

# ΧΗΜΕΙΑ-ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014



Επιμέλεια:  
Ομάδα Χημικών της  
Ωθησης

**Τετάρτη, 4 Ιουνίου 2014**  
**Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**  
**ΧΗΜΕΙΑ-ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις προτάσεις **A1** και **A2** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

- A1.** Από τα παρακάτω διαλύματα τη μικρότερη τιμή pH έχει το διάλυμα
- α)  $\text{HNO}_3$  0,1 M
  - β)  $\text{HF}$  0,1 M
  - γ)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M
  - δ)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M

**Μονάδες 3****Απάντηση:** γ

- A2.** Κατά την αραίωση υδατικού διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1 M
- α) ο βαθμός ιοντισμού της  $\text{NH}_3$  μειώνεται
  - β) η σταθερά ιοντισμού  $K_b$  της  $\text{NH}_3$  αυξάνεται
  - γ) η συγκέντρωση των  $\text{OH}^-$  αυξάνεται
  - δ) ο αριθμός των mole των  $\text{OH}^-$  αυξάνεται.

**Μονάδες 3****Απάντηση:** δ

- A3.** 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 τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.
- α) Τα αντιδραστήρια Grignard παρασκευάζονται με επίδραση Mg σε διάλυμα RX σε απόλυτο αιθέρα.

**(μονάδες 2)**

β) Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από  $25^\circ\text{C}$  το pH του απεσταγμένου νερού έχει τιμή μικρότερη από 7, συνεπώς το νερό είναι όξινο.

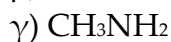
**(μονάδες 2)**

γ) Το μοναδικό οργανικό οξύ που εμφανίζει αναγωγικό χαρακτήρα είναι το μεθανικό οξύ.

**(μονάδες 2)****Μονάδες 6****Απάντηση:**

- α) Σωστό
- β) Λάθος
- γ) Λάθος

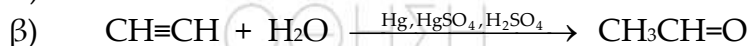
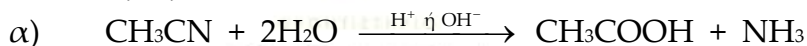
**A4.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του νερού με τις παρακάτω ενώσεις:



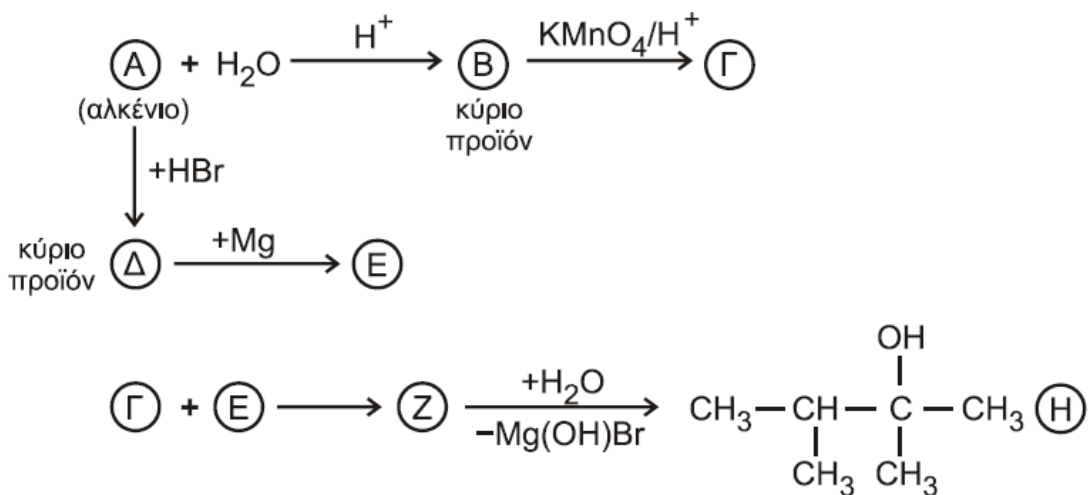
Να αναγράψετε, όπου χρειάζεται, τις συνθήκες αντίδρασης.

Μονάδες 3

**Απάντηση:**



**A5.** α) Με βάση το σχήμα που ακολουθεί, να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ.



(μονάδες 6)

β) Να γράψετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:

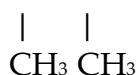
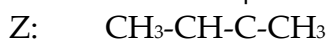


(μονάδες 4)

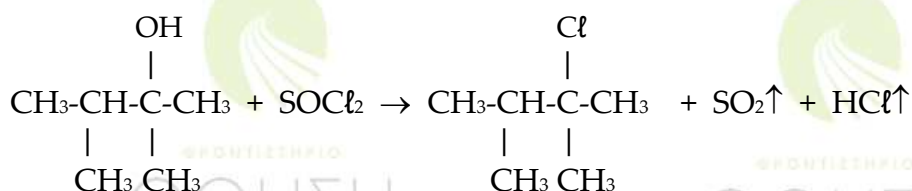
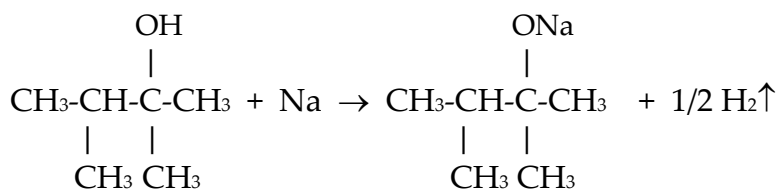
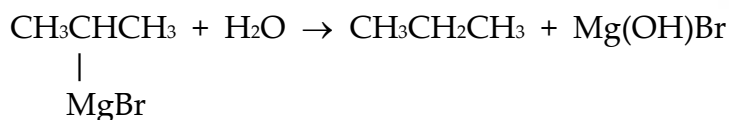
Μονάδες 10

Απάντηση:

α)



β)



## ΘΕΜΑ Β

Δίνεται εστέρας (Α) κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη που έχει μοριακό τύπο  $C_6H_{12}O_2$ . Ο εστέρας υδρολύεται σε όξινο περιβάλλον και δίνει ενώσεις (Β) και (Γ). Η ένωση (Γ) οξειδώνεται πλήρως με επίδραση όξινου διαλύματος  $KMnO_4$  και δίνει την ένωση (Β).

**B1.** Με δεδομένο ότι η ένωση (Γ) έχει ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα, να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων (Α), (Β), (Γ) και να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις.

Μονάδες 5

**B2.** 0,1mol της ένωσης (Β) διαλύονται στο νερό μέχρι όγκου 1L, οπότε προκύπτει διάλυμα (Δ1) που έχει  $pH=3$ . Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού της ένωσης (Β).

Μονάδες 5

**B3.** Ορισμένη ποσότητα της ένωσης (Β) διαλύεται στο νερό μέχρι τελικού όγκου 50mL, οπότε προκύπτει διάλυμα (Δ2). Το διάλυμα (Δ2) ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα  $NaOH$  0,2M. Μετά την προσθήκη 50mL προτύπου διαλύματος, καταλήγουμε στο ισοδύναμο σημείο. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση της (Β) στο διάλυμα (Δ2) και το pH στο ισοδύναμο σημείο.

Μονάδες 7

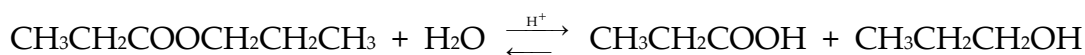
**B4.** Σε διάλυμα  $HCOONa$  0,1 M και όγκου  $V=100mL$ , προσθέτουμε 0,005mol  $HCl$ . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει, καθώς και τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων που περιέχονται σε αυτό.

Δίνεται ότι:  $K_a(HCOOH) = 10^{-4}$ ,  $K_w = 10^{-14}$ ,  $\theta=25^\circ C$ .

Μονάδες 8

## Λύση

- B1.** (Α)  $CH_3CH_2COOCH_2CH_2CH_3$   
(Β)  $CH_3CH_2COOH$   
(Γ)  $CH_3CH_2CH_2OH$



**B2.**  $C_B = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{1} = 0,1M$

(M)	$CH_3CH_2COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2COO^- + H_3O^+$
αρχικά	0,1
ιοντίζονται	x
παράγονται	- x x
ισορροπία	0,1-x x x

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

$$\left. \begin{aligned} K_\alpha &= \frac{x^2}{0,1-x} \\ \alpha &= \frac{x}{0,1} = 10^{-2} < 0,1 \Rightarrow 0,1-x \approx 0,1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_\alpha = \frac{x^2}{0,1} = \frac{10^{-6}}{0,1} \Rightarrow \boxed{K_\alpha = 10^{-5}}$$

B3.

(mol)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
αρχικά	n	n	
αντιδρούν	n	n	
παράγονται	-	-	n
τελικά	-	-	n

Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

$$n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} \cdot V_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \Rightarrow$$

$$C_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} = \frac{0,2 \cdot 0,05}{0,05} \Rightarrow \boxed{C_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} = 0,2 \text{ M}}$$

Στο ισοδύναμο σημείο περιέχονται  $n = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol}$   $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$  σε όγκο 100mL.

$$C_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ M}$$

(M)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{Na}^+$		
τελικά	<del>0,1</del>	0,1	0,1

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

$$K_b = \frac{K_w}{K_\alpha} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$\left. \begin{aligned} K_b &= \frac{y^2}{0,1-y} \\ \frac{K_b}{0,1} &= \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8} < 10^{-2} \Rightarrow 0,1-y \approx 0,1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_b = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \xrightarrow{K_w=10^{-14}} [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 9}$$

**B4.** Κατά την προσθήκη του HCl πραγματοποιείται αντίδραση μεταξύ των διαλυμένων ουσιών.

$$n_{\text{HCOONa}} = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,005 \text{ mol}$$

(mol)	HCOONa + HCl → HCOOH + NaCl			
αρχικά	0,01	0,005		
αντιδρούν	0,005	0,005		
παράγονται	-	-	0,005	0,005
τελικά	0,005	-	0,005	0,005

Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι 100mL.

$$C'_{\text{HCOONa}} = \frac{0,005}{0,1} = 0,05\text{M} = C_{\text{HCOOH}} = C_{\text{NaCl}}$$

(M)	NaCl → Na <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup>		
τελικά	0,05	0,05	0,05

Τα ιόντα Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> δεν αντιδρούν με μόρια H<sub>2</sub>O, διότι προέρχονται από ισχυρούς ηλεκτρολύτες.

(M)	HCOONa → HCOO <sup>-</sup> + Na <sup>+</sup>		
τελικά	0,05	0,05	0,05

(M)	HCOOH + H <sub>2</sub> O ⇌ HCOO <sup>-</sup> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>		
αρχικά	0,05		
ιοντίζονται	ω		
παράγονται	-	ω	ω
ισορροπία	0,05-ω	ω+0,05	ω

$$\left. \begin{aligned} K_a &= \frac{(\omega + 0,05)\omega}{0,05 - \omega} \\ \frac{K_a}{0,05} < 10^{-2} &\Rightarrow 0,05 - \omega \approx 0,05 \\ &0,05 + \omega \approx 0,05 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_a = \frac{\omega \cdot 0,05}{0,05} = 10^{-4} \Rightarrow \omega = 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 4}$$

$$[\text{Na}^+] = 0,1\text{M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 0,05\text{M}$$

$$[\text{HCOO}^-] = 0,05\text{M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}\text{M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}\text{M}$$

## ΘΕΜΑ Γ

Στις προτάσεις Γ1, Γ2 και Γ3 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

Γ1. Το ιώδιο χρησιμεύει στον ανθρώπινο οργανισμό για τη σύνθεση

- α) ινσουλίνης
- β) θυροξίνης
- γ) κερουλοπλασμίνης
- δ) καλσιτονίνης.

Μονάδες 5

Απάντηση: β

Γ2. Η έκταση της μη συναγωνιστικής αναστολής ενός ενζύμου εξαρτάται από

- α) τη συγκέντρωση του υποστρώματος
- β) τη συγγένεια του ενζύμου ως προς τον αναστολέα
- γ) τη συγγένεια του ενζύμου ως προς το υπόστρωμα
- δ) τη  $V_{max}$ .

Μονάδες 5

Απάντηση: β

Γ3. Η μελέτη της δευτεροταγούς δομής μιας πρωτεΐνης γίνεται με

- α) ενζυμική υδρόλυση
- β) χημική υδρόλυση
- γ) κρυσταλλογραφία ακτίνων Χ
- δ) χρωματογραφία.

Μονάδες 5

Απάντηση: γ

Γ4. Δίνεται η αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων στη μία αλυσίδα ενός τμήματος δίκλωνου μορίου DNA.

5'...AATGCCGATGC...3'

Να γράψετε την αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων στη συμπληρωματική αλυσίδα και τον προσανατολισμό της. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Η αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων στη συμπληρωματική αλυσίδα του DNA θα είναι:

3'...TTACGGCTACG...5'

Οι βάσεις αδενίνη (A) – θυμίνη (T) και γουανίνη (G) – κυτοσίνη (C) είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές. Έτσι και οι δύο αλυσίδες είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές. Στη διπλή έλικα η αλυσίδα που δίνεται έχει κατεύθυνση  $5' \rightarrow 3'$ , επομένως η συμπληρωματική της έχει κατεύθυνση  $3' \rightarrow 5'$ . Οι δύο αλυσίδες είναι μεταξύ τους αντιπαράλληλες. Κάθε άκρο της διπλής έλικας αποτελείται από το 5' άκρο της μιας αλυσίδας και το 3' άκρο της άλλης.



- Γ5. Τι είναι οι προσθετικές ομάδες ενζύμων και ποια είναι η βασική διαφορά τους από τα συνένζυμα; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα προσθετικής ομάδας.

Μονάδες 5

**Απάντηση:**

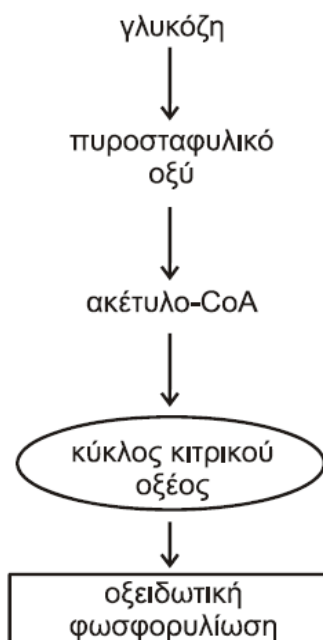
Οι προσθετικές ομάδες είναι οργανικές ενώσεις πολύ ισχυρά δεμένες πάνω στα ένζυμα, οι οποίες δεν μπορούν να απομακρυνθούν. Αντίθετα με ότι συμβαίνει στα ένζυμα, οι προσθετικές ομάδες (όπως και τα συνένζυμα) συμμετέχοντας την κατάλυση υφίστανται χημική μεταβολή. Επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση με μια δεύτερη αντίδραση.

Η βασική διαφορά των προσθετικών ομάδων από τα συνένζυμα είναι ότι τα δεύτερα συνδέονται χαλαρά στα ένζυμα και απομακρύνονται εύκολα από αυτά. Παράδειγμα προσθετικής ομάδας είναι το μόριο της αίμης που απαντάται στο κυτόχρωμα (πρωτεΐνη μεταφοράς ηλεκτρονίων) και στην καταλάση (καταλύει τη διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου).

## ΘΕΜΑ Δ

- Δ1. Ο ζυμομύκητας *Saccharomyces cerevisiae* χρησιμοποιείται για την παραγωγή του κρασιού. Είναι ευκαρυωτικός οργανισμός και έχει την ικανότητα να μεταβολίζει τη γλυκόζη σε αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες.

α) Σε αερόβιες συνθήκες ο ζυμομύκητας οξειδώνει πλήρως ένα μόριο γλυκόζης, σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα



- i) Σε ποιο μέρος του κυττάρου πραγματοποιείται η γλυκόλυση και πόσα μόρια ATP παράγονται συνολικά ανά μόριο γλυκόζης στη γλυκολυτική πορεία; (μονάδες 2)

- ii) Να ονομάσετε το ένζυμο-κλειδί για τη ρύθμιση της γλυκόλυσης. (μονάδα 1) Να περιγράψετε το μηχανισμό ρύθμισης του συγκεκριμένου ενζύμου. (μονάδες 4)
- iii) Σε ποιο οργανίδιο του κυττάρου πραγματοποιείται η οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος και πόσα μόρια NADH και CO<sub>2</sub> παράγονται σε αυτό το στάδιο ανά μόριο γλυκόζης; (μονάδες 3)

β) Σε αναερόβιες συνθήκες ο ζυμομύκητας οξειδώνει τη γλυκόζη σε αιθανόλη. Σε ποιο μέρος του κυττάρου πραγματοποιείται η διαδικασία αυτή και πόσα μόρια ATP και CO<sub>2</sub> παράγονται ανά μόριο γλυκόζης; (μονάδες 3)

**Μονάδες 13**

- Δ2.** Δίνεται μια πρωτεΐνη με ισοηλεκτρικό σημείο pI=6,5. Σε pH=7,5 παρουσία ηλεκτρικού πεδίου, η πρωτεΐνη θα κινηθεί προς την άνοδο, προς την κάθοδο ή θα παραμείνει ακίνητη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 4**

- Δ3.** Μια πρωτεΐνη υποβάλλεται σε χημική υδρόλυση με διάλυμα HCl. Με ποια εργαστηριακή δοκιμασία μπορείτε να διαπιστώσετε, μετά το τέλος της αντίδρασης, αν η υδρόλυση είναι πλήρης;

**Μονάδες 4**

- Δ4.** Σε ένα δείγμα πρωτεΐνης του εμπορίου υπάρχει η υποψία ότι έχει προστεθεί γλυκόζη. Πώς μπορείτε να ανιχνεύσετε την πιθανή νοθεία;

**Μονάδες 4**

**Απάντηση:**

**Δ1.**

- α) i) Η γλυκόλυση πραγματοποιείται στο **κυτταρόπλασμα** και κατά την πραγματοποίησή της παράγονται **2 μόρια ATP** ανά μόριο γλυκόζης.

ii) Το ένζυμο κλειδί για τη ρύθμιση της γλυκόλυσης είναι η **φωσφοφρουκτοκινάση**. Το ένζυμο αυτό καταλύει την αντίδραση προσθήκης μιας δεύτερης φωσφορικής ομάδας, που προέρχεται απ' το ATP, στην 6-φωσφορική φρουκτόζη, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η 1,6-διφωσφορική φρουκτόζη.

Η φωσφοφρουκτοκινάση αναστέλλεται αλλοστερικά από υψηλές συγκεντρώσεις ATP, ενώ αντίθετα ενεργοποιείται από το ADP και το AMP. Όταν υπάρχει περίσσεια ATP (υψηλή ενεργειακή φόρτιση), η γλυκόλυση αναστέλλεται γιατί το ATP δρα ως αναστολέας. Αντίθετα, όταν υπάρχει ανάγκη σε ενέργεια, έχει καταναλωθεί το ATP και έχει σχηματιστεί ADP, τότε ενεργοποιείται η φωσφοφρουκτοκινάση και ο ρυθμός της γλυκόλυσης αυξάνεται ταχύτατα. Χάρη στην αλλοστερική αυτή ρύθμιση η ροή διάσπασης της γλυκόζης προσαρμόζεται στις ενεργειακές ανάγκες του κυττάρου.

iii) Το πυροσταφυλικό οξύ, εισέρχεται στα **μιτοχόνδρια** όπου αποκαρβοξυλιώνεται οξειδωτικά. Από κάθε ένα μόριο γλυκόζης παράγονται, μέσω της γλυκολυτικής πορείας, δύο μόρια πυροσταφυλικού. Το κάθε μόριο πυροσταφυλικού οξέος δίνει ένα μόριο CO<sub>2</sub> και ένα μόριο NADH κατά τη μετατροπή του σε ακετύλο-CoA.

Επομένως συνολικά έχουμε: 1 μόριο γλυκόζης  $\rightarrow$  2 μόρια πυροσταφυλικού  $\rightarrow$  2 μόρια  $\text{CO}_2$  και 2 μόρια  $\text{NADH}$ .

β) Η διαδικασία αναερόβιας οξειδωσης της γλυκόζης σε αιθανόλη (αλκοολική ζύμωση) πραγματοποιείται εξ'ολοκλήρου **στο κυτταρόπλασμα**. Ανά μόριο γλυκόζης παράγονται **2 μόρια ATP** και **2 μόρια  $\text{CO}_2$** .

**Δ2.** Επειδή  $\text{pH} > \text{pI}_{\text{πρωτεΐνης}}$ , η πρωτεΐνη εμφανίζεται με **αρνητικό συνολικό φορτίο** άρα θα έλκεται από το θετικό ηλεκτρόδιο. Επομένως θα κινηθεί προς την **άνοδο**.

**Δ3.** Από την πλήρη χημική υδρόλυση της πρωτεΐνης πρέπει να έχει προκύψει μόνο ένα μίγμα των αμινοξέων από τα οποία αποτελείται, χωρίς να έχουν απομείνει πεπτίδια. Με την προσθήκη στο διάλυμα (μίγμα) αυτό αλκαλικού διαλύματος  $\text{CuSO}_4$  (αντίδραση διουρίας) **δεν** πρέπει να προκύψει το χαρακτηριστικό **ιώδες χρώμα**, που εμφανίζεται μόνο όταν υπάρχουν πεπτιδικοί δεσμοί.

**Δ4.** Επειδή οι μονοσακχαρίτες (άρα και η γλυκόζη) εμφανίζει αναγωγική δράση, αντιδρά με ήπια οξειδωτικά μέσα όπως το αντιδραστήριο Fehling (διάλυμα  $\text{CuSO}_4$  σε  $\text{NaOH}$ ) και το αντιδραστήριο Tollens (διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  σε  $\text{NH}_3$ ).

Αν με την προσθήκη λοιπόν ενός εκ'των δύο αντιδραστηρίων στο δείγμα της πρωτεΐνης εμφανιστεί είτε κόκκινο ίζημα (Fehling) είτε κάτοπτρο  $\text{Ag}$  (Tollens) καταλαβαίνουμε πως έχει νοθευτεί με προσθήκη γλυκόζης.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα φετινά θέματα καλύπτουν μεγάλο μέρος της ύλης και στη Χημεία και στη Βιοχημεία. Χαρακτηρίζονται από σαφήνεια και διαβάθμιση δυσκολίας. Απαιτούσαν καλή προετοιμασία εκ' μέρους των υποψηφίων.