

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <b>ΜΑΘΗΜΑ/ΤΑΞΗ:</b> | <b>Απαντήσεις Βιολογίας</b> |
| <b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:</b>  | <b>14/03/2026</b>           |

### ΘΕΜΑ Α

A1 → δ, A2 → γ, A3 → γ, A4 → β, A5 → γ

### ΘΕΜΑ Β

#### B1.

1 → στ, 2 → η, 3 → δ, 4 → ε, 5 → β, 6 → γ, 7 → α

#### B2

α → **Επιχiasμός** : Το φαινόμενο κατά το οποίο στα χιάσματα κατά τη μετάφαση I, οι χρωματίδες κόβονται και επανασυγκολλώνται, αφού όμως έχουν ανταλλάξει μεταξύ τους ομόλογα χρωμοσωμικά τμήματα.

β → **Μονογονιδιακός χαρακτήρας** : Ο χαρακτήρας που καθορίζεται από αλληλόμορφα ενός μόνο γονιδίου.

γ → **Φορέας κλωνοποίησης** : ένα μόριο DNA, π.χ. πλασμίδιο ή DNA φάγων, το οποίο μπορεί να αυτοδιπλασιάζεται ανεξάρτητα μέσα σε ένα κύτταρο-ξενιστή όπως ένα βακτήριο.

#### B3

Στα ριβοσώματα τα οποία θα τα συναντήσουμε ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα, στην επιφάνεια του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες. Τα ριβοσώματα αποτελούνται από rRNA και πρωτεΐνες .

#### B4

α) β → εκθετική φάση, στ → στατική φάση, ζ → φάση θανάτου

β)  $t_2 - t_3$  : Στατική φάση : κατά την οποία ο πληθυσμός των βακτηρίων δεν αυξάνεται, λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω συσσώρευσης τοξικών προϊόντων από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών.

$t_3 - t_4$ : Λανθάνουσα φάση: ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που προέρχεται από την αρχική καλλιέργεια παραμένει σχεδόν σταθερός. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν στις καινούργιες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται.

γ) Τελική κατεργασία είναι η διεργασία καθαρισμού του προϊόντος που παραλαμβάνεται από το βιοαντιδραστήρα. Αρχικά, γίνεται διαχωρισμός των υγρών από τα στερεά συστατικά, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα κύτταρα. Αυτό γίνεται συνήθως με διήθηση ή με φυγοκέντρηση. Το επιθυμητό προϊόν μπορεί να περιλαμβάνεται στα στερεά ή υγρά συστατικά, από όπου παραλαμβάνεται με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων.

Τα προϊόντα της ζύμωσης μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο όταν είναι απόλυτα καθαρά, δηλαδή όταν δεν έχουν προσμείξεις.

## ΘΕΜΑ Γ

### Γ1.

- α) διαθέτει 2 A, 2 Γ, 2 Β και 2 Δ γιατί υπάρχουν διπλασιασμένα και τα δύο χρωμοσώματα του ζεύγους.  
 β) Επειδή έχουν χωριστεί τα ομόλογα χρωμοσώματα :  
 στο ένα θυγατρικό κύτταρο : 2 A και 2 Γ  
 στο άλλο θυγατρικό κύτταρο : 2 Β και 2 Δ  
 γ) Κάθε γαμέτης έχει πάρει μια χρωματίδα από κάθε ζεύγος διπλασιασμένων ομόλογων χρωμοσωμάτων :  
 2 γαμέτες : 1 A και 1 Γ  
 2 γαμέτες : 1 Β και 1 Δ

### Γ2.

Εφόσον το μεταλλαγμένο γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια υπάρχει στον γονότυπο ενός ατόμου, τότε εκφράζεται στον φαινότυπό του και το άτομο πάσχει, αποκλείουμε και τους δύο υπολειπόμενους τρόπους κληρονομικότητας : αυτοσωμική υπολειπόμενη και φυλοσύνδετη υπολειπόμενη .

Έστω φυλοσύνδετη επικρατής:

Απορρίπτουμε την φυλοσύνδετη υπολειπόμενη καθώς από τον  $II_2$  που πάσχει προκύπτει η υγιής κόρη  $III_1$ , αδύνατον στην φυλοσύνδετη επικρατή κληρονομικότητα καθώς ο πατέρας της θα της κληροδοτούσε το επικρατές παθολογικό αλληλομόρφο και θα έπασχε.

Έστω  $X^A \rightarrow$  παθολογικό,  $X^a \rightarrow$  φυσιολογικό

Διασταύρωση απόρριψης:  $II_1 : X^a X^a$  (x)  $II_2 : X^A Y$

Γαμέτες:  $X^a // X^A, Y$

Απόγονοι :  $X^A X^a, X^a Y$

Δεν προκύπτει υγιής κόρη.

Έστω μιτοχονδριακή : Δεκτό καθώς όλοι οι απόγονοι έχουν τον φαινότυπο της μητέρας του και γνωρίζουμε ότι το μιτοχονδριακό DNA είναι αποκλειστικής προέλευσης.

Έστω αυτοσωμική επικρατής:

Θέτουμε  $A \rightarrow$  παθολογικό,  $a \rightarrow$  φυσιολογικό

1<sup>η</sup> διασταύρωση επιβεβαιώσης

$I_1 : aa$  (x)  $I_2 : AA$

Γαμέτες :  $a // A$

Απόγονοι: Αα δεκτό καθώς προκύπτουν πάσχοντες απόγονοι

Ή  $I_1 : aa$  (x)  $I_2 : Aa$

Γαμέτες :  $a // A, a$

Απόγονοι: Αα, αα δεκτό καθώς προκύπτουν πάσχοντες απόγονοι

2<sup>η</sup> διασταύρωση επιβεβαιώσης

$II_1 : aa$  (x)  $II_2 : Aa$

Γαμέτες :  $a // A, a$

Απόγονοι: Αα, αα δεκτό καθώς προκύπτουν υγιείς απόγονοι

3<sup>η</sup> διασταύρωση επιβεβαιώσης

$I_1$  : αα ( $x$ )  $I_2$  : Αα

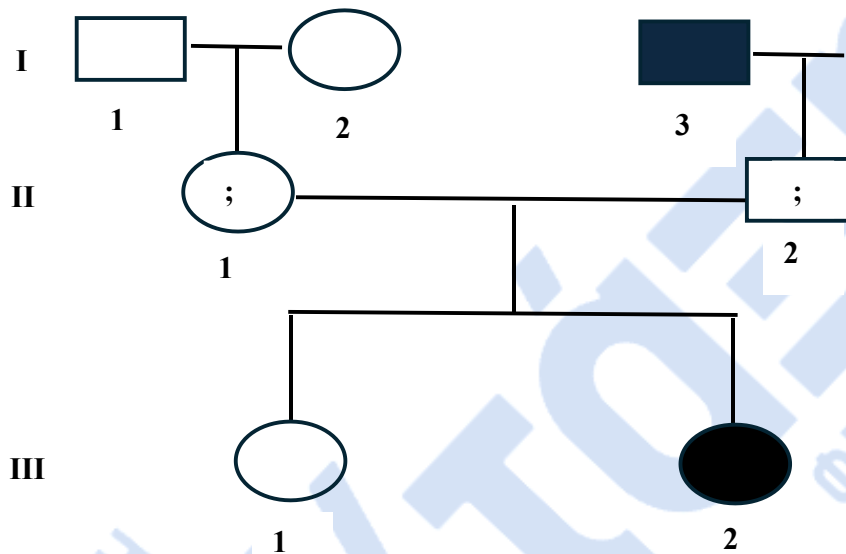
Γαμέτες : α // Α, α

Απόγονοι: Αα, αα δεκτό καθώς προκύπτουν πάσχοντες απόγονοι

Άρα είτε μιτοχονδριακή είτε αυτοσωμική επικρατής.

**Γ3**

α)



β) Η κυστική ίνωση κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τρόπο.

Θέτω  $K \rightarrow$  επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο,  $k \rightarrow$  υπολειπόμενο παθολογικό αλληλόμορφο

$I_1$  :  $KK$  ή  $Kk$ ,  $I_2$  :  $KK$  ή  $Kk$  επειδή η  $II_1$  :  $Kk$  για να είναι υγιής ώστε να αποκτή υγιές παιδί ( να του έχει κληροδοτήσει το  $K$  καθώς ο άντρας πάσχει) και να αποκτή πάσχον παιδί, άρα , τουλάχιστον ένας από τους δύο γονείς της της έχει κληροδοτήσει το  $k$ .

$I_3$  :  $kk$  και  $I_4$  :  $kk$  εφόσον πάσχουν .

$II_2$  :  $kk$  καθώς και οι δύο γονείς του πάσχουν.

$III_1$  :  $Kk$  καθώς έχει κληρονομήσει ένα  $k$  από τον πατέρα της.

$III_2$  :  $kk$ .

γ) Η μερική αχρωματοψία κληρονομείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τρόπο.

Θέτω  $X^A \rightarrow$  επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο,  $X^a \rightarrow$  υπολειπόμενο παθολογικό αλληλόμορφο

$I_1$  :  $X^A Y$  επειδή είναι υγιής.

$I_2$  :  $X^A X^a$  καθώς η κόρη της  $II_1$  έχει γονότυπο  $X^A X^a$  για να αποκτήσει πάσχουσα κόρη , άρα , κληρονόμησε το  $X^a$  από τη μητέρα της αλλά και να αποκτή υγιή κόρη ενώ ο άντρας της πάσχει ( της κληροδότησε  $X^A$ ).

$II_2$  :  $X^a Y$  επειδή και οι δύο γονείς του πάσχουν.

III<sub>1</sub>: X<sup>Δ</sup> X<sup>δ</sup> επειδή είναι υγιής αλλά έχει κληρονομήσει το X<sup>δ</sup> από τον πατέρα της.  
III<sub>2</sub>: X<sup>δ</sup> X<sup>δ</sup> επειδή πάσχει.

δ) αιμορροφιλία α : φυλοσύνδετος υπολειπόμενος τύπος κληρονομικότητας.  
αλφισμός : αυτοσωμικός υπολειπόμενος τύπος κληρονομικότητας.

ε) Για τον αλφισμό : Θέτουμε A → επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο, α → υπολειπόμενο παθολογικό αλληλόμορφο

Και οι δύο γονείς θα έχουν γονότυπο Aa καθώς είναι υγιείς αλλά αποκτούν πάσχον παιδί με γονότυπο αα.

Γιος : AA ή Aa , κόρη : αα.

Για την αιμορροφιλία α : Θέτουμε X<sup>Γ</sup> → επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο, X<sup>Υ</sup> → υπολειπόμενο παθολογικό αλληλόμορφο

Ο πατέρας ως υγιής X<sup>Γ</sup>Y . Η μητέρα ως υγιής που αποκτά πάσχον γιο έχει γονότυπο X<sup>Γ</sup> X<sup>Υ</sup>.

Γιος : X<sup>Υ</sup>Y, κόρη : X<sup>Γ</sup> X<sup>Γ</sup> ή X<sup>Γ</sup> X<sup>Υ</sup>.

ζ) Διασταύρωση : Aa X<sup>Γ</sup>Y (x) Aa X<sup>Γ</sup> X<sup>Υ</sup>

Γαμέτες : AX<sup>Γ</sup>, AY, αX<sup>Γ</sup>, αY // A X<sup>Γ</sup>, A X<sup>Υ</sup>, α X<sup>Γ</sup>, α X<sup>Υ</sup>

| Γαμέτες          | AX <sup>Γ</sup>                  | AY                  | αX <sup>Γ</sup>                  | αY                  |
|------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| A X <sup>Γ</sup> | AA X <sup>Γ</sup> X <sup>Γ</sup> | AA X <sup>Γ</sup> Y | Aα X <sup>Γ</sup> X <sup>Γ</sup> | Aα X <sup>Γ</sup> Y |
| A X <sup>Υ</sup> | AA X <sup>Γ</sup> X <sup>Υ</sup> | AA X <sup>Υ</sup> Y | Aα X <sup>Γ</sup> X <sup>Υ</sup> | Aα X <sup>Υ</sup> Y |
| α X <sup>Γ</sup> | Aα X <sup>Γ</sup> X <sup>Γ</sup> | Aα X <sup>Γ</sup> Y | αα X <sup>Γ</sup> X <sup>Γ</sup> | αα X <sup>Γ</sup> Y |
| α X <sup>Υ</sup> | Aα X <sup>Γ</sup> X <sup>Υ</sup> | Aα X <sup>Υ</sup> Y | αα X <sup>Γ</sup> X <sup>Υ</sup> | αα X <sup>Υ</sup> Y |

Η πιθανότητα να γεννηθεί κόρη χωρίς καμία ασθένεια είναι 8/16 = 3/16.

Τα παραπάνω επιλύθηκαν σύμφωνα με τον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> νόμο του Μεντελ.

1<sup>ος</sup> νόμος του Μεντελ : Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον πρώτο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.

2<sup>ος</sup> νόμος του Μεντελ : Ο δεύτερος νόμος της ανεξάρτητης μεταβίβασης των γονιδίων αναφέρει ότι το γονίδιο που ελέγχει ένα χαρακτήρα δεν επηρεάζει τη μεταβίβαση του γονιδίου που ελέγχει έναν άλλο χαρακτήρα.

## ΘΕΜΑ Δ

### Δ1.

α) HbA : α<sub>2</sub>β<sub>2</sub>, HbA2 : α<sub>2</sub>δ<sub>2</sub>, HbF : α<sub>2</sub>γ<sub>2</sub>

β) Η Ελένη εφόσον δεν παράγει καθόλου αιμοσφαιρίνη A αλλά έχει πολύ αυξημένη αιμοσφαιρίνη F πάσχει από β-θαλασσαιμία. Τα ομόζυγα άτομα με β-θαλασσαιμία

εμφανίζουν σοβαρή αναιμία. Η αντιμετώπιση γίνεται με συχνές μεταγγίσεις αίματος, οι οποίες όμως σταδιακά δημιουργούν πρόβλημα λόγω της υπερφόρτωσης του οργανισμού με σίδηρο. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με φαρμακευτική αγωγή (αποσιδήρωση).

γ) Η Μαρία εφόσον δεν παράγει HbA αλλά HbS σε μεγάλα ποσοστά πάσχει από δρεπανοκυτταρική αναιμία. Η μετάλλαξη που προκαλεί την ασθένεια οδηγεί σε αλλαγή της στερεοδιάταξης της αιμοσφαιρίνης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της μορφής των ερυθροκυττάρων, τα οποία, σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, παίρνουν χαρακτηριστικό δρεπανοειδές σχήμα. Τα δρεπανοκύτταρα εμποδίζουν τη φυσιολογική κυκλοφορία του αίματος στα τριχοειδή αγγεία δημιουργώντας προβλήματα σε διάφορα όργανα όπως στο σπλήνα και τους πνεύμονες. Τα δρεπανοκύτταρα καταστρέφονται ταχύτερα από τα φυσιολογικά με συνέπεια την εμφάνιση συμπτωμάτων αναιμίας.

δ) Ο Γιώργος έχει γονότυπο  $\beta\beta^s$ , είναι φορέας, δηλαδή, της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας καθώς παράγει ελαφρώς μειωμένη HbA και σε κάποια ποσότητα HbS. Η Ιωάννα έχει γονότυπο  $\beta\beta^0$ , είναι φορέας, δηλαδή, της β-θαλασσαιμίας καθώς έχει αυξημένη ποσότητα της HbA2 που αποτελεί διαγνωστικό δείκτη των φορέων της β-θαλασσαιμίας.

Η συχνότητα των ετερόζυγων ατόμων με δρεπανοκυτταρική αναιμία ή β-θαλασσαιμία είναι αυξημένη σε περιοχές όπως οι χώρες της Μεσογείου, της Δυτικής και Ανατολικής Αφρικής και της Ν.Α. Ασίας, όπου εμφανιζόταν ελονοσία. Η αυξημένη συχνότητα οφείλεται στην ανθεκτικότητα των φορέων στην προσβολή από το πλασμώδιο (πρωτόζωο) που προκαλεί την ελονοσία, επειδή τα ερυθροκύτταρά τους δεν ευνοούν τον πολλαπλασιασμό του. Συνεπώς, η προστασία που προσδίδει η μετάλλαξη ως προς την ελονοσία αποτελεί ένα πλεονέκτημα, που τους παρέχει αυξημένη πιθανότητα επιβίωσης και δυνατότητα αναπαραγωγής.

ε) Ο Πέτρος πάσχει από α-θαλασσαιμία καθώς παρατηρούμε μειωμένη σύνθεση όλων των αιμοσφαιρινών. Η α-θαλασσαιμία είναι αποτέλεσμα, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, ελλείψεων ολόκληρου του γονιδίου που κωδικοποιεί την πολυπεπτιδική αλυσίδα α. Εφόσον σε κάθε άτομο υπάρχουν συνολικά τέσσερα γονίδια α, ελλείψεις μπορεί να δημιουργηθούν σε ένα, δύο, τρία, ή και στα τέσσερα από αυτά τα γονίδια.

## Δ2.

α) 5' **ΑΤΑΤΑΓC**ATGCAGAATTCGAAT**TGAG**ΓΤΤΑΑ 3'  
3' ΤΑΤΑΤCCTACGTCTTAAGCTT AACT**CAATT** 5'

Η πάνω αλυσίδα έχει Κ.Ε. που με βήμα τριπλέτας, συνεχόμενα και μη επικαλυπτόμενα μας οδηγεί σε Κ.Λ. σε κατεύθυνση 5' → 3'. Άρα, αποτελεί την κωδική και η συμπληρωματική και αντιπαράλληλη τη μη κωδική η οποία είναι η cDNA αλυσίδα καθώς προκύπτει με καλούπι το ώριμο mRNA. Άρα, τα τμήματα Γ και Δ δημιουργήθηκαν από τη δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης σε κατεύθυνση 5' → 3' και τα Α και Β από τη δράση της DNA πολυμεράσης σε κατεύθυνση 5' → 3' με καλούπι τη cDNA αλυσίδα.

β) mRNA : 5' ΑΥΑΥΑΓCΑΥG CΑGΑΑΥUCGΑΑΥUGΑGUUAA 3'

Το ώριμο mRNA χρησιμοποιείται σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής και αντιπαράλληλης αλυσίδας με τη χρήση του ενζύμου αντίστροφη μεταγραφάση.

γ) Η EcoRI αναγνωρίζει την αλληλουχία 5'GAATTC3' και κόβει μεταξύ G και 3'CTTAAG5'

Α σε κατεύθυνση 5'→3'. Η αλληλουχία αυτή εντοπίζεται και εντός του δίκλωνου DNA, επομένως δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την EcoRI γιατί θα το καταστρέψουμε.

δ) Θα χρησιμοποιήσουμε τον ανιχνευτή iii καθώς είναι ο μόνος που λόγω συμπληρωματικότητας και αντιπαράλληλότητας μπορεί να υβριδοποιηθεί με την cDNA αλυσίδα του δίκλωνου DNA.