

Λύσεις Διαγωνίσματος Βιολογίας Προσανατολισμού Β' Λυκείου

Α' Τεύχος: Κεφάλαια 4.1 και 4.3 μέχρι σελ. 35

Β' Τεύχος: Κεφάλαιο 1

ΘΕΜΑ Α

A1. γ A2. δ A3. β A4. δ A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1) 4,2,1,6,3,5

B2) α. Το **νουκλεόσωμα** είναι το νουκλεοπρωτεϊνικό σύμπλοκο που αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Αποτελείται από ένα τμήμα DNA 146 ζευγών βάσεων που είναι τυλιγμένο γύρω από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, τις ιστόνες, οι οποίες σχηματίζουν οκταμερές.

β. Τα **ημιαυτόνομα οργανίδια** είναι τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες και χαρακτηρίζονται με αυτόν τον όρο καθώς διαθέτουν δικό τους γενετικό υλικό και μηχανισμούς σύνθεσης πρωτεϊνών για την κωδικοποίηση μικρού αριθμού πρωτεϊνών για τις βασικές τους λειτουργίες, όπως η οξειδωτική φωσφορυλίωση και η φωτοσύνθεση αντίστοιχα, αλλά εξακολουθούν να μην είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα για την ολοκλήρωση των λειτουργιών τους, καθώς οι περισσότερες πρωτεΐνες που χρειάζονται προέρχονται από γονίδια του DNA του πυρήνα.

γ. Η έκφραση **in vivo** χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται σε ένα ζωντανό οργανισμό. Ένα τυπικό in vivo παράδειγμα είναι η απόδειξη του ημισυντηρητικού μηχανισμού της αντιγραφής του DNA.

δ. **Ιχνηθέτηση** ορίζεται η σήμανση χημικών στοιχείων με τη χρήση ραδιενεργών ισωτόπων ή άλλων φθοριζουσών ουσιών κτλ.. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι η χρήση ραδιενεργού φωσφόρου ^{32}P στα νουκλεοτίδια για την ιχνηθέτηση του DNA.

B3. Δύο μη ομόλογα χρωμοσώματα έχουν:

- 1) Διαφορετικό μέγεθος και μήκος
- 2) Διαφορετικό σχήμα
- 3) Διαφορετική θέση κεντρομεριδίου
- 4) Διαφορετικό μέγεθος βραχιόνων
- 5) Διαφορετικό πρότυπο ζωνώσεων
- 6) Διαφορετικά γονίδια (και αριθμό γονιδίων)
- 7) Διαφορετική αλληλουχία βάσεων

B4) Με την έναρξή της μετάφασης τα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που καταλάμβαναν κατά την πρόφαση και αρχίζουν να μετακινούνται κατά μήκος των νηματίων της ατράκτου, προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Στο τέλος αυτής της φάσης τα χρωμοσώματα έχουν φτάσει στο ισημερινό επίπεδο, με τις αδερφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος να έχουν τοποθετηθεί παράλληλα προς αυτό. Κατά τη μετάφαση συνεχίζεται η συμπύκνωση της χρωματίνης. Στο τέλος της τα χρωμοσώματα έχουν το μέγιστο βαθμό συμπύκνωσης, για αυτό είναι περισσότερο διακριτά από όσο σε κάθε άλλο στάδιο του κυτταρικού κύκλου. Για αυτό το λόγο η παρατήρηση, η φωτογράφιση, όπως και κάθε άλλη διαδικασία που αφορά τη μελέτη της δομής, το μήκος ή τον αριθμό των χρωμοσωμάτων γίνονται κατά τη διάρκειά της.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1) α). Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το 1952 με τα κλασικά πειράματα των Hershey και Chase οι οποίοι μελέτησαν τον κύκλο ζωής του βακτηριοφάγου. Οι ερευνητές ιχνηθέτησαν τους φάγους με ραδιενεργό ^{35}S , που ανιχνεύει τις πρωτεΐνες αλλά όχι το DNA και με ραδιενεργό ^{32}P , που ανιχνεύει το DNA αλλά όχι τις πρωτεΐνες. Στη συνέχεια με ραδιενεργούς φάγους μόλυναν βακτήρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα κι είναι ικανό να δώσει τις απαραίτητες εντολές, για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

β). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ραδιενεργό φωσφόρο γιατί υπάρχει μόνο στο DNA στις φωσφορικές ομάδες των νουκλεοτιδίων κι όχι στις πρωτεΐνες και ραδιενεργό θείο που υπάρχει μόνο στις πρωτεΐνες στην πλευρική ομάδα ορισμένων αμινοξέων κι όχι στο DNA. Οι Hershey και Chase απέφυγαν το ^{15}N επειδή δεν είναι κατάλληλο για τη διάκριση μεταξύ DNA και πρωτεϊνών, καθώς υπάρχει και στις αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων αλλά και στις πρωτεΐνες ως συστατικό του σταθερού σκελετού αλλά και ορισμένων πλευρικών ομάδων. Αντίθετα, χρησιμοποίησαν ^{32}P για το DNA και ^{35}S για τις πρωτεΐνες, εξασφαλίζοντας σαφή αποτελέσματα που έδειξαν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό που μεταφέρεται από τον φάγο στο βακτήριο.

Γ2)

α)

Στα δίκλινα μόρια DNA, οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα.

Σε ένα κυκλικό μόριο DNA, κάθε νουκλεοτίδιο ενώνεται με το επόμενο και το προηγούμενό του μέσω 3'-5' φωσφοδιεστερικού δεσμού (ΦΔ), επομένως δεν υπάρχουν 5' και 3' ελεύθερα άκρα.

Συνεπώς, ισχύει $\text{ΦΔ}=\text{Νολ}$ και για μονόκλινα και για δίκλινα κυκλικά μόρια DNA.

Σε γραμμικές νουκλεοτιδικές αλυσίδες, ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται κάθε αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Επομένως, το πρώτο και το τελευταίο νουκλεοτίδιο δεν ενώνονται με 3'-5' ΦΔ. Συνεπώς, για μονόκλινα γραμμικά μόρια ισχύει $\Phi\Delta = N\alpha - 1$ και για δίκλινα γραμμικά μόρια ισχύει $\Phi\Delta = N\alpha - 2$.

Σωλήνας Α : Η παρουσία των βάσεων Α, Τ, Γ και Σ, αλλά η απουσία της βάσης Υ, δείχνει ότι πρόκειται για **DNA**.

Επειδή οι αναλογίες $A = T$ και $G = C$, το DNA είναι **δίκλινο**.

$$N = A + T + G + C = 2.300$$

$$\Phi\Delta = N - 2, \text{ άρα γραμμικό}$$

Άρα δίκλινο γραμμικό DNA

Σωλήνας Β : Η παρουσία των βάσεων Α, Τ, Γ και Σ, αλλά η απουσία της βάσης Υ, υποδεικνύει και εδώ ότι πρόκειται για **DNA**. Επειδή $A \neq T$ και $G \neq C$, πρόκειται για **μονόκλινο DNA**.

$$N = A + T + G + C = 1.300$$

$$\Phi\Delta = N, \text{ Άρα είναι κυκλικό}$$

Άρα μονόκλινο κυκλικό DNA

Σωλήνας Γ : Η παρουσία της βάσης Υ (ουρακίλης) και η απουσία της βάσης Τ (θυμίνης) δείχνει ότι πρόκειται για **RNA**. Επειδή η αναλογία $G = C$, το RNA είναι **δίκλινο**.

$$N = A + T + G + C = 900$$

$$\Phi\Delta = N - 2 \text{ Άρα είναι γραμμικό}$$

Άρα δίκλινο γραμμικό RNA

Σωλήνας Δ: Η παρουσία της βάσης Υ και η απουσία της βάσης Τ δείχνει ότι πρόκειται για **RNA**. $G \neq C$, οπότε πρόκειται για **μονόκλινο RNA**.

$$N = A + T + G + C = 1.900$$

$$\Phi\Delta = N - 1 \text{ Άρα γραμμικό}$$

Άρα γραμμικό μονόκλινο RNA

β).

Δοκιμαστικός Σωλήνας	Είδος και Μορφή Γενετικού Υλικού	Πιθανή Πηγή
A	Δίκλωνο DNA	Ευκαρυωτικό κύτταρο, Ιός
B	Μονόκλωνο DNA	Ιός
Γ	Δίκλωνο RNA	Ιός
Δ	Μονόκλωνο RNA	Ιός

Γ3) έστω $A1=T1=x$, $G1=C2=y$, $C1=G2=z$, $T1=A2=k$

$$A1+C1/T1+G1 = x+z/k+y = 2$$

$$A2+C2/T2+G2 = k+y/x+z = 1/2$$

$$A1+A2+C1+C2/ T1+T2+G1+G2 = x+k+z+y/k+x+y+z = 1$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Α.

Είδος	Μόρια DNA Αρχή Μεσόφασης	Χρωμοσώματα	Αλυσίδες DNA Μετάφραση	Φυλετικά Χρωμοσώματα Νευρικό Κύτταρο	Αυτοσωμικά Χρωμοσώματα Γαμέτη	Μόρια DNA Καρυότυπος	Ινίδια Χρωματίνης Τέλος Μεσόφασης	Ινίδια Χρωματίνης/ Θυγατρικό Κύτταρο
Άλογο	64	64	256	2	31	128	128	64

Δ1.Β. Ο 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός (φδ) είναι ο ομοιοπολικός δεσμός που συνδέει δύο νουκλεοτίδια. Σχηματίζεται μεταξύ του OH του 3' C της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' C της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Σε πυρήνα ευκαρυωτικού κυττάρου εντοπίζεται δίκλωνο γραμμικό DNA.

Ο γαμέτης είναι απλοειδές κύτταρο, πράγμα που σημαίνει πως έχει ένα αντίγραφο του γονιδιώματος και συνεπώς τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από ένα σωματικό

κύτταρο. Ο γαμέτης έχει 32 χρωμοσώματα που δεν είναι διπλασιασμένα, οπότε αντιστοιχούν σε 32 μόρια DNA. Για κάθε ένα από αυτά τα μόρια DNA ισχύει:

$\phi\delta = \text{νουκλεοτίδια μορίου} - 2$ (βλ. ερώτημα Γ2)

Οπότε για όλα τα μόρια DNA ισχύει: Συνολικοί $\phi\delta = \text{συνολικά νουκλεοτίδια} - 2 \cdot 32$

Ο γαμέτης έχει $2,7 \cdot 10^9$ ζβ, δηλαδή $5,4 \cdot 10^9$ νουκλεοτίδια, άρα $\phi\delta = 5,4 \cdot 10^9 - 64 = 5399999936$.

Δ2. Α. Ένα μόριο DNA με 51% C είναι μονόκλωνο. Αυτό ισχύει διότι αν ήταν δίκλωνο η A θα ήταν ίση με τη T και η G με την C, άρα θα ίσχυε $G=C=51\%$, οπότε το άθροισμα των ποσοστών των αζωτούχων βάσεων θα ήταν μεγαλύτερο από 100%.

Ένα ευκαρυωτικό κύτταρο έχει δίκλωνο γραμμικό DNA στον πυρήνα και δίκλωνο κυκλικό στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες. Ένας ιός μπορεί να έχει ως γενετικό υλικό DNA ή RNA, μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό. Αυτό σημαίνει πως ένα μονόκλωνο μόριο DNA μπορεί να προέρχεται μονάχα από ιό, συνεπώς το κύτταρο έχει μολυνθεί από ιό.

Β. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' C της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' C της πεντόζης του.

1^η περίπτωση: αν το μόριο είναι μονόκλωνο κυκλικό: δεν υπάρχει καμία ελεύθερη υδροξυλομάδα

2^η περίπτωση: αν το μόριο είναι μονόκλωνο γραμμικό: έχει μία ελεύθερη υδροξυλομάδα στο 3' άκρο του μορίου.

Γ. Το ριβονουκλεοτίδιο έχει υδροξυλομάδα στον 3'C της πεντόζης αλλά έχει επίσης υδροξυλομάδα στον 2'C της πεντόζης, που δε συμμετέχει στον σχηματισμό φωσφοδιεστερικού δεσμού.

1^η περίπτωση: αν το μόριο είναι μονόκλωνο κυκλικό: θα είχε τόσες ελεύθερες υδροξυλομάδες όσες τα συνολικά νουκλεοτίδια.

2^η περίπτωση: Αν το μόριο είναι μονόκλωνο γραμμικό: έχει τόσες ελεύθερες υδροξυλομάδες όσες τα συνολικά νουκλεοτίδια και μία επιπλέον στο 3' άκρο του μορίου.

Δ3. Ένα νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζεύγη βάσεων (ζβ) και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA τυλίγεται γύρω από το

οκταμερές των ιστονών. Ένα μόριο DNA με οκτακόσιες ιστόνες θα περιέχει $800/8=100$ νουκλεοσώματα. Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις:

1^η περίπτωση: αν το μόριο αρχίζει και τελειώνει με νουκλεόσωμα. Σε αυτή την περίπτωση τα ελεύθερα από νουκλεοσώματα τμήματα DNA θα είναι: αριθμός νουκλεοσωμάτων - 1, δηλαδή $100-1=99$. Σε κάθε ένα από αυτά τα τμήματα περιέχονται 100 ζεύγη βάσεων. Άρα στο σύνολό τους θα έχουν $100*99=9.900$ ζεύγη βάσεων.

Κάθε νουκλεόσωμα έχει 146 ζβ άρα τα 100 νουκλεοσώματα έχουν $100*146=14.600$ ζεύγη βάσεων.

Ζεύγη βάσεων μορίου = $146*100 + 100*99 = 14600 + 9900 = 24.500$ ζεύγη βάσεων.

2^η περίπτωση: αν το μόριο ξεκινά με νουκλεόσωμα και τελειώνει με τμήμα DNA μήκους 100 ζβ. Σε αυτή την περίπτωση τα ελεύθερα από νουκλεοσώματα τμήματα DNA είναι ίσα με τον αριθμό των νουκλεοσωμάτων, δηλαδή 100.

Άρα: ζεύγη βάσεων μορίου = $146*100 + 100*100 = 24.600$ ζεύγη βάσεων.

3^η περίπτωση: αν το μόριο ξεκινά και τελειώνει με τμήμα DNA 100ζβ. Σε αυτή την περίπτωση τα ελεύθερα από νουκλεοσώματα τμήματα DNA θα είναι: αριθμός νουκλεοσωμάτων + 1, δηλαδή $100+1=101$.

Άρα: ζεύγη βάσεων μορίου = $146*100 + 101*100 = 24.700$ ζεύγη βάσεων.