



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2012



Επιμέλεια:
Ομάδα Χημικών της
Ώθησης

Τετάρτη, 30 Μαΐου 2012
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΧΗΜΕΙΑ-ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΜΑ Α

Για τις ερωτήσεις **A1** και **A2** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

A1. Κατά την ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, το pH στο ισοδύναμο σημείο είναι:

- α. 3
- β. 5
- γ. 7
- δ. 9

Μονάδες 3

Απάντηση: γ

A2. Ποια από τις επόμενες χημικές ουσίες, όταν διαλυθεί σε νερό, δεν μεταβάλλει το pH του;

- α. NH_4NO_3
- β. CH_3COONa
- γ. CaCl_2
- δ. KF

Μονάδες 3

Απάντηση: γ

A3. Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας **σωστό (Σ)** ή **λάθος (Λ)**, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί στην κάθε πρόταση (μονάδες 2).

- α. Κατά την προσθήκη στερεού NaF σε υδατικό διάλυμα HF η K_a του HF αυξάνεται.
- β. Κατά την προσθήκη H_2O , παρουσία $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-HgSO}_4$, σε αιθίνιο προκύπτει ως προϊόν η αιθανάλη.

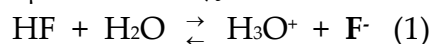
Να **αιτιολογήσετε** όλες τις απαντήσεις σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

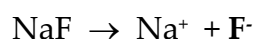
Απάντηση:

α. Λ

Στο υδατικό διάλυμα του HF έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

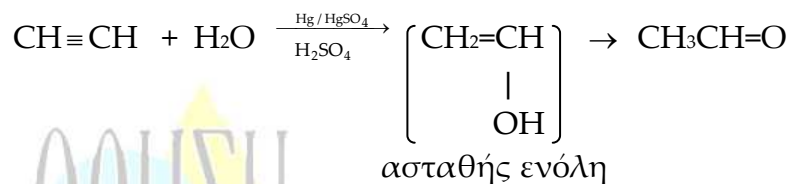


Το NaF που προστίθεται διίσταται:

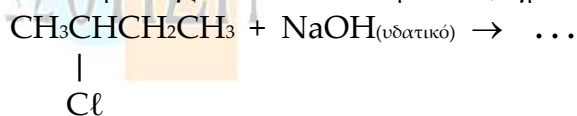


Παρατηρούμε ότι στο διάλυμα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος. Η **σταθερά ιοντισμού K_a** παραμένει **αμετάβλητη**, αφού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

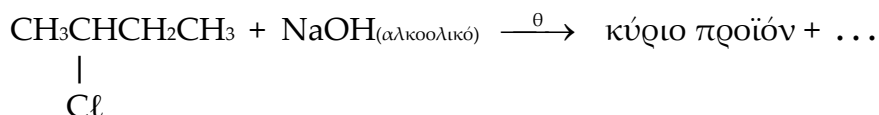
β. Σ



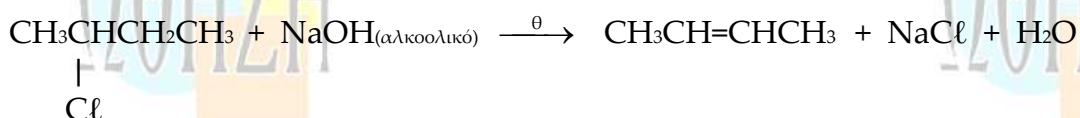
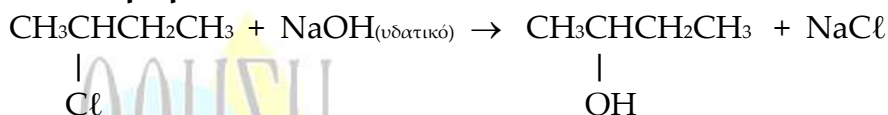
Α4. Να συμπληρωθούν οι επόμενες χημικές εξισώσεις:



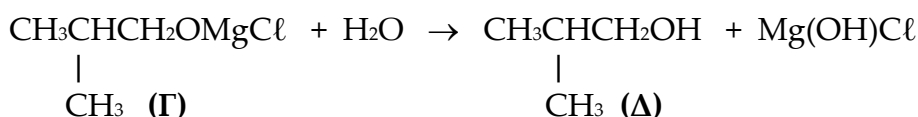
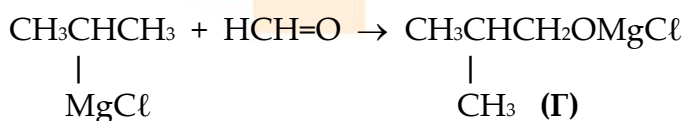
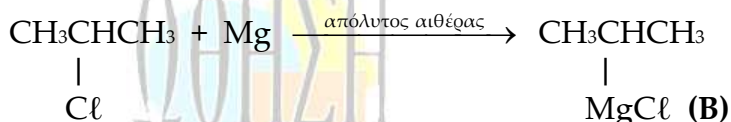
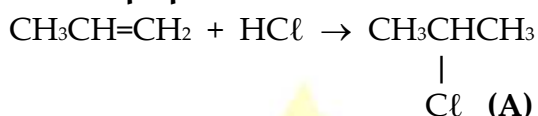
(μονάδες 2)



(μονάδες 3)

Μονάδες 5**Απάντηση:**

A5. Προπένιο αντιδρά με HCl και δίνει ένωση **A** (κύριο προϊόν). Η ένωση **A** αντιδρά με Mg, σε απόλυτο αιθέρα, και δίνει ένωση **B**, η οποία στη συνέχεια αντιδρά με μεθανάλη και δίνει ένωση **Γ**. Η ένωση **Γ** με υδρόλυση δίνει οργανική ένωση **Δ**. Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων (οι οργανικές ενώσεις να γραφούν με συντακτικούς τύπους).

Μονάδες 8**Απάντηση:**

ΘΕΜΑ Β

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁: NaOH συγκέντρωσης 0,01 M

Διάλυμα Δ₂: CH₃COOH συγκέντρωσης 0,1 M

Διάλυμα Δ₃: CH₃COONa συγκέντρωσης 0,1 M

B1. Αραιώνουμε με νερό 10 mL διαλύματος Δ₁ μέχρις όγκου 100 mL και 10 mL διαλύματος Δ₂ μέχρις όγκου 100 mL.

Να υπολογιστεί το pH καθενός από τα δύο αραιωμένα διαλύματα.

Μονάδες 8

B2. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε τα διαλύματα Δ₁ και Δ₂, για να προκύψει διάλυμα με pH=6;

Μονάδες 8

B3. Πόσος όγκος (L) H₂O πρέπει να προστεθεί σε 500 mL του Δ₃, για να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα;

Μονάδες 9

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C
- $K_w=10^{-14}$, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν να γίνουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Απάντηση:

B1.

Διάλυμα Δ₁:

$$C_{\text{NaOH}(\alpha\alpha\chi.)} V_{\text{NaOH}(\alpha\alpha\chi.)} = C_{\text{NaOH}(\tau\epsilon\lambda.)} V_{\text{NaOH}(\tau\epsilon\lambda.)} \Rightarrow C_{\text{NaOH}(\tau\epsilon\lambda.)} = \frac{C_{\text{NaOH}(\alpha\alpha\chi.)} V_{\text{NaOH}(\alpha\alpha\chi.)}}{V_{\text{NaOH}(\tau\epsilon\lambda.)}} = \frac{0,01 \cdot 0,01}{0,1} = 10^{-3} \text{ M}$$

(M)	NaOH	→	Na ⁺	+	OH ⁻
	10 ⁻³		10 ⁻³		10 ⁻³

$$[\text{OH}^-]_{\tau\epsilon\lambda.} = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-3} = 3$$

$$\text{pH}^{25^\circ\text{C}} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 11}$$

Διάλυμα Δ₂:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}(\alpha\alpha\chi.)} V_{\text{CH}_3\text{COOH}(\alpha\alpha\chi.)} = C_{\text{CH}_3\text{COOH}(\tau\epsilon\lambda.)} V_{\text{CH}_3\text{COOH}(\tau\epsilon\lambda.)} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{COOH}(\tau\epsilon\lambda.)} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{COOH}(\alpha\alpha\chi.)} V_{\text{CH}_3\text{COOH}(\alpha\alpha\chi.)}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}(\tau\epsilon\lambda.)}} \Rightarrow$$

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}(\tau\epsilon\lambda.)} = \frac{0,1 \cdot 0,01}{0,1} = 10^{-2} \text{ M}$$

(M)	CH ₃ COOH + H ₂ O	↔	CH ₃ COO ⁻	+	H ₃ O ⁺
αρχικά	10 ⁻²				
ιοντίζονται	x				
παράγονται	-		x		x
ισορροπία	10 ⁻² -x		x		x

$$K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{10^{-2} - x}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Επειδή } \frac{K_a}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3} < 10^{-2} \Rightarrow 10^{-2} - x \approx 10^{-2} \\ \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{10^{-2}} = 10^{-5} \Rightarrow x = 10^{-3,5} \text{ M} \Rightarrow \end{array} \right\}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3,5} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 3,5}$$

B2.

Κατά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων γίνεται αντίδραση μεταξύ των διαλυμένων ουσιών. Έστω V_1 ο όγκος του διαλύματος Δ1 και V_2 ο όγκος του διαλύματος Δ2.

$$n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} = 0,01V_1$$

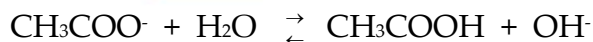
$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{CH}_3\text{COOH}} V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1V_2$$

Επειδή δε γνωρίζουμε τις αρχικές ποσότητες κάνουμε διερεύνηση.

i) Έστω ότι αντιδρούν πλήρως ($0,1V_2 = 0,01V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{10} \Rightarrow V_2 = 10V_1$)

(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	
αρχικά	$0,1V_2$	$0,01V_1$
αντιδρούν	$0,1V_2$	$0,1V_2$
παράγονται	-	-
τελικά	-	-

Το τελικό διάλυμα περιέχει CH_3COONa και θα είναι βασικό, δηλαδή $\text{pH} > 7$.



Άρα η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

ii) Έστω ότι αντιδρά πλήρως το CH_3COOH ($0,1V_2 < 0,01V_1$)

(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	
αρχικά	$0,1V_2$	$0,01V_1$
αντιδρούν	$0,1V_2$	$0,1V_2$
παράγονται	-	-
τελικά	-	$0,01V_1 - 0,1V_2$

Το τελικό διάλυμα περιέχει CH_3COONa και NaOH και θα είναι βασικό, δηλαδή $\text{pH} > 7$.



Άρα η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

iii) Έστω ότι αντιδρά πλήρως το NaOH ($0,1V_2 > 0,01V_1$)

(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	
αρχικά	$0,1V_2$	$0,01V_1$
αντιδρούν	$0,01V_1$	$0,01V_1$
παράγονται	-	-
τελικά	$0,1V_2 - 0,01V_1$	-

$$V_{\text{τελ.}} = V_1 + V_2$$

$$C'_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,1V_2 - 0,01V_1}{V_1 + V_2} = C_1$$

$$C'_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,01V_1}{V_1 + V_2} = C_2$$

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
	0,1 C_2 C_2

Τα ιόντα Na^+ δεν αντιδρούν με H_2O γιατί προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη.

(M)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
αρχικά	C_1
ιοντίζονται	y
παράγονται	- y y
ισορροπία	$C_1 - y$ $C_2 + y$ y

$$\text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow y = 10^{-6}$$

$$K_a = \frac{(C_2 + y)y}{C_1 - y}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Δοκιμαστικά: } C_1 - y \approx C_1 \\ C_2 + y \approx C_2 \end{array} \right\} \Rightarrow K_a = \frac{C_2 \cdot y}{C_1} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-6}}{C_1} \Rightarrow C_2 = 10C_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{0,01V_1}{V_1 + V_2} = 10 \cdot \frac{0,1V_2 - 0,01V_1}{V_1 + V_2} \Rightarrow 0,01V_1 = V_2 - 0,1V_1 \Rightarrow 0,11V_1 = V_2 \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{0,11} = \frac{100}{11}}$$

$$C_2 = \frac{0,01V_1}{V_1 + V_2} = \frac{0,01V_1}{1,11V_1} = \frac{1}{111} \text{ M}$$

$$C_1 = \frac{C_2}{10} = \frac{1}{1110} \text{ M}$$

Επειδή $C_2 \gg y$ και $C_1 \gg y$ ισχύουν οι προσεγγίσεις.

B3.

Αρχικό διάλυμα

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
	0,1 $0,1$ $0,1$

Τα ιόντα Na^+ δεν αντιδρούν με H_2O γιατί προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη.

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

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

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{\omega^2}{0,1 - \omega}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Επειδή } \frac{K_b}{0,1} = 10^{-8} < 10^{-2} \Rightarrow 0,1 - \omega \approx 0,1 \\ \Rightarrow K_b = \frac{\omega^2}{0,1} = 10^{-9} \Rightarrow \omega = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-5} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9$$

Τελικό διάλυμα

Με την προσθήκη H_2O η συγκέντρωση του διαλύματος μειώνεται, συνεπώς μειώνεται και η $[\text{OH}^-]$, άρα το pOH αυξάνεται και το pH μειώνεται, δηλαδή $\text{pH}_{\text{τελ.}} = \text{pH}_{\text{αρχ.}} - 1 = 9 - 1 = 8$.

(M)	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
	$\cancel{C_{\text{τελ.}}} \quad C_{\text{τελ.}} \quad C_{\text{τελ.}}$

Τα ιόντα Na^+ δεν αντιδρούν με H_2O γιατί προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη.

(M)	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
αρχικά	$C_{\text{τελ.}}$
ιοντίζονται	k
παράγονται	$- \quad k \quad k$
ισορροπία	$C_{\text{τελ.}} - k \quad k \quad k$

$$\text{pH}_{\text{τελ.}} = 8 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow k = 10^{-6}$$

$$K_b = \frac{k^2}{C_{\text{τελ.}} - k}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Δοκιμαστικά: } C_{\text{τελ.}} - k \approx C_{\text{τελ.}} \\ \Rightarrow K_b = \frac{k^2}{C_{\text{τελ.}}} \Rightarrow C_{\text{τελ.}} = \frac{k^2}{K_b} = 10^{-3} \text{ M} \end{array} \right\}$$

$$\text{Επειδή } \frac{K_b}{C_{\text{τελ.}}} = \frac{10^{-9}}{10^{-3}} = 10^{-6} < 10^{-2}, \text{ ισχύουν οι προσεγγίσεις.}$$

Για την αραίωση ισχύει:

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}(\alpha\chi\chi.)} V_{\text{CH}_3\text{COONa}(\alpha\chi\chi.)} = C_{\text{CH}_3\text{COONa}(\tau\epsilon\lambda.)} V_{\text{CH}_3\text{COONa}(\tau\epsilon\lambda.)} \Rightarrow 0,1 \cdot 0,5 = 10^{-3} (0,5 + V_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{\text{H}_2\text{O}} = 49,5 \text{ L}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τις παρακάτω προτάσεις συμπληρωμένες με τους σωστούς όρους:

Από τις πρωτεΐνες που έχουν ρόλο, η είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά O_2 στο αίμα, ενώ η είναι υπεύθυνη για την πρόσληψη O_2 από τους μυς.

Μονάδες 6

Απάντηση: ...μεταφορικό..., ...αιμοσφαιρίνη..., ...μυοσφαιρίνη...

Γ2. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα που αντιστοιχεί στο **σωστό** συμπλήρωμα της παρακάτω πρότασης.

Το t-RNA

- α. αποτελεί δομικό συστατικό των ριβοσωμάτων.
- β. μεταφέρει κατά τη διάρκεια της πρωτεϊνοσύνθεσης, αμινοξέα από το κυτταρόπλασμα στα ριβοσώματα.
- γ. αποτελείται από αμινοξέα.
- δ. μεταφέρει γενετικές πληροφορίες από το DNA στα ριβοσώματα.

Μονάδες 3

Απάντηση: β

Γ3. 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. Τα αμινοξέα που μπορούν να συντεθούν από τον οργανισμό ονομάζονται απαραίτητα.
- β. Η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα συγκροτείται με τη βοήθεια δεσμών υδρογόνου.
- γ. Ένα πενταπεπτίδιο είναι μείγμα πέντε πεπτιδίων.
- δ. Όταν ένα αμινοξύ με $pI=5,6$ διαλυθεί σε διάλυμα HCl 0,1M, τότε το αμινοξύ εμφανίζεται φορτισμένο θετικά.

Μονάδες 8

Απάντηση: α - Λ γ - Λ
β - Λ δ - Σ

Γ4. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της **Στήλης Ι** και, δίπλα σε κάθε γράμμα, έναν από τους αριθμούς της **Στήλης ΙΙ**, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση. (Ένα στοιχείο της **Στήλης Ι** περισεύει).

Στήλη Ι	Στήλη ΙΙ
α. Φωσφοδιεστερικοί δεσμοί	1. Ομοιοπολικοί δεσμοί μεταξύ ατόμων θείου δύο κυστεϊνών
β. Πεπτιδικοί δεσμοί	2. Ενώνουν τα διαδοχικά νουκλεοτίδια μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας
γ. Γλυκοζιτικοί δεσμοί	3. Συγκρατούν μεταξύ τους τις συμπληρωματικές βάσεις του DNA
δ. Δισουλφιδικοί δεσμοί	4. Ανιχνεύονται με την αντίδραση της διουρίας.
ε. Δεσμοί υδρογόνου	

Μονάδες 8

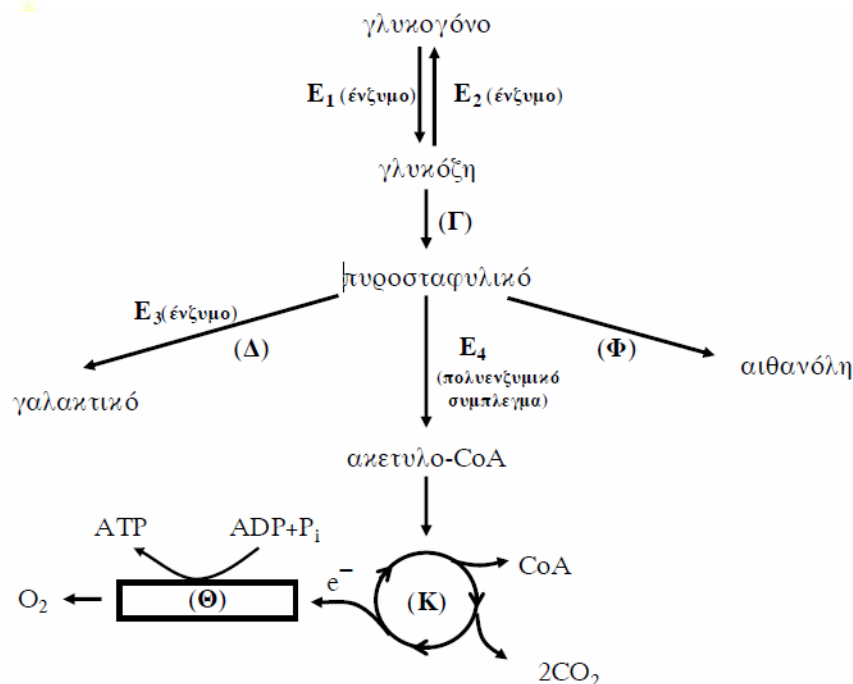
Απάντηση: α - 2
 β - 4
 γ -
 δ - 1
 ε - 3

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** Σε ποιες περιπτώσεις ενεργοποιείται η σύνθεση γλυκόζης από μη υδατανθρακικές πηγές στον ανθρώπινο οργανισμό; (μονάδες 5)
 Πώς ονομάζεται αυτή η μεταβολική πορεία (μονάδα 1);
 Σε ποια όργανα του ανθρώπινου οργανισμού πραγματοποιείται η πορεία αυτή και σε τι βοηθάει τις μεταβολικές του ανάγκες; (μονάδες 4)

Μονάδες 10

Με βάση το παρακάτω σχήμα να απαντήσετε στα Δ2, Δ3, Δ4.



Απάντηση:

Η σύνθεση γλυκόζης από μη υδατανθρακικές πηγές στον ανθρώπινο οργανισμό, ενεργοποιείται:

- Σε περίοδο ασιτίας, γιατί ο εγκέφαλος χρειάζεται γλυκόζη μιας και τη χρησιμοποιεί ως βασικό καύσιμο. Τα αποθέματα του οργανισμού σε γλυκόζη είναι αρκετά για να καλύψει ο οργανισμός τις ανάγκες του για μία περίπου ημέρα. Προκειμένου όμως να μπορέσει ο οργανισμός να επιβιώσει για μεγαλύτερη περίοδο ασιτίας, πρέπει να συνθέσει γλυκόζη από μη υδατανθρακικές πηγές.
- Ακόμα σύνθεση γλυκόζης γίνεται σε περιόδους εντατικής άσκησης, οπότε παράγεται μεγάλη ποσότητα γαλακτικού οξέος. Αυτό συσσωρεύεται στους μύες,

από τους οποίους μεταφέρεται στο συκώτι, το οποίο τροφοδοτείται με οξυγόνο, προκειμένου να μετατραπεί σε γλυκόζη. Η μεταβολική αυτή πορεία ονομάζεται γλυκονεογένεση.

Το κύριο όργανο της γλυκονεογένεσης είναι το ήπαρ (συκώτι). Σύνθεση γλυκόζης γίνεται επίσης και στο φλοιό των νεφρών αλλά η ολική ποσότητα της παραγόμενης γλυκόζης στους νεφρούς είναι το 1/10 της ποσότητας που παράγεται στο ήπαρ. Η γλυκονεογένεση βοηθά στη διατήρηση των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα σε φυσιολογικά όρια, ώστε ο εγκέφαλος και οι μύες να αντλούν τη γλυκόζη που χρειάζεται για να ικανοποιήσουν τις μεταβολικές τους ανάγκες.

Δ2. Να ονομαστούν οι μεταβολικές πορείες (Γ), (Δ), (Κ), (Θ), (Φ)

Μονάδες 5

Απάντηση: (Γ) → Γλυκόλυση

(Δ) → Γαλακτική ζύμωση

(Κ) → Κύκλος του κιτρικού οξέος (Κύκλος του Krebs)

(Θ) → Οξειδωτική φωσφορυλίωση

(Φ) → Αλκοολική ζύμωση

Δ3. Να ονομαστούν τα ένζυμα E₁, E₂, E₃ καθώς και το πολυενζυμικό σύμπλεγμα E₄.

Μονάδες 4

Απάντηση: E₁: Φωσφορυλάση του γλυκογόνου

E₂: Συνθετάση του γλυκογόνου

E₃: Γαλακτική αφυδρογονάση

E₄: Πυροσταφυλική αφυδρογονάση

Δ4. Σε ποια περιοχή του κυττάρου πραγματοποιείται η μεταβολική πορεία (Γ) και σε ποια η (Κ);

Μονάδες 6

Απάντηση:

Η πορεία Γ (γλυκόλυση) πραγματοποιείται στο κυτταρόπλασμα, ενώ η πορεία Κ (Κύκλος του κιτρικού οξέος) πραγματοποιείται στα μιτοχόνδρια.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα φετινά θέματα χαρακτηρίζονται από σαφήνεια στη διατύπωση. Οι απαντήσεις τους είναι μεγαλύτερης έκτασης σε σχέση με τις προηγούμενες χρονιές, άρα οι μαθητές θα χρειαστούν περισσότερο χρόνο να τις αναπτύξουν στο γραπτό. Οι προετοιμασμένοι καλά υποψήφιοι δε θα αντιμετωπίσουν δυσκολίες.