

ΒΙΟΛΟΓΙΑ Ο.Π. ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΘΕΜΑ Α

A1. Στην αυτοσωμική επικρατή κληρονομικότητα

- α.** κάθε ασθενής γονέας γεννά έναν τουλάχιστον ασθενή απόγονο
- β.** ασθενείς απόγονοι είναι δυνατό να προκύψουν από υγιείς γονείς
- γ.** ετερόζυγοι για την ασθένεια γονείς έχουν 25% πιθανότητα να γεννήσουν ασθενή απόγονο
- δ.** κάθε ασθενής απόγονος έχει έναν τουλάχιστον ασθενή γονέα

Μονάδες 5

A2. Μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει

- α.** το σύνολο του ώριμου mRNA ενός οργανισμού
- β.** το σύνολο του DNA ενός οργανισμού
- γ.** αντίγραφα ενός μόνο ανασυνδυασμένου πλασμιδίου
- δ.** αντίγραφα όλων των cDNA ενός κυττάρου.

Μονάδες 5

A3. Κατά την πρωτεϊνοσύνθεση το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με το mRNA αποτελεί το

- α.** σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης
- β.** σύμπλοκο λήξης της πρωτεϊνοσύνθεσης
- γ.** πριμόσωμα
- δ.** πολύσωμα.

Μονάδες 5

A4. Η ασθένεια της β-θαλασσαιμίας οφείλεται σε

- α.** υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο
- β.** πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια
- γ.** επικρατές φυλοσύνδετο
- δ.** επικρατές αυτοσωμικό.

Μονάδες 5

A5. Δύο αδελφές χρωματίδες συγκροτούν

- α.** τον καρύοτυπο.
- β.** το νουκλεόσωμα.
- γ.** κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα.
- δ.** το μόριο DNA.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Περιγράψτε το σχηματισμό του 3, 5 φωσφοδιεστερικού δεσμού.

Μονάδες 5

B2. Ποια γονίδια είναι δυνατόν να εντοπιστούν σε μια γονιδιωματική αλλά όχι σε μια cDNA βιβλιοθήκη;

Μονάδες 4

B3. Γιατί η μετάφραση θεωρείται μια οικονομική διαδικασία;

Μονάδες 5

B4. Ποια είναι τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μιας cDNA βιβλιοθήκης; Περιγράψτε αναλυτικά τον ρόλο του κάθε ενός στην διαδικασία κατασκευής της cDNA βιβλιοθήκης.

Μονάδες 8

B5. Τι είναι ένα γενεαλογικό δέντρο, ποιος είναι ο ρόλος τους στη μελέτη της κληρονομικότητας;

Μονάδες 3

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Σε ένα είδος θηλαστικού το χρώμα τριχώματος μπορεί να είναι κίτρινο, μαύρο, μαυροκίτρινο και άσπρο. Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) διασταυρώσεις από τις οποίες προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Διασταυρώσεις	Άτομα πατρικής γενιάς		Άτομα θυγατρικής γενιάς	
	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά
1 ^η	Κίτρινα	Μαύρα	Μαυροκίτρινα	Κίτρινα
2 ^η	Άσπρα	Κίτρινα	Κίτρινα	Άσπρα
3 ^η	Άσπρα	Μαύρα	Μαύρα	Άσπρα

i. Να εξηγήσετε πόσα αλληλόμορφα υπάρχουν στον πληθυσμό των ατόμων αυτών σχετικά με το χρώμα του τριχώματος, καθώς και τον τύπο κληρονομικότητας του χρώματος των τρωκτικών αυτών.

Μονάδες 4

ii. Να γράψετε τους γονότυπους των γονέων και των απογόνων για κάθε μια από τις τρεις διασταυρώσεις, αιτιολογώντας με τις κατάλληλες διασταυρώσεις. Το φύλο στα τρωκτικά αυτά καθορίζεται όπως στον άνθρωπο.

Μονάδες 6

Γ2. Από την διασταύρωση δυο εντόμων *Drosophila* προκύπτουν 174 θηλυκοί και 87 αρσενικοί απόγονοι. Πως αιτιολογείται αυτό το αποτέλεσμα;

Μονάδες 6

Γ3. Δίνονται τα ακόλουθα τμήματα DNA. Το ένα εξ αυτών προέρχεται από γονιδιωματική βιβλιοθήκη και το άλλο από cDNA βιβλιοθήκη.

Τμήμα 1:

**GAGGGCGAATTCATGTTATTGGGGCCCTCGATGTGGTGGTGCCATATATGAGAATTC
CTCCCCGCTTAAGTACAATAACCCCGGGAGCTACACCACCACGGTATATACTCTTAAG**

Τμήμα 2:

**GAATTCATGTTATTGTCTGATGTGGTGGTGCCATATATGAGAATTC
CTTAAGTACAATAACAGCTACACCACCACGGTATATACTCTTAAG**

Σε αμφότερα τα τμήματα DNA περιλαμβάνεται το ίδιο γονίδιο, που κωδικοποιεί ένα πεπτίδιο που αποτελείται από 10 αμινοξέα. Στο ένα τμήμα περιλαμβάνεται επίσης αλληλουχία που αποτελεί ρυθμιστικό στοιχείο για τη μεταγραφή του γονιδίου.

A. Να εξηγήσετε ποιο τμήμα προέρχεται από τη γονιδιωματική βιβλιοθήκη και ποιο από τη cDNA βιβλιοθήκη.

B. Το εν λόγω γονίδιο προέρχεται από ευκαρυωτικό ή προκαρυωτικό οργανισμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Γ. Να γράψετε την αλληλουχία που αποτελεί ρυθμιστικό στοιχείο της μεταγραφής του γονιδίου αυτού και να εξηγήσετε τον ρόλο της.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Δίδεται το γενεαλογικό δέντρο μιας οικογένειας στο οποίο περιγράφεται η μεταβίβαση ενός μονογονιδιακού χαρακτήρα.

α. Με ποιον τρόπο μεταβιβάζεται το παρακάτω χαρακτηριστικό;

Μονάδες 7

β. Να γράψετε τους πιθανούς γονότυπους όλων των ατόμων που απεικονίζονται στο παραπάνω γενεαλογικό δέντρο. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

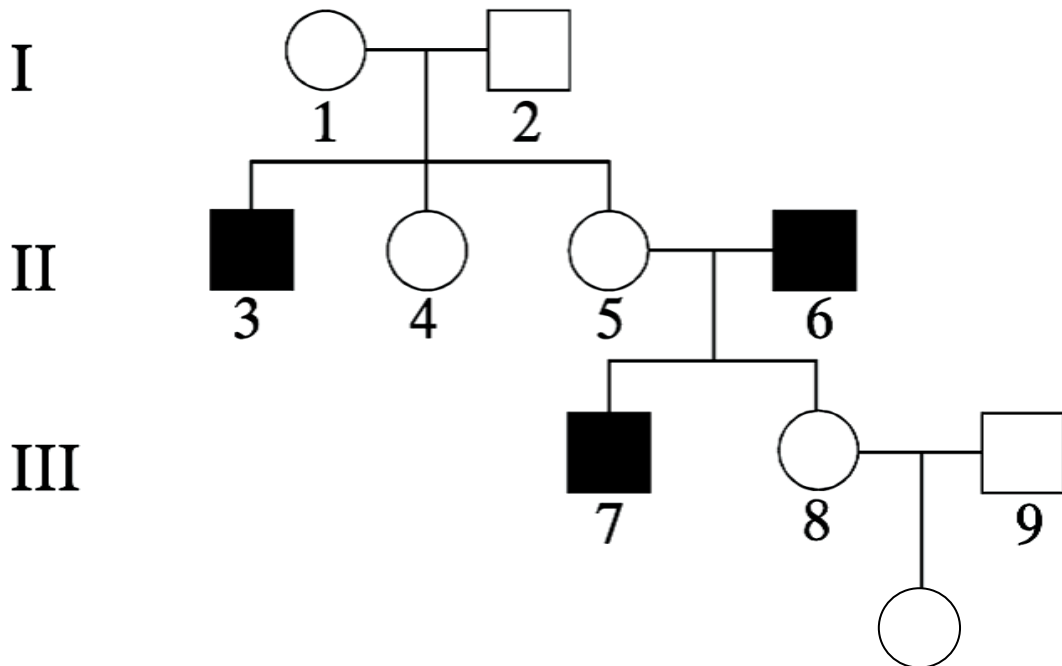
Μονάδες 8

γ. Ποια είναι η πιθανότητα η κόρη των III8 και III9 να είναι φορέας της ασθένειας;

Μονάδες 5

δ. Οι III8 και III9 περιμένουν επόμενο παιδί, ποια είναι η πιθανότητα να είναι αγόρι και να πάσχει από την ασθένεια;

Μονάδες 5



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. δ, A2. β, A3. δ, A4. β, A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1. Η σωστή απάντηση βρίσκεται στην **σελίδα 18** του Σχολικού Βιβλίου (νέα έκδοση) από «Το DNA, όπως και το RNA...» ως «...ονομάζεται 3-5 φωσφοδιεστερικός δεσμός.»

B2. Η γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει το πλήρες γονιδίωμα του οργανισμού δότη, αντιθέτως η cDNA βιβλιοθήκη περιέχει μόνο αντίγραφα των ώριμων mRNA του κυτταρικού τύπου που χρησιμοποιήθηκε. Δηλαδή περιέχει μόνο τις αλληλουχίες που αντιστοιχούν στα εξώνια των γονιδίων που εκφράζονται. Έτσι δεν περιέχει τα γονίδια που δεν εκφράζονται στον συγκεκριμένο κυτταρικό τύπο, ή γονίδια που αντιστοιχούν σε tRNA, rRNA και snRNA τα οποία κανονικά περιέχονται στην γονιδιωματική βιβλιοθήκη.

B3. Η σωστή απάντηση βρίσκεται στις **σελίδες 41-42** του Σχολικού Βιβλίου (νέα έκδοση) από «Σημειώνεται ότι πολλά μόρια...» ως «...από ένα ή δύο αντίγραφα ενός γονιδίου.». Επίσης στην απάντηση μπορεί να συμπεριληφθεί και η επαναχρησιμοποίηση των tRNA όπως περιγράφεται στην **σελίδα 41** του Σχολικού Βιβλίου, στην ενότητα «Επιμήκυνση»

B4. Αντίστροφη μεταγραφάση: Συνθέτει ένα μονόκλωνο cDNA με καλούπι το ώριμο mRNA που έχει απομονωθεί από τον οργανισμό δότη.

DNA πολυμεράση: Συνθέτει μια συμπληρωματική αλυσίδα προς το μονόκλωνο cDNA. Με αυτόν τον τρόπο το μονόκλωνο cDNA γίνεται δίκλωνο.

Περιοριστικές ενδονουκλεάσες: Κόβουν τόσο τα δίκλινα DNA όσο και τον φορέα κλωνοποίησης. Αν και τα τμήματα του DNA είναι ήδη χωρισμένα ανά γονίδιο (κάθε δίκλινο DNA αντιστοιχεί σε ένα mRNA) η δράση των ενδονουκλεασών είναι απαραίτητη για την δημιουργία μονόκλωνων συμβατών άκρων και την δημιουργία του ανασυνδυσασμένου DNA.

DNA δεσμάση: Συνδέει τα δίκλινα τμήματα DNA, που δημιουργήθηκαν από την δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης και της DNA πολυμεράσης, με τον φορέα κλωνοποίησης δημιουργώντας φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.

B5. Η σωστή απάντηση βρίσκεται στις **σελίδες 81-82** του Σχολικού Βιβλίου (νέα έκδοση) από «Οι πληροφορίες που συλλέγονται...» ως «... σε σχέση με κάποιο συγκεκριμένο χαρακτήρα». Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι «Τα γενεαλογικά δέντρα συνεισφέρουν σημαντικά στην μελέτη του τρόπου κληρονομησης διαφόρων χαρακτήρων και βοηθούν στην γενετική καθοδήγηση», «Ένα γενεαλογικό δέντρο δε μας βοηθά μόνο να καταλάβουμε το παρελθόν αλλά και να προσδιορίσουμε το μέλλον» και «Η ανάλυση των γενεαλογικών δέντρων έχει ιδιαίτερη σημασία όταν τα αλληλόμορφα που μελετώνται σχετίζονται με την δημιουργία ασθενειών.»

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. i. Παρατηρούμε ότι και από τις τρεις διασταυρώσεις εμφανίζονται διαφορετικοί φαινότυποι σε αρσενικά και τα θηλυκά άτομα. Επομένως συμπεραίνουμε ότι το χαρακτηριστικό οφείλεται σε φυλοσύνδετο γονίδιο. Στα φυλοσύνδετα γνωρίζουμε ότι στα αρσενικά άτομα ο φαινότυπος υποδηλώνει τον γονότυπο καθώς δεν υπάρχει δεύτερο αλληλόμορφο στο Y χρωμόσωμα, επομένως οποιοδήποτε αλληλόμορφο φέρεται από το αρσενικό άτομο θα εκδηλωθεί.

Παρατηρούμε επίσης στις διασταυρώσεις ότι στα αρσενικά άτομα εμφανίζονται 3 διαφορετικοί φαινότυποι, Άσπρο, Κίτρινο και Μαύρο, επομένως συμπεραίνουμε και από τα παραπάνω ότι έχουμε τρία διαφορετικά αλληλόμορφα, X^A , X^K , X^M για το Άσπρο, Κίτρινο και Μαύρο χρώμα αντίστοιχα. Επίσης παρατηρούμε ότι στα θηλυκά έχουμε και άτομα Μαυροκίτρινα, δηλαδή άτομα στα οποία εκδηλώνονται και τα δύο αλληλόμορφα, οπότε πρόκειται ενδεχομένως για συνεπικρατή γονίδια ($X^M = X^K$). Επίσης παρατηρούμε ότι από διασταύρωση Άσπρου θηλυκού με Μαύρο αρσενικό, οι θηλυκοί απόγονοι είναι όλοι Μαύροι, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το X^M επικρατεί έναντι του X^A ($X^M > X^A$). Αναλόγως από την διασταύρωση Κίτρινου θηλυκού με Άσπρο αρσενικό καταλαβαίνουμε ότι το X^K επικρατεί έναντι του X^A ($X^K > X^A$). Επομένως $X^K = X^M > X^A$

ii. Από τα παραπάνω προκύπτει:

Διασταύρωση 1: $X^K X^K \otimes X^M Y$
Γαμέτες X^K , X^M , Y

Διασταύρωση 2: $X^A X^A \otimes X^K Y$
Γαμέτες X^A , X^K , Y

Διασταύρωση 3: $X^A X^A \otimes X^M Y$
Γαμέτες X^A , X^M , Y
 $X^A X^M$, $X^A Y$

Γ2. Παρατηρούμε ότι εμφανίζονται διαφορετικοί φαινότυποι σε αρσενικά και τα θηλυκά άτομα. Επομένως συμπεραίνουμε ότι το πρόκειται για φυλοσύνδετο γονίδιο.

Επίσης γνωρίζουμε από την διασταύρωση αρσενικού και θηλυκού ατόμου πάντοτε η αναλογία αρσενικών – θηλυκών απογόνων είναι 1/1

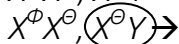
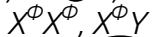


Γαμέτες X X, Y



Στην συγκεκριμένη περίπτωση βλέπουμε πως τα αρσενικά άτομα είναι μισά σε σχέση με τα θηλυκά. Επομένως συμπεραίνουμε ότι ενδέχεται αυτή η διαφορά να οφείλεται στην εκδήλωση ενός θνησιγόνου αλληλόμορφου στα αρσενικά άτομα. Θνησιγόνα χαρακτηρίζονται αλληλόμορφα που εκδηλώνονται πολύ νωρίς κατά την εμβρυογένεση και οδηγούν σε πρόωρο τερματισμό της κύησης. Επομένως αν X^{\ominus} το θνησιγόνο και X^{\oplus} το φυσιολογικό αλληλόμορφο, τότε στην παραπάνω διασταύρωση θα έχουμε:

Γαμέτες: $X^{\oplus}, X^{\ominus} \otimes X^{\oplus}, Y$



Γ3. Α. Παρατηρούμε ότι το ένα από τα τμήματα DNA που δίνονται είναι πιο μεγάλο από το άλλο, οπότε αυτό αποτελεί ένδειξη πως το μεγαλύτερο τμήμα είναι αυτό που διαθέτει εσώνιο (με δεδομένο ότι πρόκειται για το ίδιο γονίδιο). Γνωρίζουμε ότι ο Γενετικός Κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης (**5' AUG 3'**) και κωδικόνια λήξης (**5' UGA, UAA, UAG 3'**). Επίσης τα κωδικόνια έχουν αντίστοιχα και στο DNA από το οποίο προήλθε το mRNA δηλαδή το κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας είναι το **5' ATG 3'**. Αναζητούμε το κωδικόνιο έναρξης στα παραπάνω τμήματα, το οποίο και είναι σημειωμένο στο παρακάτω σχήμα:

Τμήμα 2:

**GAATTCATGTTATTGTGCGATGTGGTGGTGCCATATATGAGAAATTC
CTTAAGTACAATAACAGCTACACCACCACGGTATATACTCTTAAG**

Αντιστοιχούμε τα νουκλεοτίδια ανά 3 σε κωδικόνια. Η αντιστοίχιση αυτή γίνεται χωρίς να παραλείψουμε κάποιο νουκλεοτίδιο και χωρίς να μετράμε κάποιο σε 2 διαδοχικά κωδικόνια εφόσον ο γενετικός κώδικας είναι κωδικός τριπλέτας, συνεχής και μη επικαλυπτόμενος. Με αυτόν τον τρόπο καταλήγουμε στο κωδικόνιο λήξης **TGA**, όπως φαίνεται στο σχήμα. Συγκρίνοντας τις 2 αλληλουχίες παρατηρούμε ότι μια αλληλουχία στο τμήμα 1 δεν αντιστοιχεί σε αμινοξύ, οπότε και αυτή αποτελεί το εσώνιο, οπότε το **τμήμα 1** προέρχεται από γονιδιωματική και το **τμήμα 2** από cDNA βιβλιοθήκη.

Β. Εφόσον στο **τμήμα 1** παρατηρούμε την ύπαρξη εσωνίου και γνωρίζουμε πως εσώνια διαθέτουν μόνο τα κύτταρα των ευκαρυωτικών οργανισμών, άρα το γονίδιο προέρχεται από ευκαρυωτικό οργανισμό, ή από ιό που προσβάλλει ευκαρυωτικά κύτταρα.

Γ. Ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής αποτελούν **οι υποκινητές και οι μεταγραφικοί παράγοντες**. Γνωρίζουμε πως οι υποκινητές βρίσκονται στην αρχή του κάθε γονιδίου. Στο **τμήμα 1** στην αρχή εντοπίζεται η αλληλουχία:

GAGGGC

CTCCCG η οποία δεν συντάται στο **τμήμα 2**. Με δεδομένο ότι το **τμήμα 2** προέρχεται από cDNA βιβλιοθήκη, η οποία περιέχει μόνο τις αλληλουχίες που αντιστοιχούν στα εξώνια και δεν περιλαμβάνει υποκινητές, θεωρούμε πως η παραπάνω αλληλουχία αντιστοιχεί στον υποκινητή. Ο υποκινητής αποτελεί το σημείο πρόσδεσης της RNA πολυμεράσης πάνω στο γονίδιο. Με τον κατάλληλο συνδυασμό υποκινητή και μεταγραφικών παραγόντων η RNA πολυμεράση

προσδένεται πάνω στον υποκινητή και ξεκινάει το τοπικό ξετύλιγμα ώστε να μεταγράψει την μία από τις 2 αλυσίδες του γονιδίου.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α. Έστω ότι η το χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται με **ΑΥΤΟΣΩΜΙΚΟ ΕΠΙΚΡΑΤΗ** τρόπο:

A: επικρατές, υπεύθυνο για την ασθένεια

a: υπολειπόμενο, φυσιολογικό

Οι γονείς **I1** και **I2** με βάση αυτήν την υπόθεση θα έπρεπε να έχουν γονότυπο **aa** και **aa**. Από τέτοιους γονείς θα ήταν αδύνατο να προκύψει απόγονος ασθενής, οπότε

ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ

Έστω ότι η το χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται με **ΦΥΛΟΣΥΝΔΕΤΟ ΕΠΙΚΡΑΤΗ** τρόπο:

X^A: επικρατές, υπεύθυνο για την ασθένεια

X^a: υπολειπόμενο, φυσιολογικό

Οι γονείς **I1** και **I2** με βάση αυτήν την υπόθεση θα έπρεπε να έχουν γονότυπο **X^aX^a** και **X^aY**. Από τέτοιους γονείς θα ήταν αδύνατο να προκύψει απόγονος ασθενής, οπότε

ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ

Έστω ότι η το χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται με **ΑΥΤΟΣΩΜΙΚΟ ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟ** τρόπο:

A: επικρατές, φυσιολογικό

a: υπολειπόμενο, υπεύθυνο για την ασθένεια

Οι γονείς **I1** και **I2** με βάση αυτήν την υπόθεση θα έπρεπε να έχουν γονότυπο **Aa** και **Aa** εφόσον προκύπτει ο ασθενής απόγονος **II3 (aa)**. Ο θηλυκός απόγονος **II4** θα μπορούσε να έχει γονότυπο, **Aa, AA**, ενώ ο **II5** θα μπορούσε να είναι μόνο ετερόζυγος **Aa** εφόσον έχει ασθενή απόγονο (**III7:aa**). Ο αρσενικός απόγονος **II6** έχει γονότυπο **aa**, όπως και ο **III7**. Ο **III8** είναι ετερόζυγος εφόσον είναι υγιής, αλλά έχει ασθενή γονέα, ενώ τέλος ο **III9** είναι **Aa, ή AA**. Επομένως **ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΝΕΤΑΙ**

Έστω ότι η το χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται με **ΦΥΛΟΣΥΝΔΕΤΟ ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟ** τρόπο:

X^A: επικρατές, φυσιολογικό

X^a: υπολειπόμενο, υπεύθυνο για την ασθένεια

Οι γονείς **I1** και **I2** με βάση αυτήν την υπόθεση θα έπρεπε να έχουν γονότυπο **X^AX^a** και **X^aY** εφόσον προκύπτει ο ασθενής αρσενικός απόγονος **II3 (X^aY)**. Ο θηλυκός απόγονος **II4** θα μπορούσε να έχει γονότυπο, **X^AX^a, X^AX^A**, ενώ ο **II5** θα μπορούσε να είναι μόνο ετερόζυγος **X^AX^a** εφόσον έχει ασθενή απόγονο (**III7:X^aY**). Ο αρσενικός απόγονος **II6** έχει γονότυπο **X^aY**, όπως και ο **III7**. Ο **III8** είναι ετερόζυγος εφόσον είναι υγιής, αλλά έχει ασθενή γονέα, ενώ τέλος ο **III9** είναι **X^aY**. Επομένως

ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΝΕΤΑΙ

β. Οι γονότυποι για όλα τα άτομα αναφέρονται παραπάνω.

γ. Στην περίπτωση που ο **III8** είναι **Aa** και ο **III9** **Aa** η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:

$Aa \otimes Aa$

Γαμέτες: A, a A, a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Παρατηρούμε ότι η κόρη είναι υγιής, οπότε ο γονότυπος **aa** απορρίπτεται. Η πιθανότητα να είναι φορέας της ασθένειας είναι **2/3**

Στην περίπτωση που ο **III8** είναι **Aa** και ο **III9 AA** η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:



Γαμέτες: A, a A

	A
A	AA
a	Aa

Η πιθανότητα να είναι φορέας της ασθένειας είναι $1/2$

Αν πρόκειται για φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τότε ο **III8** έχει γονότυπο **X^AX^a** και ο **III9 X^AY**, οπότε η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:



Γαμέτες: X^A, X^a X^A, Y

	X ^A	Y
X ^A	X ^A X ^A	X ^A Y
X ^a	X ^A X ^a	X ^a Y

Παρατηρούμε ότι πρόκειται για κόρη οπότε η πιθανότητα να είναι φορέας της ασθένειας είναι $1/2$.

δ. Οι **III8** και **III9** περιμένουν επόμενο παιδί, ποια είναι η πιθανότητα να είναι αγόρι και να πάσχει από την ασθένεια;

Στην περίπτωση που ο **III8** είναι **Aa** και ο **III9 Aa** η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:



Γαμέτες: A, a A, a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Η πιθανότητα να είναι αγόρι που πάσχει από την ασθένεια είναι $1/4 \times 1/2 = 1/8$

Στην περίπτωση που ο **III8** είναι **Aa** και ο **III9 AA** η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:

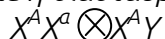


Γαμέτες: A, a A

	A
A	AA
a	Aa

Η πιθανότητα να πάσχει είναι 0

Αν πρόκειται για φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τότε ο **III8** έχει γονότυπο **X^AX^a** και ο **III9 X^AY**, οπότε η διασταύρωση θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:



Γαμέτες: X^A, X^a X^A, Y

	X ^A	Y
X ^A	X ^A X ^A	X ^A Y
X ^a	X ^A X ^a	X ^a Y

Η πιθανότητα να είναι αγόρι και να πάσχει είναι $1/4$.