

**ΘΕΜΑ Α**

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις Α1 έως Α5 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη λέξη ή φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

- A1.** Η διπλή έλικα του DNA ξετυλίγεται κατά τη μεταγραφή από το ένζυμο  
**α.** RNA πολυμεράση  
**β.** DNA πολυμεράση  
**γ.** DNA ελικάση  
**δ.** DNA δεσμάση. **Μονάδες 5**
- A2.** Οι ιστόνες είναι  
**α.** DNA  
**β.** RNA  
**γ.** πρωτεΐνες  
**δ.** υδατάνθρακες. **Μονάδες 5**
- A3.** Ασθένεια που μπορεί να διαγνωστεί με καρυότυπο είναι  
**α.** η φαινυλκετονουρία  
**β.** η δρεπανοκυτταρική αναιμία  
**γ.** η β-θαλασσαιμία  
**δ.** το σύνδρομο Cri du chat. **Μονάδες 5**
- A4.** Σύνδεση κωδικονίου με αντικωδικόνιο πραγματοποιείται κατά την  
**α.** αντιγραφή  
**β.** μετάφραση  
**γ.** μεταγραφή  
**δ.** αντίστροφη μεταγραφή. **Μονάδες 5**
- A5.** Ο αλφισμός οφείλεται σε γονίδιο  
**α.** αυτοσωμικό επικρατές  
**β.** φυλοσύνδετο επικρατές  
**γ.** αυτοσωμικό υπολειπόμενο  
**δ.** φυλοσύνδετο υπολειπόμενο. **Μονάδες 5**

**ΘΕΜΑ Β**

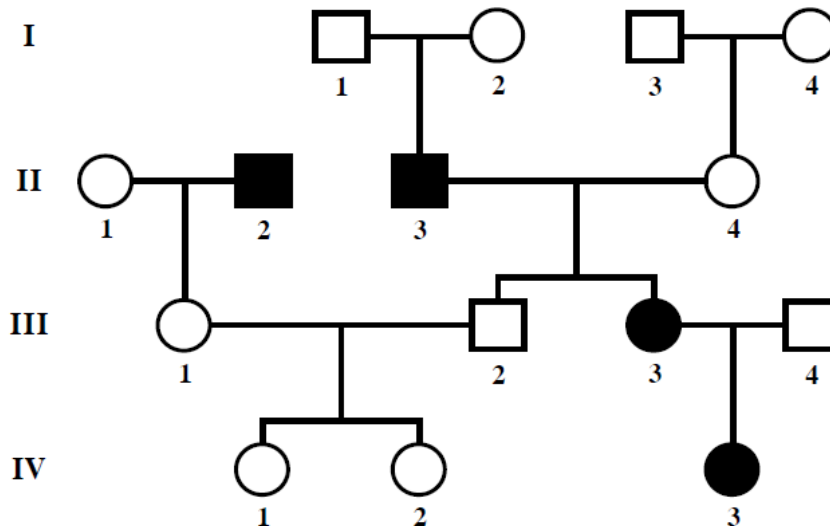
- B1.** Πώς χρησιμοποιούνται τα μονοκλωνικά αντισώματα για την επιλογή οργάνων συμβατών στις μεταμοσχεύσεις; **Μονάδες 6**
- B2.** Να περιγράψετε τη διαδικασία κλωνοποίησης με την οποία δημιουργήθηκε το πρόβατο Dolly. **Μονάδες 7**
- B3.** Πού οφείλεται η αυξημένη συχνότητα των ετερόζυγων ατόμων με δρεπανοκυτταρική αναιμία ή β-θαλασσαιμία σε χώρες όπου εμφανίζταν ελονοσία; **Μονάδες 6**
- B4.** Να αναφέρετε ποια θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός σε μια καλλιέργεια. **Μονάδες 6**

**ΘΕΜΑ Γ**

- Γ1.** Μια αρσενική μύγα *Drosophila* με λευκά μάτια διασταυρώθηκε με μια θηλυκή με κόκκινα μάτια. Από τη διασταύρωση αυτή πήραμε 280 απογόνους στην  $F_1$  γενιά που είχαν όλοι κόκκινα μάτια. Διασταυρώνοντας δύο άτομα από την  $F_1$  γενιά προκύπτουν 319 απόγονοι στην  $F_2$  γενιά. Μια ανάλυση των απογόνων της  $F_2$  γενιάς έδειξε ότι υπάρχουν: 159 θηλυκά με κόκκινα μάτια, 82 αρσενικά με κόκκινα μάτια και 78 αρσενικά με λευκά μάτια. Με βάση τα δεδομένα να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο κληρονομείται το παραπάνω γνώρισμα. Για τα άτομα που διασταυρώθηκαν δίνεται ότι τα θηλυκά έχουν ένα ζευγάρι X χρωμοσωμάτων (XX) και τα αρσενικά έχουν ένα X και ένα Y χρωμόσωμα (XY). Να μη ληφθεί υπόψη η περίπτωση μετάλλαξης. **Μονάδες 5**

Δίνεται το παρακάτω γενεαλογικό δέντρο, όπου απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο κληρονομείται μια μονογονιδιακή ασθένεια. Τα άτομα  $II_2$ ,  $II_3$ ,  $III_3$ , και  $IV_3$  πάσχουν από την ασθένεια αυτή.

Για όλα τα παρακάτω ερωτήματα να μη ληφθεί υπόψη η περίπτωση μετάλλαξης.



- Γ2.** Με βάση τα δεδομένα του γενεαλογικού δένδρου να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο κληρονομείται η ασθένεια. **Μονάδες 6**
- Γ3.** Να προσδιορίσετε την πιθανότητα το ζευγάρι  $III_1, III_2$  να αποκτήσει αγόρι που θα πάσχει (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 7). **Μονάδες 8**
- Γ4.** Αν τα άτομα  $I_1$  και  $I_4$  πάσχουν από μια ασθένεια που οφείλεται σε γονίδιο μιτοχονδριακού DNA, να αναφέρετε ποια άτομα του γενεαλογικού δένδρου θα κληρονομήσουν το γονίδιο αυτό (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4). **Μονάδες 6**

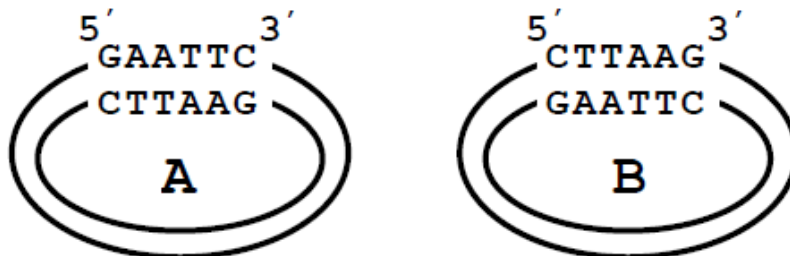
#### ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται το παρακάτω τμήμα βακτηριακού DNA, το οποίο κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο.

Αλυσίδα 1: **GT TGAATTC TTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTC TC**

Αλυσίδα 2: **CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG**

- Δ1.** Να προσδιορίσετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του παραπάνω τμήματος DNA, επισημαίνοντας τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων του (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5). **Μονάδες 6**
- Δ2.** Το παραπάνω τμήμα DNA αντιγράφεται, και κατά τη διαδικασία της αντιγραφής δημιουργούνται τα παρακάτω πρωταρχικά τμήματα:
- i) 5'-GAGAAUUC-3'
  - ii) 5'-UUAAGCUA-3'
  - iii) 5'-GUUGAAUU-3'
- Να προσδιορίσετε ποια αλυσίδα αντιγράφεται, με συνεχή και ποια με ασυνεχή τρόπο (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5). **Μονάδες 6**
- Δ3.** Το παραπάνω τμήμα DNA κόβεται με το ένζυμο EcoRI, προκειμένου να ενσωματωθεί σε ένα από τα δύο πλασμίδια A και B που δίνονται παρακάτω.



Ποιο από τα δύο πλασμίδια θα επιλέξετε για τη δημιουργία ανασυνδυασμένου πλασμιδίου (μονάδα 1); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4). Πόσοι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί θα διασπαστούν στο πλασμίδιο που επιλέξατε και πόσοι θα δημιουργηθούν κατά το σχηματισμό του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου (μονάδες 2);

- Δ4.** Από τη μύγα *Drosophila* απομονώθηκαν τρία διαφορετικά φυσιολογικά κύτταρα στα οποία προσδιορίστηκε το μέγεθος του γονιδιώματος σε ζεύγη βάσεων. Στο πρώτο κύτταρο το μέγεθος του γονιδιώματος υπολογίστηκε σε  $3,2 \cdot 10^8$  ζεύγη **Μονάδες 7**

εκπαιδευτικός οργανισμός

**ΟΡΙΖΩΝΤΕΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

βάσεων, στο δεύτερο κύτταρο σε  $1,6 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων και στο τρίτο κύτταρο σε  $6,4 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων. Να δικαιολογήσετε γιατί υπάρχουν οι διαφορές αυτές στο μέγεθος του γονιδιώματος των τριών κυττάρων.

Μονάδες 6

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ Α

- A1. > α  
A2. > γ  
A3. > δ  
A4. > β  
A5. > γ

### ΘΕΜΑ Β

- B1. Σχολ. βιβλίο, σελ. 120: «Τα κύτταρα των οργάνων... και οι μεταμοσχεύσεις να είναι επιτυχείς»  
B2. Σχολ. βιβλίο, σελ. 136: «Το 1997, όταν οι ερευνητές..., η οποία γέννησε τη Dolly»  
B3. Σχολ. βιβλίο, σελ. 93: «Η συχνότητα των ετεροζύμων ατόμων... αυξημένη πιθανότητα επιβίωσης και δυνατότητα αναπαραγωγής»  
B4. Σχολ. βιβλίο, σελ. 108: «Όπως και όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί... στο κύτταρο και ως συστατικά διαφόρων μορίων»

### ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την αρχική διασταύρωση μιας αρσενικής *Drosophila* με λευκά μάτια με μια θηλυκή με κόκκινα μάτια προέκυψαν απόγονοι στην F1 γενιά που έχουν όλοι κόκκινα μάτια. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι για το κόκκινο χρώμα ματιών ευθύνεται ένα επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο και το λευκό χρώμα ελέγχεται από το υπολειπόμενο αλληλόμορφο του. Στους απογόνους της F2 γενιάς παρατηρείται ότι υπάρχει διαφορετική φαινοτυπική αναλογία ανάλογα με το φύλο, αφού όλοι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν κόκκινα μάτια ενώ υπάρχουν αρσενικά άτομα με κόκκινα και αρσενικά άτομα με άσπρα μάτια σε αναλογία 1:1. Άρα συμπεραίνουμε ότι τα γονίδια που ελέγχουν αυτή την ιδιότητα είναι φυλοσύνδετα.

Γ2. Από τα άτομα  $I_1$  και  $I_2$  που δεν πάσχουν προκύπτει απόγονος που πάσχει άρα συμπεραίνουμε ότι η ασθένεια κληρονομείται με υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας, αφού μόνο στην υπολειπόμενη κληρονομικότητα είναι δυνατό ένα άτομο να φέρει ένα αλληλόμορφο χωρίς να το εκφράζει ( $I_1$  και  $I_2$  φορείς). Επίσης, είναι γνωστό ότι οι υπολειπόμενες ασθένειες κληρονομούνται μόνο στα ομόζυγα άτομα, τα οποία έχουν κληρονομήσει ένα παθολόγο αλληλόμορφο από κάθε γονέα.

Μπορεί να κληρονομείται με αυτοσωμικό ή φυλοσύνδετο τύπο κληρονομικότητας. Όμως η περίπτωση να πρόκειται για φυλοσύνδετη κληρονομικότητα αποκλείεται, καθώς από την διασταύρωση των ατόμων  $III_3$  και  $III_4$  προκύπτει θηλυκός απόγονος που πάσχει ( $IV_3$ ). Το άτομο αυτό θα έπρεπε να έχει γονότυπο  $X^a X^a$  δηλαδή να έχει κληρονομήσει το ένα  $X^a$  αλληλόμορφο από τη μητέρα και το άλλο  $X^a$  από τον πατέρα, κάτι το οποίο δεν είναι εφικτό αφού ο πατέρας είναι φυσιολογικός και έχει γονότυπο  $X^A Y$ . Επομένως η ασθένεια ακολουθεί αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας.

Γ3. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η ασθένεια αυτή κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας. Έστω **A**: το επικρατές αυτοσωμικό αλληλόμορφο για το φυσιολογικό φαινότυπο.

**a**: το υπολειπόμενο αυτοσωμικό αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια.

Τα άτομα  $III_1$  και  $III_2$  είναι υγιή και έχουν γονότυπο  $Aa$  αφού έχουν οπωσδήποτε κληρονομήσει ένα αλληλόμορφο  $a$  από τους ασθενείς γονείς  $II_2$  και  $II_3$  αντίστοιχα. Η διασταύρωση των ατόμων  $III_1$  και  $III_2$  είναι η εξής:

Διασταύρωση ♀  $Aa$  x  $Aa$  ♂  
Γαμέτες       $A, a$        $A, a$

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Φαινοτυπική αναλογία: 3 υγιή : 1 άρρωστο

Άρα η πιθανότητα να αποκτήσουν παιδί που πάσχει είναι  $1/4$  και η πιθανότητα να αποκτήσουν γιο είναι  $1/2$  (όπως προκύπτει από τη διασταύρωση  $XX \times XY \rightarrow 1XX:1XY$ ). Η συνολική πιθανότητα είναι:  $1/4 \times 1/2 = 1/8$ .

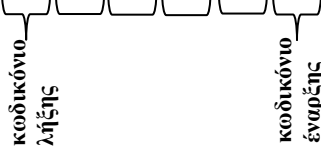
Γ4. Το μιτοχονδριακό DNA κληρονομείται από τη μητέρα στα παιδιά της, αφού το ζυγωτό περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Ο άνδρας  $I_1$  δεν θα κληροδοτήσει το γονίδιο σε κανένα άτομο. Το συγκεκριμένο γονίδιο θα κληροδοτηθεί από τη γυναίκα  $I_4$  στην κόρη της  $II_4$ . Η  $II_4$  θα το κληροδοτήσει στα παιδιά της  $III_2$  και  $III_3$ . Τέλος, η  $III_3$  θα το κληροδοτήσει στο παιδί της  $IV_3$ . Επομένως τα άτομα του γενεαλογικού δέντρου που κληρονόμησαν το γονίδιο αυτό θα είναι τα  $II_4, III_2, III_3, IV_3$ .

## ΘΕΜΑ Δ

- Δ1. Η κωδική αλυσίδα διαβάζεται με προσανατολισμό  $5' \rightarrow 3'$  και περιλαμβάνει το κωδικόνιο έναρξης  $5'ATG3'$  και με βήμα τριπλέτας θα πρέπει να εντοπιστεί ένα από τα κωδικόνια λήξης  $5'TGA3'$ ,  $5'TAA3'$  ή  $5'TGA3'$ , αφού όπως γνωρίζουμε ο όρος κωδικόνιο αφορά το mRNA και την κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Με βάση τα παραπάνω κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα 2. Η μη κωδική αλυσίδα που είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με την κωδική είναι η αλυσίδα 1. Επομένως ισχύει:

Αλυσίδα 1-Μη κωδική:  $5'GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC3'$

Αλυσίδα 2- Κωδική:  $3'CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG5'$



- Δ2. Τα πρωταρχικά τμήματα που αποτελούνται από RNA, είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με την κάθε μητρική αλυσίδα του DNA. Στο βακτηριακό DNA υπάρχει μια θέση έναρξης της αντιγραφής. Σχολ. Βιβλίο, σελ: 30 «Οι DNA πολυμεράσεις...και ασυνεχής στην άλλη». Στην αλυσίδα που αντιγράφεται με συνέχεια σχηματίζεται ένα πρωταρχικό τμήμα και σε αυτή που αντιγράφεται με ασυνέχεια σχηματίζονται πολλά πρωταρχικά τμήματα. Συγκρίνοντας τις μητρικές αλυσίδες του DNA παρατηρούμε ότι τα πρωταρχικά τμήματα (I) και (II) είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με την αλυσίδα (1), ενώ το πρωταρχικό τμήμα (III) με την αλυσίδα (2). Επομένως η αλυσίδα 1 αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο και η αλυσίδα 2 με συνεχή τρόπο.

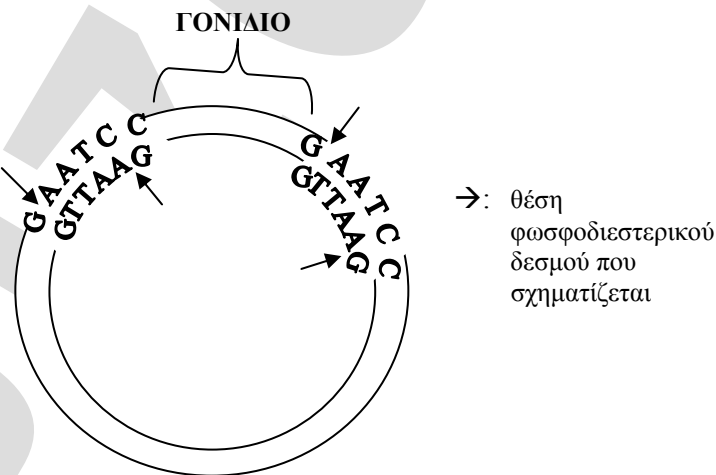
Αλυσίδα 1  $5'GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC3'$

Αλυσίδα 2  $3'CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG5'$

$3'AUCGAAUU5'$        $3'CUUAAGAG5'$

$5'GUUGAAUU3'$

- Δ3. Το περιοριστικό ένζυμο EcoRI αναγνωρίζει την αλληλουχία  $5'GAATTC3'$  και κόβει τον φωσφοδιεστερικό δεσμό μεταξύ G και A σε κάθε αλυσίδα. Παρατηρούμε ότι η αλληλουχία αυτή με τον σωστό προσανατολισμό εντοπίζεται στο πλασμίδιο A, το οποίο είναι εκείνο που θα χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης. Με βάση τα παραπάνω θα διασπαστούν συνολικά 2 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί στο πλασμίδιο όταν αυτό κοπεί από την EcoRI. Στη συνέχεια κατά το σχηματισμό του ανασυνδυσμένου πλασμιδίου θα σχηματιστούν συνολικά 4 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί αφού κατά τη σύνδεση με το υπό μελέτη DNA δημιουργούνται δυο αλληλουχίες αναγνώρισης της EcoRI, μια σε κάθε άκρο του.



- Δ4. Το δεύτερο κύτταρο όπου το μέγεθος του γονιδιώματος είναι  $1,6 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων, είναι απλοειδές κύτταρο δηλαδή γαμέτης. Το πρώτο κύτταρο όπου το μέγεθος του γονιδιώματος είναι  $3,2 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων είναι διπλοειδές κύτταρο δηλαδή πρόκειται για σωματικό κύτταρο πριν την αντιγραφή του DNA και το γονιδίωμα του έχει διπλάσιο μέγεθος από εκείνο στο γαμέτη. Τέλος, το τρίτο κύτταρο όπου το μέγεθος του γονιδιώματος είναι  $6,4 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων, είναι επίσης σωματικό κύτταρο αλλά έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της αντιγραφής του DNA όποτε το γονιδίωμα του έχει διπλάσιο μέγεθος σε σχέση με το πρώτο κύτταρο.

Επιμέλεια

Ομάδα Βιολόγων Ε.Ο. «ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ»

εκπαιδευτικός οργανισμός

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ