Λυκείων

Εξεταζόμενο Μάθημα: Χημεία Θετικών Σπουδών,

Ημερομηνία: 12 Ιουνίου 2023

Ενδεικτικές Απαντήσεις Θεμάτων

### ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή απάντηση το γ.

A2. Σωστή απάντηση το δ.

A3. Σωστή απάντηση το β.

A4. Σωστή απάντηση το δ.

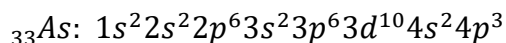
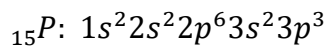
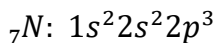
A5.

1. Σωστό
2. Λάθος
3. Σωστό
4. Λάθος
5. Λάθος

### ΘΕΜΑ Β

B1.

α. Οι ηλεκτρονιακές κατανομές είναι:



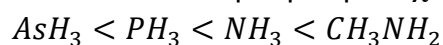
$\begin{matrix} N \\ P \\ As \end{matrix} \downarrow$  αύξηση ατομικής ακτίνας

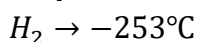
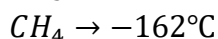
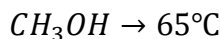
Το As έχει 4 στοιβάδες, ο P έχει 3 και το N δύο στοιβάδες. Άρα,  $R_N < R_P < R_{As}$  γεγονός που αιτιολογείται και από τη θέση στον Περιοδικό Πίνακα αφού τα 3 στοιχεία ανήκουν στην ομάδα 15 (VA).

β. Τα στοιχεία N, P, As όπως δείξαμε παραπάνω ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. και κατά φθίνουσα ατομική ακτίνα έχουμε:  $R_{As} > R_P > R_N$ . Σε μια ομάδα ο βασικός χαρακτήρας των υδρογονούχων ενώσεων αυξάνεται από κάτω προς τα επάνω (Σχολικό Βιβλίο Τεύχος Β σελίδα 144). Άρα κατά σειρά αύξουσας ισχύος βασικού χαρακτήρα:

$AsH_3 < PH_3 < NH_3$  καθώς με αυτή τη σειρά μειώνεται η ατομική ακτίνα του στοιχείου X που ενώνεται με 2OH. Επομένως διευκολύνεται η πρόσληψη  $H^+$ . Όμως  $CH_3NH_2$  είναι ισχυρότερη βάση της αμμωνίας λόγω ισχυρότερου +I φαινομένου του  $CH_3^-$  έναντι του  $H^-$ .

Γενικά οι υποκαταστάτες +I φαινομένου απωθούν το αρνητικό φορτίο οπότε προσδίδουν στη βάση μεγαλύτερη ικανότητα να έλκει  $H^+$ . Άρα η σειρά ισχύων βάσεων είναι:



**B2.****α.**

Όσο ισχυρότερες οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο υψηλότερο το σημείο ζέσεως μιας ουσίας. Μεταξύ των μορίων όλων των ουσιών αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς (*London*), όμως μεταξύ των μορίων της  $CH_3OH$  αναπτύσσεται δεσμός υδρογόνου. Επομένως, στη  $CH_3OH$  αντιστοιχεί το υψηλότερο σημείο ζέσεως,  $65^\circ C$ .

Η ισχύς των δυνάμεων διασποράς εξαρτάται από την τιμή  $Mr$ . Όσο υψηλότερη είναι η τιμή  $Mr$ , τόσο ισχυρότερες οι διαμοριακές δυνάμεις, άρα και υψηλότερο το σημείο ζέσεως της ουσίας. Επομένως, το  $CH_4$  ( $Mr = 16$ ) εμφανίζει υψηλότερο σημείο ζέσεως ( $-162^\circ C$ ) από το  $H_2$  ( $-253^\circ C$ ).

**β.** Αύξηση του όγκου του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της πίεσης. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier το σύστημα τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή που επιφέραμε, επομένως η Χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση στην οποία παράγονται τα περισσότερα *mol* αερίων, δηλαδή αριστερά. Συνεπώς, η ποσότητα του  $H_2$  θα αυξηθεί.

**B3.**

$$\text{Για } \Delta pH = 1 \Rightarrow \frac{[H_3O^+]_{\text{αραιωμένου}}}{[H_3O^+]_{\text{αρχικά}}} = \frac{1}{10}$$

**α.** Η αραίωση του διαλύματος σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο έχει ως αποτέλεσμα η συγκέντρωση των δύο οξέων στα τελικά διαλύματα να είναι υποδεκαπλάσια. Στην περίπτωση του ισχυρού οξέος αυτό έχει ως συνέπεια να γίνεται υποδεκαπλάσια και η  $[H_3O^+]$  σε σχέση με την αρχική, επομένως η τιμή  $pH$  να αυξάνεται κατά μία μονάδα. Άρα, το ισχυρό οξύ περιέχεται στο διάλυμα Δ2.

**β.** Σωστή απάντηση: **ι**

Τα αρχικά διαλύματα έχουν την ίδια τιμή  $pH$ , επομένως θα πρέπει η συγκέντρωση του ασθενούς οξέος να είναι μεγαλύτερη του ισχυρού ( $C_{HB} > C_{HA}$ ).

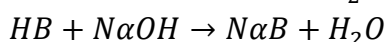
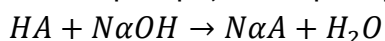
Στα ογκομετρούμενα διαλύματα περιέχονται:

$$\Delta 2: n_{HA} = C_{HA} \cdot V$$

$$\text{και } \Delta 1: n_{HB} = C_{HB} \cdot V, \text{ όπου } V \text{ ο όγκος του κάθε διαλύματος.}$$

$$\text{Άρα θα ισχύει } n_{HB} > n_{HA} \quad (1)$$

Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι:



Συνεπώς στο Ι.Σ. θα ισχύει και στις δύο ογκομετρήσεις  $n_{\text{οξ}} = n_{\text{β}}$

$$\text{Άρα, για το } \Delta 2 \quad n_{HA} = C \cdot V_2 \text{ και}$$

$$\text{για το } \Delta 1 \quad n_{HB} = C \cdot V_1$$

άρα από (1)  $V_1 > V_2$

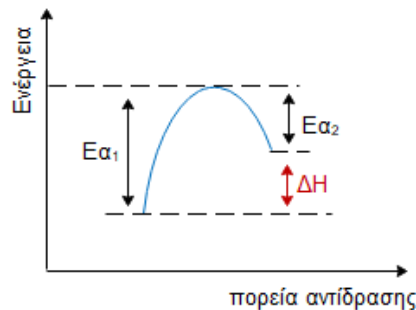
**B4.**

**α.**

- i. Σωστή
- ii. Λάθος
- iii. Λάθος

**β.**

- i. Σύμφωνα με τον νόμο *Lavoisier – Laplace*, το ποσό της θερμότητας που απορροφάται κατά τη σύνθεση 1mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία είναι ίσο με το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά τη διάσπαση 1mol της ίδιας χημικής ένωσης στα συστατικά της στοιχεία.
- ii. Σύμφωνα με το παρακάτω ενεργειακό διάγραμμα  $E_{\alpha 1} = \Delta H + E_{\alpha 2}$



- iii. Με δεδομένο πως η αντίδραση είναι απλή και προς τις δύο κατευθύνσεις ισχύει  $k_c = \frac{k_1}{k_2}$

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.**

**α.** Για τη  $\Delta H^0$  της αντίδρασης (1) ισχύει:

$$\begin{aligned}\Delta H^0 &= 2 \cdot \Delta H_f^0 (\text{NH}_3 (g)) + \Delta H_f^0 (\text{CO}_2 (g)) - \Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{NCONH}_2 (aq)) - \Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{O} (l)) \Rightarrow \\ \Delta H^0 &= 2 \cdot (-46) + (-394) - (-320) - (-286) \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \\ \Delta H^0 &= +120 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

Για την ουρία έχουμε  $M_r = 60$  οπότε  $n = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol}$ .

Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της (1) έχουμε:

$$\begin{aligned}1 \text{ mol ουρίας απορροφά } 120 \text{ kJ} \\ 0,1 \text{ mol ουρίας απορροφά } \omega\end{aligned}$$

Τελικά, απορροφώνται στα 12 kJ και παράγονται 0,2 mol  $\text{NH}_3$ .

**β.** Η αρχική συγκέντρωση της  $\text{NH}_3$  είναι:  $[\text{NH}_3]_{\text{αρχ}} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \text{ M}$ .

Σε 10 s έχει διασπαστεί το 20% δηλαδή έχουν διασπαστεί 0,08 M, άρα  $\Delta[\text{NH}_3] = -0,08 \text{ M}$

Οπότε, η μέση ταχύτητα της αντίδρασης είναι:

$$\bar{v} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{-0,08}{10} \right) = 0,004 M \cdot s^{-1}$$

Όμως για τη μέση ταχύτητα κατανάλωσης της αμμωνίας στο ίδιο χρονικό διάστημα ισχύει:

$$\bar{v} = \frac{1}{2} \bar{v}_{NH_3} \Rightarrow \bar{v}_{NH_3} = 2\bar{v} = 0,008 M \cdot s^{-1}$$

**Γ2.** Έχουμε:

<i>mol</i>	$FeO_{(s)}$	+	$CO_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$Fe_{(s)}$	+	$CO_{2(g)}$
<i>X.I.</i>	0,25		0,25		1,25		1,25

$$Kc = \frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{\frac{1,25}{V}}{\frac{0,25}{V}} = \frac{1,25}{0,25} \Rightarrow Kc = 5$$

Έστω  $\kappa$  mol  $CO_2$ , η *X.I.* σύμφωνα με την Αρχή Le Chatelier μετατοπίζεται δεξιά.

<i>mol</i>	$FeO_{(s)}$	+	$CO_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$Fe_{(s)}$	+	$CO_{2(g)}$
<i>Αρχ.</i>	0,25		0,25		1,25		$1,25 - \kappa$
<i>Αντ./ Παρ.</i>	$-x$		$-x$		$+x$		$+x$
<i>X.I.<sub>2</sub></i>	$0,25 - x$		$0,25 - x$		$1,25 + x$		$1,25 - \kappa + x$

$$n_{CO'} = \frac{1}{5} n_{CO} \Rightarrow 0,25 - x = \frac{1}{5} \cdot 0,25 \Rightarrow x = \frac{4}{5} \cdot 0,25 \Rightarrow x = 0,2 mol$$

Αφού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, η  $Kc$  παραμένει σταθερή.

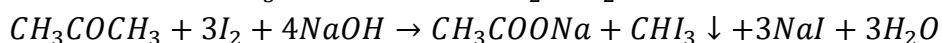
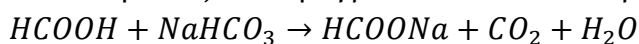
$$Kc = 5 \Rightarrow \frac{1,45 - \kappa}{\frac{0,05}{V}} = 5 \Rightarrow 1,45 - \kappa = 0,25 \Rightarrow \kappa = 1,2 mol$$

**Γ3.**

Αρχικά πραγματοποιούμε δειγματοληψία 2 δειγμάτων από κάθε δοχείο. Επιδρούμε με διάλυμα  $\Delta_A$  ( $NaHCO_3$ ), σε 1 δείγμα από τα δύο που λάβαμε από κάθε δοχείο. Έπεται επίδραση διαλύματος  $\Delta_B$  ( $NaOH/I_2$ ) σε κάθε δείγμα που απέμεινε από κάθε δοχείο. Έτσι για κάθε μείγμα που υπάρχει στο δοχείο έχουμε:

- Το δείγμα 1 θα αντιδρά με προσθήκη διαλύματος  $NaHCO_3$  καθώς περιέχει καρβοξυλικό οξύ (παραγωγή αερίου  $CO_2$ ). Όμως δεν αντιδρά με διάλυμα  $NaOH/I_2$  καθώς καμία ένωση δεν 'δίνει' την αλογονοφορμική αντίδραση.
- Το μείγμα 2 θα αντιδρά με προσθήκη διαλύματος  $NaHCO_3$  καθώς περιέχει καρβοξυλικό οξύ (παραγωγή αερίου  $CO_2$ ) αλλά αντιδρά και με διάλυμα  $NaOH/I_2$  (παραγωγή κίτρινου ιζήματος  $CHI_3$ ).
- Τέλος το μείγμα 3 θα αντιδράσει με προσθήκη διαλύματος  $NaOH/I_2$  (παραγωγή κίτρινου ιζήματος  $CHI_3$ ) αλλά όχι με το διάλυμα  $NaHCO_3$  (καθώς δεν περιέχει καρβοξυλικό οξύ)

Οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στο μίγμα 2 θα είναι:



### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Γνωρίζουμε ότι στο διάλυμα  $Y_1$  του οξέως B η ποσότητα του  $NaOH$  που περισσεύει απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή της 50ml διαλύματος  $HCl$  συγκέντρωσης 0,2M.



$$mol: \quad 0,01 \quad 0,01$$

$$\text{Συνεπώς } n_{HCl} = 0,05 L \cdot 0,2 M = 0,01 mol.$$

Δηλαδή τα mol του  $NaOH$  που περίσσεψαν από την αρχική εξουδετέρωση είναι:

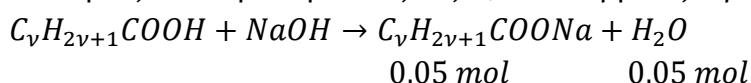
$$0,01 mol = n_2.$$

Άρα,  $n_{NaOH/Y_1} = n_1 + n_2$ , όπου  $n_1$  τα mol που αντιδρούν στην αρχική εξουδετέρωση του οξέως B.

$$\text{Όμως γνωρίζουμε: } n_{NaOH/Y_1} = 0,12 \cdot 0,5 = 0,06 mol.$$

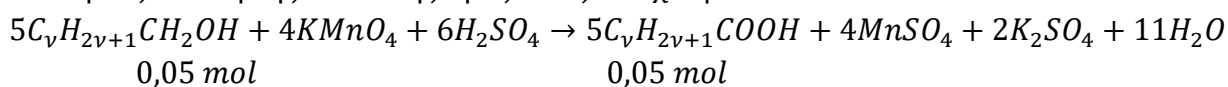
$$\text{Τελικά: } n_1 = n_{NaOH/Y_1} - n_2 = 0,06 - 0,01 = 0,05 mol.$$

Για την εξουδετέρωση του οξέως B, που συμβολίζουμε  $C_\nu H_{2\nu+1}COOH$  έχουμε:



Επομένως τα mol του οξέως B είναι επίσης 0,05 mol.

Για την οξείδωση της αλκοόλης προς το οξύ B έχουμε:



οπότε τα 0,05 mol οξέως έχουν προκύψει από 0,05 mol αλκοόλης.

Δηλαδή έχουμε:

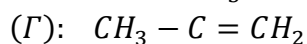
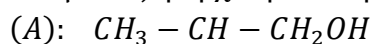
$$n_{C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH} = 0,05 \Leftrightarrow Mr_{(C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH)} = \frac{m}{n_{(C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH)}} \Leftrightarrow 14\nu + 32 = \frac{3,7}{0,05}$$

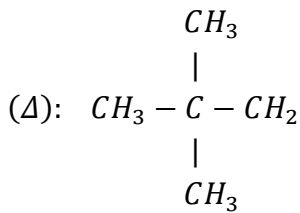
$$\Leftrightarrow 14\nu + 32 = 74 \Leftrightarrow \nu = 3$$

Άρα η αλκοόλη που δόθηκε είναι η  $C_3H_7CH_2OH$ .

Επειδή η ένωση (Δ) δεν οξειδώνεται με υδατικό διάλυμα  $KMnO_4$  παρουσία πυκνού  $H_2SO_4$  χωρίς διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας, συμπεραίνουμε ότι η αλκοόλη είναι **τριτοταγής**.

Επομένως η αρχική ένωση (A) είναι μέθυλο-1-προπανόλη. Οπότε:





**Δ2.**

Τα ολικά mol της προπανόλης είναι:  $n_3 = \frac{m}{Mr} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mol}$ . Έστω  $x \text{ mol}$  της αλκοόλης μετατρέπονται σε αλδεΐδη και  $(0,05 - x) \text{ mol}$  μετατρέπονται σε οξύ.

Τα ολικά mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  είναι  $0,07 \cdot \frac{1}{3} \text{ mol}$ .

Για τη οξείδωση της προπανόλης σε αλδεΐδη έχουμε:

mol	$3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$	
Αρχ.	$x$	$\frac{0,07}{3}$
Αντ.	$x$	$\frac{x}{3}$
Παρ.		$x$
Τελ.		$\frac{0,07-x}{3}$

Τα υπόλοιπα  $(0,05 - x) \text{ mol}$  αντιδρούν προς οξύ:

mol	$3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 11\text{H}_2\text{O}$	
Αρχ.	$0,05 - x$	$\frac{0,07-x}{3}$
Τελ.	0	0

$$\text{Άρα } 3 \frac{0,07-x}{3} = 2(0,05 - x) \Leftrightarrow x = 0,03$$

Δηλαδή:

- Από  $0,05 \text{ mol}$  μετατρέπονται σε οξύ:  $0,05 - x = 0,02 \text{ mol}$
- Από  $100 \text{ mol}$  μετατρέπονται σε οξύ:  $\omega$

Τελικά  $\omega = 40 \text{ mol}$

Το ποσοστό μετατροπής είναι 40%.

**Εναλλακτικά:**

Τα ολικά mol της προπανόλης είναι:  $n_3 = \frac{m}{Mr} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mol}$ .

Τα ολικά mol  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  είναι  $0,07 \cdot \frac{1}{3} \text{ mol}$ .

Για τη οξείδωση της προπανόλης έχουμε:

mol	$3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$	
Αρχ.	0,05	$\frac{0,07}{3}$
Αντ.	0,05	$x$
Παρ.		0,05
Τελ.		$\frac{0,07}{3} - x$
		0,05

Οπότε:  $3x = 0,05 \Rightarrow x = \frac{0,05}{3} \text{ mol}$ .

Επομένως, τα  $\text{mol}$  που περισσεύουν για να οξειδωθεί η αλδεΐδη προς οξύ είναι:

$$\frac{0,07}{3} - \frac{0,05}{3} = \frac{0,02}{3}$$

Η αντίδραση συνεχίζεται με την οξείδωση της αλδεΐδης προς το αντίστοιχο καρβοξυλικό οξύ:

$\text{mol}$	$3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{O} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}(\text{SO}_4)_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$		
Αρχ.	0,05	$\frac{0,02}{3}$	
Αντ.	$y$	$\frac{0,02}{3}$	
Παρ.			$y$
Τελ.	$0, -5 - y$		$y$

Άρα  $y = 0,02 \text{ mol}$ . Το ποσοστό μετατροπής προπανόλης σε οξύ είναι:

$$\pi\% = \frac{0,02}{0,05} = \frac{2}{5} = 40\%$$

**Δ3.** Έχουμε:  $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,2 \text{ mol}$  και  $n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0,05 \cdot V \text{ mol}$

Επειδή προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα, πρέπει να περισσεύει το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (ασθενές οξύ)

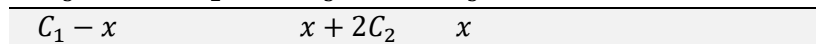
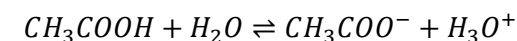
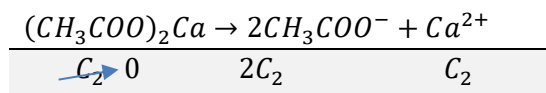
$\text{mol}$	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$		
Αρχ.	0,2	$0,05 V$	–
Α/Π	$-0,1 V$	$-0,05 V$	$0,05 V$
Τελ.	$0,2 - 0,1 V$	–	$0,05 V$

Τελικά:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_1 = \frac{0,2 - 0,1 V}{V + 2}$$

$$C_{(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}} = C_2 = \frac{0,05 V}{V + 2}$$

Σε ισορροπία έχουμε:



Επομένως έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$  με  $C_{\text{οξ}} = C_1$  και  $C_{\beta} = 2C_2$

Αφού επιτρέπονται οι προσεγγίσεις:  $x \ll C_{\text{οξ}}$  και  $x \ll C_{\beta}$ .

Με χρήση της εξίσωσης Henderson-Hasselbalch:

$$pH = pK\alpha + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Leftrightarrow \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = 0 \Rightarrow$$

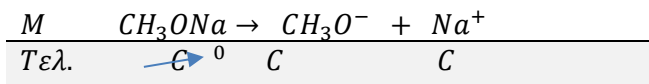
$$C_\beta = C_{\alpha\xi} \Rightarrow \frac{0,2 - 0,1V}{V + 2} = 2 \frac{0,05V}{V + 2} \Rightarrow$$

$$V = 1L$$

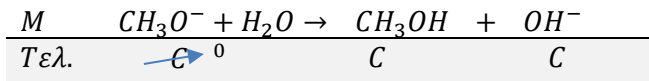
**Δ4.** Για τη συγκέντρωση του  $CH_3ONa$  έχουμε:

$$C_{CH_3ONa} = C = \frac{0,01}{0,1} = 0,1M$$

Είναι:



Το  $Na^+$  δεν αντιδρά με το  $H_2O$  και το  $CH_3O^-$  είναι ισχυρή βάση:

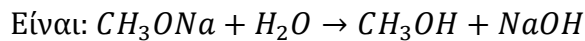


$$\text{Οπότε: } [OH^-] = C = 0,1 M$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 0,1M$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 13$$

**Εναλλακτικά:**



Η  $CH_3OH$  πρακτικά δεν ιοντίζεται και το  $pH$  μπορεί να υπολογιστεί από τη διάσταση του  $NaOH$ .