**Πιθανές απαντήσεις των ασκήσεων**

**1.** Έστω A=φυσιολογικό, α=συγκόλληση πνευμόνων

Φ=φυσιολογικό, φ=φαινυλκετονουρία, όπου Φ>φ

α. Γονότυποι γονέων: ♂Ααφφ  **x** ♀ΑαΦΦ (1/2) ή ΑαΦφ (1/2)

1η περίπτωση: ♂Ααφφ **x** ♀ΑαΦΦ

γαμέτες: 1/2 Αφ, 1/2 αφ

1/2 ΑΦ, 1/2 αΦ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1/2 ΑΦ | 1/2 αΦ |
| 1/2 Αφ | 1/4 ΑΑΦφ (φυσιολ για PKU, Ομόζυγος για ασθένεια πνευμόνων) | 1/4 ΑαΦφ |
| 1/2 αφ | 1/4 ΑαΦφ | **1/4 ααΦφ πεθαίνει** |

P1= 1/2· 1/4= 1/8 (πεθαίνει)

2η περίπτωση: ♂Ααφφ **x**♀ΑαΦφ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1/4 ΑΦ | 1/4 Αφ | 1/4 αΦ | 1/4 αφ |
| 1/2 Aφ | 1/8 ΑΑΦφ | 1/8 ΑΑφφ | 1/8 ΑαΦφ | **1/8 Ααφφ πεθαίνει** |
| 1/2 αφ | 1/8 ΑαΦφ | 1/8 Ααφφ | 1/8 ααΦφ | **1/8 ααφφ πεθαίνει** |

1/8+1/8 = 1/4

P1́= 1/2· 1/4= 1/8 (πεθαίνει)

**β. Άρα η πιθανότητα το πρώτο παιδί να πεθάνει είναι: Pολ= P1 +P1΄ =1/8+1/8 = 1/4**

γ. Ηπιθανότητα να γεννηθεί παιδί με PKU και ετερόζυγος από την 1η διασταύρωση είναι P2= 0 (φαινυλκετονουρία και ετερόζυγος)

Ηπιθανότητα να γεννηθεί παιδί φυσιολογικό για PKU και όχι ετερόζυγος από την 1η διασταύρωση είναι P3= 1/2· 1/3= 1/6 (φυσιολογικός και όχι ετερόζυγος)

**Τα ποσοστά P2, P3, P2́ και P3́ υπολογίζονται επί των ατόμων που ζουν αφού το ερώτημα αναφέρεται σε παιδιά που επιβιώνουν**

Από τη 2η διασταυρωση

2/6 δηλ 1/3 έχει PKU και ετερόζυγος για την ασθένεια των πνευμόνων

άρα P2́= 1/2· 1/3=1/6 (φαινυλκετονουρία και ετερόζυγος)

1/6 είναι φυσιολολοφικό για PKU και ετερόζυγο

άρα P3́= 1/2· 1/6= 1/12(φυσιολογικός και όχι ετερόζυγος)

Παιδί με φαινυλκετονουρία και ετερόζυγο: P2+P2́=0 + 1/6=1/6

Παιδί φυσιολογικό και δεν είναι ετερόζυγο: P3+P3́=1/6 + 1/12=3/12=1/4

**Για τα 3 παιδιά ισχύουν οι παρακάτω συνδυασμοί:**

1ο: PKU, 2ο: PKU, 3ο: Φυσιολογικό = 1/6· 1/6· 1/4=1/144= Pα

1ο: PKU, 2ο: φυσιολογικό, 3ο: PKU = 1/6· 1/4· 1/6=1/144= Pβ

1ο: Φυσιολογικό, 2ο:PKU, 3ο: PKU= 1/4· 1/6· 1/6=1/144= Pγ

Άρα Pα+Pβ+Pγ=1/144+1/144+1/144=3/144=1/48

**2.** α. Από τα δεδομένα της άσκησης προκύπτει:

Πορφυροειδές χρώμα : Κανονικό χρώμα 2 : 1

Μικρού πάχους τρίχες : Κανονικές τρίχες 2 : 1

Άρα υπάρχουν 2 θνησιγόνα αυτοσωμικά γονίδια.

Έστω Π=κανονικό χρώμα, Π ́=θνησιγόνο, ΠΠ ́=πορφυροειδές χρώμακαι Κ=κανονικές τρίχες, Κ́= θνησιγόνο, ΚΚ ́=μικρού πάχους τρίχες,

Άρα, P: ΠΠ ́ΚΚ ́x ΠΠ ́ΚΚ ́

γαμέτες: 1/4 ΠΚ, 1/4 ΠΚ΄, 1/4 Π΄Κ, 1/4 Π΄Κ΄

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1/4ΠΚ | 1/4 ΠΚ΄ | 1/4 Π΄Κ | 1/4 Π΄Κ΄ |
| 1/4 ΠΚ | 1/16 ΠΠΚΚ | 1/16 ΠΠΚΚ΄ | 1/16 ΠΠ΄ΚΚ | 1/16 ΠΠ΄ΚΚ΄ |
| 1/4ΠΚ΄ | 1/16 ΠΠΚΚ΄ | 1/16 ΠΠΚ΄Κ΄  **πεθαίνει** | 1/16 ΠΠ΄Κ΄Κ | 1/16Π΄Π΄Κ΄Κ΄  **πεθαίνει** |
| 1/4 Π΄Κ | 1/16 ΠΠ΄ΚΚ | 1/16 ΠΠ΄Κ΄Κ | 1/16 Π΄Π΄ΚΚ **πεθαίνει** | 1/16Π΄Π΄ΚΚ΄  **πεθαίνει** |
| 1/4 Π΄Κ΄ | 1/16 ΠΠ΄ΚΚ΄ **πεθαίνει** | 1/16ΠΠ΄Κ΄Κ΄  **πεθαίνει** | 1/16 Π΄ΠΚ΄Κ | 1/16Π΄Π΄Κ΄Κ΄  **πεθαίνει** |

β. 9 άτομα γεννιούνται στα 16

47 Χ;

Χ≈ 83-84 άτομα. Άρα πεθαίνουν γύρω στα 36-37 άτομα

**3.** Για το χρώμα τριχώματος:

**θηλυκά** κίτρινα : μαύρα 2 : 1

**αρσενικά** κίτρινα : μαύρα 2 : 1

Άρα υπάρχει 1 θνησιγόνο αυτοσωμικό γονίδιο.

Έστω Μ=μαύρο χρώμα, Μ ́=θνησιγόνο, ΜΜ ́=κίτρινο χρώμα

Για το μέγεθος των ποδιών:

Στα θηλυκά, κανονικά : μέσου μεγέθους πόδια 1 : 1

Στα αρσενικά: όλα κανονικά

Επίσης ♂: ♀2 : 1

Άρα υπάρχει ένα θνησιγόνο φυλοσύνδετο γονίδιο. Έστω ΧΚ=κανονικό,

ΧΚ1 = θνησιγόνο

P:♀ΜΜ ́ΧΚΧΚ1 x♂ΜΜ́ΧΚΥ

γαμέτες: ΜΧΚ, ΜΧΚ1, Μ ́ΧΚ, Μ ́ΧΚ1ΜΧΚ, ΜΥ, Μ ́ΧΚ, Μ ́Υ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **MXK** | **MY** | **M΄XΚ** | **Μ΄Υ** |
| **ΜΧΚ**  **ΜΧΚ1**  **Μ́ΧΚ**  **Μ́ΧΚ1** | ΜΜΧΚΧΚ  μαύρο  κανονικό  ΜΜΧΚΧΚ1  μαύρο  μέσου μεγέθους  πόδια  ΜΜ́ΧΚΧΚ  κίτρινο  κανονικό  ΜΜ́ΧΚΧΚ1  κίτρινο  μέσου μεγέθους  πόδια | ΜΜΧΚΥ  μαύρο  κανονικό  ΜΜΧΚ1Υ  **πεθαίνει**  ΜΜ́ΧΚΥ  κίτρινο  κανονικό  ΜΜ́ΧΚ1Υ  **πεθαίνει** | ΜΜ ́ΧΚΧΚ  κίτρινο  κανονικό  ΜΜ ́ΧΚΧΚ1  κίτρινο  μέσου μεγέθους  πόδια  Μ ́Μ ́ΧΚΧΚ  **πεθαίνει**  Μ ́Μ ́ΧΚΧΚ1  **πεθαίνει** | ΜΜ ́ΧΚΥ  κίτρινο  κανονικό  ΜΜ ́ΧΚ1Υ  **πεθαίνει**  Μ ́Μ ́ΧΚΥ  **πεθαίνει**  Μ ́Μ ́ΧΚ1Υ  **πεθαίνει** |

**4.** Έστω **ΧΚ**= φυσιολογικός, **Χκ**= κυαμισμός, όπου **ΧΚ>Χκ** και **ΧΑ** = φυσιολογικός, **Χα**=αιμορροφιλία, όπου **ΧΑ>Χα**

α. Άνδρας **ΧκαΥ,**

1η γυναίκα :  **ΧΚΑΧκα**, 1η κόρη **ΧκαΧκα**, 1ος γιος **ΧΚΑΥ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ΧΚΑ** | **Χκα** |
| **Xκα** | **ΧΚΑΧκα** | **ΧκαΧκα** |
| **Υ** | **ΧΚΑΥ** | **ΧκαΥ** |

2η γυναίκα:  **ΧΚαΧκΑ**, 2η κόρη **ΧκαΧκΑ**, 2ος γιος **ΧΚαΥ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ΧΚα** | **ΧκΑ** |
| **Χκα** | **ΧΚαΧκα** | **ΧκαΧκΑ** |
| **Υ** | **ΧΚαΥ** | **ΧκΑΥ** |

β. Η πιθανότητα η 2η κόρη να κάνει γιο που φέρει και τις δύο ιδιότητες; P=25%

**ΧκαΧκΑ  x ΧΚΑΥ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Χκα** | **ΧκΑ** |
| **ΧΚΑ** | **ΧΚΑΧκα** | **ΧΚΑΧκΑ** |
| **Υ** | **ΧκαΥ** | **ΧκΑ Υ** |

γ. H πιθανότητα ο 1ος γιος να αποκτήσει κόρη κυαμική και αιμορροφιλική είναι P=0

Δίνει στην κόρη  **ΧΚΑ**

δ. Η γυναίκα του μπορεί να έχει γονότυπο **ΧκΑΧκΑ** ή **ΧκΑΧκα**

(κάθε γονότυπος έχει πιθανότητα 1/2)

Διακρίνουμε 2 περιπτώσεις:

1η περίπτωση: **ΧΚα** **Υx ΧκΑΧκΑ** η πιθανότητα να αποκτήσουν παιδί που φέρει τουλάχιστον την μία από τις δύο ιδιότητες

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ΧκΑ** | **ΧκΑ** |
| **ΧΚα** | **ΧΚα****ΧκΑ** | **ΧΚα****ΧκΑ** |
| **Υ** | **ΧκΑΥ** | **ΧκΑΥ** |

P1 = 1/2 · 1/2 =1/4

2η περίπτωση: **ΧΚα****Υ x ΧκΑΧκα**

η πιθανότητα να αποκτήσουν παιδί που φέρει τουλάχιστον την μία από τις δύο ιδιότητες

P2 = 1/2 · 3/4 =3/8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ΧκΑ** | **Χκα** |
| **ΧΚα** | **ΧΚα**  **ΧκΑ** | **ΧΚα** **Χκα** |
| **Υ** | **ΧκΑΥ** | **ΧκαΥ** |

Pολ=P1+P2 =1/4+3/8=2/8+3/8=5/8

**5.** Έστω Χ**Κ** = φυσιολογικός, Χ**κ**= κυαμισμός, όπου Χ**Κ**>Χκ ΧΔ=φυσιολογικός, Χδ=δαλτωνισμός, όπου Χ**Δ**>Χ**δ** καιΧ**Α**=φυσιολογικός, Χ**α**=αιμορροφιλία, όπου Χ**Α**>Χ**α**

Οι γονότυποι των γονέων είναι: ♂Χ**κδΑ**Υ και ♀Χ**κΔΑ**Χ**κδα** (1/2) ή Χ**κδΑ**Χ**κΔα** (1/2)

Διακρίνουμε 2 περιπτώσεις:

1η περίπτωση: **ΧΚδΑΥ x ΧκΔΑΧκδα**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ΧκΔΑ** | **Χκδα** |
| **ΧΚδΑ** | **ΧκδΑΧκΔΑ**  κορίτσι φυσιολογικό | **ΧΚδΑΧκδα** |
| **Υ** | **ΧκΔΑΥ** αγόρι με 2 ιδιότητες (δαλτωνικό) | **Χκδα Υ** αγόρι με 3ιδιότητες  (δαλτωνικό) |

P1= 1/2 · 1/2 =1/4 (παιδί δαλτωνικό)

P2= 1/2 · 1/2 =1/4 (1ο αγόρι με τις 3 ιδιότητες)

P3= 1/2 · 1/4 =1/8 (κορίτσι φυσιολογικό)

P4= 1/2 · 1/4 =1/8 (αγόρι με 2 τουλάχιστον ιδιότητες)

2η περίπτωση: Χ**ΚδΑ**Υ x Χ**κδΑ**Χ**κΔα**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Χ**κδΑ** | Χ**κΔα** |
| Χ**ΚδΑ** | Χ**ΚδΑ**Χ**κδΑ (**δαλτωνικό) | Χ**κδΑ**Χ**κΔα**  (κορίτσι φυσιολογικό) |
| Υ | Χ**κδΑ** Υ (δαλτωνικό) | Χ**κΔα**Υ (αγόρι με 2 ιδιότητες) |

P1́= 1/2 · 1/2 =1/4 (παιδί δαλτωνικό)

P2́= 0 (1ο αγόρι με τις 3 ιδιότητες)

P3́= 1/2 · 1/4 =1/8 (κορίτσι φυσιολογικό)

P4́= 1/2 · 1/2 =1/4 (αγόρι με 2 τουλάχιστον ιδιότητες)

Συνολικές πιθανότητες:

α. P= P1+P1́=1/4+1/4=2/4=1/2 (το 1ο παιδί να είναι δαλτωνικό)

β. P= P2+P2́=1/4+0=1/4 ( το 1ο αγόρι που θα γεννηθεί να φέρει και τις 3 ιδιότητες)

γ.

P=P3+P3́=1/8+1/8=2/8=1/4 (συνολική πιθανότητα για κορίτσι φυσιολογικό)

P=P4+P4́=1/8+1/4=3/8 (συνολική πιθανότητα για αγόρι με τουλάχιστον 2 από τις 3 ιδιότητες)

Επειδή η σειρά είναι τυχαία υπάρχουν 2 περιπτώσεις.

♀φυσιολογικό και ♂με 2 τουλάχιστον από τις 3 ιδιότητες = 1/4 · 3/8 = 3/32

♂με 2 τουλάχιστον από τις 3 ιδιότητες και ♀φυσιολογικό= 3/8 · 1/4=3/32

Άρα Pολ=3/32+3/32=6/32=3/16

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**: Στο ερώτημα β δεν χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί η πιθανότητα με το 1/2

(πιθανότητα να είναι αγόρι) επειδή το ερώτημα αναφέρεται σε άτομο που όταν γεννηθεί θα είναι υποχρεωτικά αγόρι

**6.** α. Από την 1η διασταύρωση: Φυσιολογικό Χ Φυσιολογικό= Φυσιολογικό

Από τη 2η διασταύρωση: Μειωμένο Χ Μειωμένο = Μειωμένο

Από την 3η διασταύρωση: Φυσιολογικό Χ Μειωμένο= Πολύ τρίχωμα.

Άρα η ιδιότητα εξηγείται με βάση την ενδιάμεση κληρονομικότητα (αυτοσωμικό γονίδιο).

Έστω Φ=φυσιολογικό τρίχωμα, Μ=μειωμένο τρίχωμα, όπου Φ=Μ.

Από την 1η διασταύρωση

Γκρίζα : Μαύρα= 2 : 1, άρα θνησιγόνο γονίδιο (αυτοσωμικό)

Έστω Γ=μαύρο, Γ ́=θνησιγόνο, ΓΓ ́=γκρίζο

β. ΦΦΓΓ ́x ΜΜΓΓ ́

γαμέτες: ΦΓ, ΦΓ ́ΜΓ, ΜΓ ́

F1: ΦΜΓΓ, ΦΜΓΓ ́, ΦΜΓΓ ́, ΦΜΓ ́Γ ́

πολύ τρίχωμα πολύ τρίχωμα πολύ τρίχωμα πεθαίνει

και μαύρα και γκρίζο και γκρίζο

**Άρα** 10 άτομα πεθαίνουν

10 άτομα πολύ τρίχωμα και μαύρα

20 άτομα πολύ τρίχωμα και γκρίζα

7. Για το σχήμα των κεραιών: Στα αρσενικά, ίσες : κυρτές 3 : 1

Στα θηλυκά, ίσες : κυρτές 3 : 1

Άρα πρόκειται για αυτοσωμικό γονίδιο.

Έστω Ι=ίσες, ι=κυρτές, όπου Ι>ι

Για το χρώμα του σώματος:

Τα αρσενικά έχουν διαφορετικές αναλογίες από τα θηλυκά. Επειδή τα αρσενικά εμφανίζουν τον ενδιάμεσο φαινότυπο (ασπρόμαυρο) αυτό σημαίνει ότι το γονίδιο που ελέγχει την ιδιότητα αυτή είναι φυλοσύνδετο και εξηγείται με την ενδιάμεση κληρονομικότητα. Επίσης τα αρσενικά είναι

ΧΧ, ενώ τα θηλυκά ΧΥ.

Έστω Χ**Α**=άσπρα, Χ**Μ**= μαύρα, όπου Χ**Α**=Χ**Μ**

Άρα  **♂ ΙιΧΑΧΑ  x ΙιΧΜY♀**