



2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

## ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Γ' Γενικού Λυκείου

Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

Μ. Δευτέρα 26 Απριλίου 2021 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ Α

- A1. Β,  
A2. Γ,  
A3. Δ,  
A4. Γ,  
A5. Α.

### ΘΕΜΑ Β

- B1.** Είναι προφανές πως το παιδί έχει σύνδρομο Klinefelter και αιμορροφιλία. Το συγκεκριμένο σύνδρομο είναι μια τρισωμία φυλετικού χρωμοσώματος X. Τα άτομα αυτά είναι αρσενικά, στείρα, εμφανίζουν γυναικομαστία και ατελή ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων και των δευτερογενών χαρακτηριστικών του φύλου.  
Από τα δεδομένα της εκφώνησης είναι σαφές πως οι γονότυποι των γονέων είναι: πατέρας  $X^AY$ , μητέρα  $X^aX^a$ . Ο γονότυπος του παιδιού είναι  $X^aX^aY$ . Επομένως έχει κληρονομήσει 2 X χρωμοσώματα από την μητέρα του, η οποία είναι υπεύθυνη για την χρωμοσωμική ανωμαλία. Ο μη διαχωρισμός μπορεί να έχει συμβεί είτε στην 1<sup>η</sup>, είτε στην 2<sup>η</sup> μειωτική διαίρεση.



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Οι υπόλοιπες βιώσιμες αριθμητικές ανωμαλίες που συναντάμε στον άνθρωπο είναι: Σύνδρομο Turner με γονότυπο X<sup>-</sup> (αποτελεί τη μοναδική βιώσιμη μονοσωμία στον άνθρωπο),

Συνδρομό Down ή τρισωμία 21,

Τρισωμία 13 και

Τρισωμία 18.

### B2.

A - 7

B - 5

Γ - 1

Δ - 3

E - 8

ΣΤ - 2

Z - 6

H - 4

### B3.

I - Λ

II - Σ

III - Λ.

### B4.

Έστω A και a το γονίδιο για την φυσιολογική πήξη και την αιμορροφιλία αντίστοιχα. Επίσης έστω Δ και τα αλληλόμορφα για την φυσιολογική αντίληψη χρωμάτων και την μερική αχρωματοψία. Όπως γνωρίζουμε πρόκειται για 2 φυλοσύνδετα γνώρισμα. Επομένως και τα δυο γονίδια εντοπίζονται στο X χρωμόσωμα. Από τα δεδομένα προκύπτει πως η γονιδιακή σύσταση της μητέρας είναι  $X^{(A\delta)}X^{(a\Delta)}$ .

Υγιής αρσενικός απόγονος πρέπει να έχει γονότυπο  $X^{(A\Delta)}Y$ . Καθώς το μοναδικό τους X τα αγόρια το κληρονομούν από τη μητέρα τους, η μόνη περίπτωση να προκύψει ο συγκεκριμένος απόγονος είναι να συμβεί κατά την μείωση της μητέρας επιχιασμός μεταξύ των συγκεκριμένων γονιδίων και να προκύψουν ωάρια με σύσταση  $X^{(A\Delta)}$ , όπως και με σύσταση  $X^{(a\delta)}$ . Σε κάθε περίπτωση, υπάρχει



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

αυτή η δυνατότητα, αλλά η πιθανότητα να προκύψει υγιής απόγονος είναι μικρή.

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Από τα δεδομένα της εκφώνησης προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα: Καταρχάς έχουμε φυλοσύνδετο γνώρισμα, καθώς οι φαινότυποι, άλλα και ο αριθμός αρσενικών – θηλυκών διαφέρουν.

Επίσης ένα από τα 3 αλληλόμορφα πρέπει να δρα ως θνησιγόνο υπολειπόμενο, καθώς οι αρσενικοί απόγονοι είναι μισοί σε αριθμό σε σχέση με τους θηλυκούς. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί μόνο αν ένα από τα τρία αλληλόμορφα είναι θνησιγόνο (έστω το  $\alpha_3$ ).

Τα άλλα 2 καθορίζουν το λευκό και το μαύρο χρώμα ( $\alpha_1$  και  $\alpha_2$  αντίστοιχα), είναι μεταξύ τους συνεπικρατή (υπαρξη φαινοτύπου λευκό με μαύρες κηλίδες) και επικρατούν έναντι του  $\alpha_3$ .

Καθώς το γνώρισμα είναι φυλοσύνδετο είναι προτιμότερο να συμβολίσουμε τα 3 αλληλόμορφα χρησιμοποιώντας και το X φυλετικό χρωμόσωμα. Έτσι ο ιδανικός συμβολισμός είναι:

**$X^{\alpha_1}$ : λευκό χρώμα,**

**$X^{\alpha_2}$ : μαύρο χρώμα,**

**$X^{\alpha_3}$ : θνησιγόνο αλληλόμορφο.**

Οι γονότυποι  $X^{\alpha_1}X^{\alpha_1}$ ,  $X^{\alpha_1}X^{\alpha_3}$  και  $X^{\alpha_1}Y$  αντιστοιχούν σε λευκό χρώμα τριχώματος, οι γονότυποι  $X^{\alpha_2}X^{\alpha_2}$ ,  $X^{\alpha_2}X^{\alpha_3}$  και  $X^{\alpha_2}Y$  αντιστοιχούν σε μαύρο χρώμα τριχώματος, ο γονότυπος  $X^{\alpha_1}X^{\alpha_2}$  αντιστοιχεί σε φαινότυπο λευκό τρίχωμα με μαύρες κηλίδες. Τέλος ο γονότυπος  $X^{\alpha_3}Y$  δεν επιβιώνει, λόγω του θνησιγόνου γονιδίου.

Από τα παραπάνω προκύπτει πως οι γονότυποι των ατόμων που διασταυρώθηκαν είναι: θηλυκό:  $X^{\alpha_2}X^{\alpha_3}$  x αρσενικό:  $X^{\alpha_1}Y$ .

Ακολουθεί η διασταύρωση και ο πίνακας Punnett:

$X^{\alpha_2}X^{\alpha_3}$  X  $X^{\alpha_1}Y$

	$X^{\alpha_2}$	$X^{\alpha_3}$
$X^{\alpha_1}$	$X^{\alpha_1}X^{\alpha_2}$	$X^{\alpha_1}X^{\alpha_3}$
Y	$X^{\alpha_2}Y$	$X^{\alpha_3}Y$



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Φαινότυποι απογόνων:

Θηλυκά:

1 Λευκό τρίχωμα με μαύρες κηλίδες ( $X^{\alpha 1}X^{\alpha 2}$ )

1 Λευκό τρίχωμα ( $X^{\alpha 1}X^{\alpha 3}$ )

Αρσενικά:

1 Μαύρο τρίχωμα ( $X^{\alpha 2}Y$ )

1 Δεν επιβιώνει ( $X^{\alpha 3}Y$ )

Τα αποτελέσματα της παραπάνω διασταύρωσης είναι συμβατά με τα δεδομένα της εκφώνησης, επομένως οι υποθέσεις μας είναι σωστές.

- Γ2.** Είναι προφανές πως η σχέση των αλληλομόρφων για το μήκος της ουράς είναι σχέση ατελούς επικράτησης (υπάρχει φαινότυπος με ενδιάμεσο μήκος ουράς). Επίσης και το γνώρισμα αυτό είναι φυλοσύνδετο, επομένως τα δυο χαρακτηριστικά που μελετάμε είναι συνδεδεμένα και δεν ισχύει γι' αυτά ο δεύτερος νόμος του Μέντελ. Έστω  $X^{\beta 1}$  το αλληλόμορφο που καθορίζει την μακριά ουρά και  $X^{\beta 2}$  το αλληλόμορφο που καθορίζει την κοντή ουρά. Οι γονότυποι  $X^{\beta 1}X^{\beta 1}$ ,  $X^{\beta 1}Y$ , δίνουν φαινότυπο μακριά ουρά, οι γονότυποι  $X^{\beta 2}X^{\beta 2}$ ,  $X^{\beta 2}Y$  δίνουν φαινότυπο κοντή ουρά και ο γονότυπος  $X^{\beta 1}X^{\beta 2}$  δίνει ουρά ενδιάμεσου μήκους.

Επομένως, το αρσενικό άτομο μπορεί να έχει μόνο έναν δυνατό γονότυπο:  $X^{(\alpha 2, \beta 1)}Y$ .

Αντίθετα το θηλυκό άτομο μπορεί να έχει δυο δυνατούς γονότυπους:

$X^{(\alpha 1, \beta 1)}X^{(\alpha 2, \beta 2)}$ , ή  $X^{(\alpha 1, \beta 2)}X^{(\alpha 1, \beta 2)}$ . Και οι δυο παραπάνω γονότυποι δίνουν τον ίδιο φαινότυπο: Λευκό τρίχωμα με μαύρες κηλίδες και ενδιάμεσο μήκος ουράς.

Τα αρσενικά άτομα κληρονομούν το μοναδικό τους X χρωμόσωμα από την μητέρα τους.

Επομένως, αν ο γονότυπος του θηλυκού ατόμου είναι  $X^{(\alpha 1, \beta 1)}X^{(\alpha 2, \beta 2)}$ , οι μισοί αρσενικοί απόγονοι θα έχουν γονότυπο  $X^{(\alpha 1, \beta 1)}Y$  και οι άλλοι μισοί  $X^{(\alpha 2, \beta 2)}Y$  (φαινότυποι λευκό τρίχωμα μακριά ουρά και μαύρο τρίχωμα κοντή ουρά αντίστοιχα).



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Αν ο γονότυπος του θηλυκού ατόμου είναι  $X^{(\alpha 1, \beta 2)}X^{(\alpha 2, \beta 1)}$ , οι μισοί αρσενικοί απόγονοι θα έχουν γονότυπο  $X^{(\alpha 1, \beta 2)}Y$ , και οι άλλοι μισοί  $X^{(\alpha 2, \beta 1)}Y$  (φαινότυποι λευκό τρίχωμα κοντή ουρά και μαύρο τρίχωμα μακριά ουρά αντίστοιχα).

Τα αποτελέσματα που μας δίνονται εμφανίζουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό τους φαινότυπους της πρώτης περίπτωσης (λευκό τρίχωμα μακριά ουρά και μαύρο τρίχωμα κοντή ουρά), αλλά σε μικρό ποσοστό εμφανίζονται και οι φαινότυποι της δεύτερης περίπτωσης (λευκό τρίχωμα κοντή ουρά και μαύρο τρίχωμα μακριά ουρά).

Η μόνη δυνατή εξήγηση των παραπάνω δεδομένων είναι η μητέρα να έχει τον γονότυπο  $X^{(\alpha 1, \beta 1)}X^{(\alpha 2, \beta 2)}$  (πρώτη περίπτωση), αλλά κατά την μειωτική διαδικασία για την παραγωγή γαμετών να συνέβη το φαινόμενο του επιχιασμού μεταξύ των δύο γενετικών θέσεων, οπότε εκτός από τους αναμενόμενους γαμέτες  $X^{(\alpha 1, \beta 1)}$  και  $X^{(\alpha 2, \beta 2)}$ , να προέκυψαν και οι άλλοι δύο ( $X^{(\alpha 1, \beta 2)}$  και  $X^{(\alpha 2, \beta 1)}$ ). Απλώς οι δύο τελευταίοι θα βρίσκονται σε πολύ μικρή αναλογία (ο επιχιασμός συμβαίνει πάντα σε μικρό ποσοστό).

Έτσι λοιπόν προκύπτουν και οι 4 διαφορετικοί φαινότυποι αρσενικών απογόνων στις αναλογίες που μας δίνονται:

$X^{(\alpha 1, \beta 1)}Y$  (λευκό τρίχωμα μακριά ουρά – σε μεγάλο ποσοστό)

$X^{(\alpha 2, \beta 2)}Y$  (μαύρο τρίχωμα κοντή ουρά – σε μεγάλο ποσοστό)

$X^{(\alpha 1, \beta 2)}Y$  (λευκό τρίχωμα κοντή ουρά – σε μικρό ποσοστό)

$X^{(\alpha 2, \beta 1)}Y$  (μαύρο τρίχωμα μακριά ουρά – σε μικρό ποσοστό).

**Γ3.** Όπως έχουμε προσδιορίσει από τις απαντήσεις στα προηγούμενα ερωτήματα οι γονότυποι των 2 ατόμων (αρσενικό – θηλυκό) ως προς το μήκος της ουράς είναι:

Αρσενικό  $X^{\beta 1}Y$  (μακριά ουρά)

Θηλυκό  $X^{\beta 1}X^{\beta 2}$  (ενδιάμεσο μήκος ουράς).

Όμως, μας δίνεται σαν δεδομένο πως τα μισά κύτταρα της αναπαραγωγικής του σειράς φέρουν την μετατόπιση μεταξύ X και Y. Επομένως τα μισά από αυτά τα κύτταρα θα φέρουν τον φυσιολογικό γονότυπο  $X^{\beta 1}Y$  και τα άλλα μισά θα φέρουν γονότυπο  $XY^{\beta 1}$ .



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Η δημιουργία γαμετών είναι αποτέλεσμα των γεγονότων που συμβαίνουν στη μείωση. Έτσι από τα φυσιολογικά κύτταρα θα προκύψουν γαμέτες  $X^{\beta 1}$  και  $Y$  και τα κύτταρα που φέρουν την μετατόπιση θα δώσουν γαμέτες  $X$  και  $Y^{\beta 1}$ . Όλοι οι γαμέτες θα βρίσκονται σε ίσες αναλογίες.

Γονότυπος αρσενικού  $X^{\beta 1}Y$  ή  $XY^{\beta 1}$ .

Γαμέτες αρσενικού:  $X^{\beta 1}$ ,  $Y$ ,  $X$ ,  $Y^{\beta 1}$ .

Το θηλυκό έχει γονότυπο  $X^{\beta 1}X^{\beta 2}$ , και επομένως δίνει γαμέτες  $X^{\beta 1}$ ,  $X^{\beta 2}$ .

Ακολουθεί η διασταύρωση και ο πίνακας Punnett:

	$X^{\beta 1}$	$X$	$Y$	$Y^{\beta 1}$
$X^{\beta 1}$	$X^{\beta 1}X^{\beta 1}$	$X^{\beta 1}X$	$X^{\beta 1}Y$	$X^{\beta 1}Y^{\beta 1}$
$X^{\beta 2}$	$X^{\beta 1}X^{\beta 2}$	$X^{\beta 2}X$	$X^{\beta 2}Y$	$X^{\beta 2}Y^{\beta 1}$

Προκύπτουν:

2 θηλυκά με μακριά ουρά, 1 με φυσιολογικό καρυότυπο και 1 με την μετατόπιση ( $X^{\beta 1}X^{\beta 1}$ ,  $X^{\beta 1}X$  αντίστοιχα),

1 θηλυκό με κοντή ουρά με την μετατόπιση ( $X^{\beta 2}X$ ),

1 θηλυκό με ενδιάμεσο μήκος ουράς και φυσιολογικό καρυότυπο ( $X^{\beta 1}X^{\beta 2}$ ),

2 αρσενικά με μακριά ουρά, 1 με φυσιολογικό καρυότυπο και 1 με την μετατόπιση ( $X^{\beta 1}Y$ ,  $X^{\beta 1}Y^{\beta 1}$  αντίστοιχα),

1 αρσενικό με κοντή ουρά και φυσιολογικό καρυότυπο ( $X^{\beta 2}Y$ ),

1 αρσενικό με ενδιάμεσο μήκος ουράς και τη μετατόπιση ( $X^{\beta 2}Y^{\beta 1}$ ).



**ΘΕΜΑ Δ**

- Δ1. i)** Όπως είναι γνωστό κατά την εμβρυική ζωή παράγεται μόνο η εμβρυική αιμοσφαιρίνη HbF, η οποία αποτελείται από 2  $\alpha$  και 2  $\gamma$  αλυσίδες (μοριακός τύπος  $\alpha_2\gamma_2$ ). Κατά συνέπεια η παρουσία λειτουργικών γονιδίων, τα οποία κωδικοποιούν  $\gamma$  αλυσίδες είναι απαραίτητα για την επιβίωση του εμβρύου. Από τα δεδομένα του πίνακα παρατηρούμε πως το άτομο 3 δεν φέρει καθόλου φυσιολογικά αλληλόμορφα  $\gamma$  αλυσίδας. Το συγκεκριμένο άτομο λοιπόν πρέπει να αντιστοιχεί στο έμβρυο από την πρώιμη αποβολή. Ο λόγος της αποβολής είναι η αδυναμία σύνθεσης  $\gamma$  αλυσίδας και εμβρυικής αιμοσφαιρίνης (HbF), γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα μη επιβίωση του εμβρύου και διακοπή της κύησης (αποβολή).
- ii)** Οι γονείς του συγκεκριμένου εμβρύου πρέπει να είναι ετερόζυγοι ως προς το φυσιολογικό αλληλόμορφο της  $\gamma$  αλυσίδας, ώστε να προκύψει απόγονος με την συγκεκριμένη έλλειψη. Από τα υπόλοιπα άτομα του πίνακα, 2 αλληλόμορφα  $\gamma$  έχουν τα άτομα 1, 4 και 5 (τα κύτταρα που απομονώθηκαν βρίσκονται στην μετάφαση της μίτωσης και έχουν διπλασιάσει το γενετικό τους υλικό). Από αυτά τα άτομα το άτομο 1 είναι φυσιολογικό θηλυκό ως προς τον καρυότυπο (2 X χρωμοσώματα), το άτομο 4 φυσιολογικό αρσενικό ως προς τον καρυότυπο (1 X και 1Y χρωμόσωμα), και το άτομο 5 είναι θηλυκό μεν αλλά πάσχει από σύνδρομο Turner (έχει μόνο 1 χρωμόσωμα). Επομένως το συγκεκριμένο άτομο είναι στείρο και δεν μπορεί να δώσει απογόνους. Κατά συνέπεια οι γονείς του εμβρύου είναι τα άτομα 1 και 4.
- Οι γονότυποι και φαινότυποι των ατόμων 1 και 4 ως προς τις αιμοσφαιρινοπάθειες είναι και για τα δύο άτομα απολύτως φυσιολογικοί. Και οι δύο φέρουν από 4 φυσιολογικά αλληλόμορφα για την  $\alpha$  αλυσίδα και 2 για την  $\beta$  αλυσίδα (στον πίνακα 8 και 4 αντίστοιχα λόγω μετάφασης). Μόνη τους διαφορά από το πλήρως φυσιολογικό η ύπαρξη ενός μόνο αλληλομόρφου για την αλυσίδα  $\gamma$ .
- iii)** Από τις πληροφορίες του πίνακα προκύπτει πως το άτομο 2 έχει έλλειψη του μικρού βραχίονα του χρωμοσώματος 5 (έχει 2 αντί για 4 αντίγραφα – κύτταρα στη μετάφαση). Το συγκεκριμένο άτομο πάσχει από το σύνδρομο cri du chat (φωνή της γάτας) και δεν μπορεί να είναι ενήλικας, καθώς τα άτομα με αυτό το σύνδρομο έχουν πολύ μικρό προσδόκιμο επιβίωσης.



## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Επομένως το άτομο 2 είναι το μικρό παιδί με την σοβαρή πάθηση (cfr da chat). Τα άτομα με αυτή την πάθηση εμφανίζουν διανοητική καθυστέρηση, τα κλάμα των νεογέννητων θυμίζει φωνή γάτας (νιαούρισμα) και έχουν μικρό προσδόκιμο επιβίωσης.

- iv) Τα άλλα 2 άτομα (4 και 5), πάσχουν και τα δύο από αριθμητικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Συγκεκριμένα το άτομο 4 είναι θηλυκό με σύνδρομο Turner (μονοσωμία φυλετικού χρωμοσώματος X - η μοναδική βιώσιμη στον άνθρωπο). Το άτομο 5 είναι αρσενικό με σύνδρομο Klinefelter (τρισωμία XXY). Επίσης και τα δύο άτομα έχουν μόνο ένα φυσιολογικό αλληλόμορφο της β αλυσίδας και επομένως είναι φορείς είτε της β μεσογειακής, είτε της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας (γονότυπος Bβ ή Bβ<sup>s</sup> αντίστοιχα). Επίσης το άτομο 5 φέρει μόνο 1 φυσιολογικό αλληλόμορφο της αλυσίδας γ.

Σχετικά με τα αλληλόμορφα των β αλυσίδων για τα συγκεκριμένα άτομα υπάρχουν οι παρακάτω 3 περιπτώσεις:

Και τα 2 άτομα φορείς β μεσογειακής αναιμίας Bβ X Bβ,

Και τα 2 άτομα φορείς δρεπανοκυτταρικής αναιμίας Bβ<sup>s</sup> X Bβ<sup>s</sup>,

Ο ένας φορέας της β μεσογειακής και ο άλλος φορέας της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας Bβ X Bβ<sup>s</sup>.

- v) Από την 1<sup>η</sup> περίπτωση προκύπτει 1 απόλυτα υγιής απόγονος BB, 2 φορείς της β μεσογειακής αναιμίας Bβ και 1 άτομο που πάσχει από β μεσογειακή αναιμία ββ.

Από την 2<sup>η</sup> περίπτωση προκύπτει 1 απόλυτα υγιής απόγονος BB, 2 φορείς της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας Bβ<sup>s</sup> και 1 άτομο που πάσχει από δρεπανοκυτταρική αναιμία β<sup>s</sup>β<sup>s</sup>.

Από την 3<sup>η</sup> περίπτωση προκύπτει 1 απόλυτα υγιής απόγονος BB, 1 φορέας της β μεσογειακής αναιμίας Bβ, 1 φορέας της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας Bβ<sup>s</sup> και 1 άτομο με γονότυπο ββ<sup>s</sup> (μικροδρεπανοκυτταρική αναιμία).

- Δ2. Ο Κώστας φέρει στα κύτταρά του 23 χρωμοσώματα μητρικής και 23 χρωμοσώματα πατρικής προέλευσης. Τα 23 χρωμοσώματα μητρικής προέλευσης αθροιστικά (ασχέτως αναλογίας) θα προέρχονται από τους γονείς της μητέρας του και ομοίως τα 23 πατρικής αθροιστικά (ασχέτως αναλογίας) θα προέρχονται από τους γονείς του πατέρα του. Επίσης το μιτοχονδριακό θα



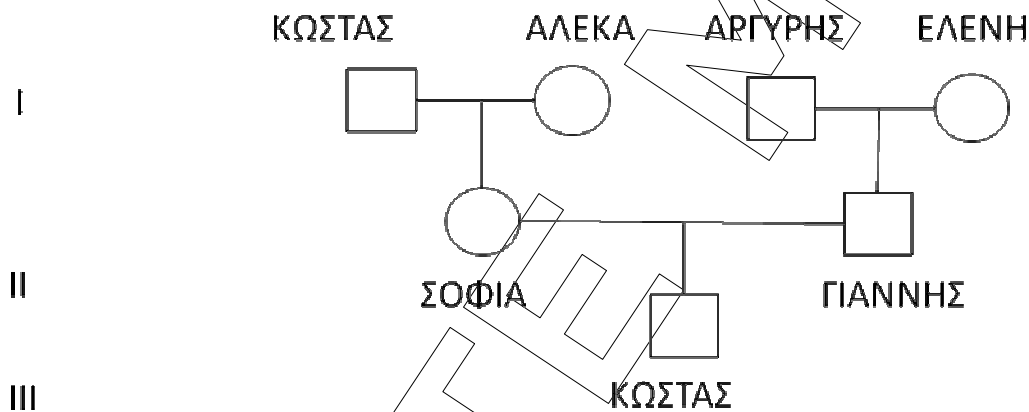


## 2021 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

προέρχεται από την μητέρα του και ως συνέπεια αυτού από τη γιαγιά από την πλευρά της μητέρας.

Επομένως η μητέρα της μητέρας του είναι η Κα Αλέκα και καθώς το άθροισμα των χρωμοσωμάτων Αλέκας και Κώστα είναι 23 ( $17+6$ ), αυτοί είναι οι γονείς της μητέρας του. Αντίστοιχα οι γονείς του πατέρα του είναι η Κα Ελένη και ο Κος Αργύρης (άθροισμα χρωμοσωμάτων  $15+8=23$ ).

Ακολουθεί το γενεαλογικό δέντρο της οικογένειας:



- Δ3. α.** Κατά την αντιγραφή κάθε νέο μόριο DNA αποτελείται από μια καινούργια και μια προϋπάρχουσα αλυσίδα. Κατά συνέπεια όλα τα σπερματοζωάρια που θα σχηματιστούν θα περιέχουν ραδιενεργό θυμίνη. Από τα 23 χρωμοσώματα θα περιέχουν ραδιενέργεια και τα 23 σε κάθε σπερματοζωάριο, αλλά στην μια από τις 2 αλυσίδες τους. Συμπέρασμα: όλα τα σπερματοζωάρια θα περιέχουν ραδιενεργό θυμίνη.
- β.** Το ζυγωτό θα αποτελείται από 23 χρωμοσώματα του ωαρίου (μη ραδιενεργά) και 23 χρωμοσώματα του σπερματοζωαρίου (ραδιενεργά). Ομοίως σκεπτόμενοι με το Α ερώτημα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως μετά την 1<sup>η</sup> διαίρεση του ζυγωτού, θα υπάρχουν συνολικά στα 2 θυγατρικά κύτταρα 23 ραδιενεργά μόρια DNA, δηλαδή 23 ραδιενεργά χρωμοσώματα (1 ραδιενεργή αλυσίδα σε καθένα).