

### Πρόβλημα 1: Κατασκευή καρυότυπου

Η κατάταξη θα πρέπει να γίνει σε ζεύγη, κατά ελαττούμενο μέγεθος. Επειδή η διαφορά στο μέγεθος και στη θέση του κεντρομεριδίου δεν είναι ευδιάκριτη ανάμεσα σε πολλά ζεύγη χρωμοσωμάτων, πάνω στα χρωμοσώματα και στη θέση του κεντρομεριδίου υπάρχει κάποιο γράμμα που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ζεύγος χρωμοσωμάτων. Η αντιστοίχιση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

1 = Z	7 = D	13 = R	19 = T
2 = J	8 = K	14 = F	20 = U
3 = A	9 = N	15 = S	21 = Q
4 = H	10 = C	16 = L	22 = V
5 = B	11 = E	17 = G	X = I
6 = M	12 = W	18 = P	Y = O

Υλοποίηση:

Στους μαθητές δίνονται ανακατεμένα 46 χρωμοσώματα και τους ζητείται:

- να φτιάξουν τον καρυότυπο
- να προσδιορίσουν το φύλο του ατόμου.

### Πρόβλημα 2: Αριθμητικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες

Στο σετ των χρωμοσωμάτων υπάρχουν κάποια επιπλέον χρωμοσώματα, οπότε μπορεί να κατασκευαστεί καρυότυπος ατόμου με σύνδρομο:

Down (τρισωμία 21)  
Klinefelter (XXY)  
Triple X (XXX)  
Jacobs (XYY)

Μπορεί επίσης να κατασκευαστεί καρυότυπος ατόμου με σύνδρομο Turner (XO).

Υλοποίηση:

Στους μαθητές δίνονται ανακατεμένα τα χρωμοσώματα του υποτιθέμενου ασθενούς και τους ζητείται:

- να φτιάξουν τον καρυότυπο
- να εντοπίσουν την αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία και να προσδιορίσουν την προέλευση του επιπλέον χρωμοσώματος.

### Πρόβλημα 3: Δομικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες

Στο σετ των χρωμοσωμάτων υπάρχουν δύο χρωμοσώματα 14 (ένα πατρικής και ένα μητρικής προέλευσης), στο οποίο έχει γίνει μετατόπιση μεγάλου μέρους του χρωμοσώματος 21. Με τη χρήση ενός τέτοιου χρωμοσώματος αντί ενός φυσιολογικού χρωμοσώματος 14 μπορεί να κατασκευαστεί καρυότυπος ατόμου με σύνδρομο Down που έχει 46 χρωμοσώματα.

Υλοποίηση:

Στους μαθητές δίνονται ανακατεμένα τα χρωμοσώματα του υποτιθέμενου ασθενούς και τους ζητείται:

α. να φτιάξουν τον καρούτυπο

β. να εντοπίσουν την αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία και να προσδιορίσουν την προέλευση του μη φυσιολογικού χρωμοσώματος.

### Πρόβλημα 4: Μελέτη της μείωσης – Δημιουργία γαμετών

Στο σετ των χρωμοσωμάτων υπάρχει και μία πλήρης σειρά μη διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων (αποτελούμενων από μία χρωματίδα), οπότε μπορεί να μελετηθεί η διαδικασία της μείωσης.

Για λόγους ευκολίας προτείνεται η μελέτη της διαδικασίας σε έναν υποθετικό διπλοειδή οργανισμό με 4 ζεύγη χρωμοσωμάτων και φυλοκαθορισμό όπως του ανθρώπου.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ζεύγη 2, 4, 15, τα οποία έχουν ευδιάκριτες διαφορές στο μέγεθος και τη θέση του κεντρομεριδίου και τα XY.

Υλοποίηση:

Τοποθετείται κάθε ζεύγος (διπλασιασμένων) χρωμοσωμάτων σε ένα δοχείο, οπότε δίνονται στους μαθητές 4 δοχεία με 4 ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Οι μαθητές επιλέγουν με τυχαίο τρόπο ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος. Τα χρωμοσώματα που επέλεξαν τοποθετούνται σε ένα νέο δοχείο (δοχείο Α), το οποίο αντιστοιχεί στο γενετικό υλικό του ενός από τα δύο θυγατρικά κύτταρα της πρώτης μειωτικής διαίρεσης. Στη συνέχεια, σε ένα άλλο δοχείο (δοχείο Β) τοποθετούνται μη διπλασιασμένα χρωμοσώματα, το καθένα ίδιου χρώματος με τα αντίστοιχα του δοχείου Α. Το δοχείο Β αντιστοιχεί στο γενετικό υλικό του ενός από τα τέσσερα κύτταρα της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης,

Μελετώνται οι διαφορετικοί συνδυασμοί χρωμοσωμάτων (μπλε-κόκκινου χρώματος) μπορούν να δημιουργηθούν. Γίνεται παρατήρηση του φυλετικού χρωμοσώματος που περιέχει κάθε συνδυασμός.

### Πρόβλημα 5: Μελέτη των νόμων του Mendel

Χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη χρωμοσωμάτων, για παράδειγμα τα 8 και 14, καθώς και τα φυλετικά χρωμοσώματα.

Μελετάται ο τρόπος κληρονομής τριών (κατά το μέγιστο) χαρακτηριστικών:

Χαρακτηριστικό Α (με αλληλόμορφα Α και α, τα οποία εδράζονται στο 8<sup>ο</sup> χρωμόσωμα)

Χαρακτηριστικό Β (με αλληλόμορφα Β και b, τα οποία εδράζονται στο 14<sup>ο</sup> χρωμόσωμα)

Χαρακτηριστικό Γ (φυλοσύνδετο, με αλληλόμορφα Γ και γ)

Υλοποίηση:

Επιλέγουμε υποθετικό γονότυπο για τους δύο γονείς (πχ. ΑαBb x ΑαBb, ή ΑαX<sup>Γ</sup>X<sup>Υ</sup> x ΑαX<sup>Υ</sup>Y, ή όποιον άλλο συνδυασμό επιθυμούμε).

Στο κάθε χρωμόσωμα τοποθετείται σε ένα βραχίονα μικρή αυτοκόλλητη ετικέτα, η οποία αναγράφει το αλληλόμορφο, σύμφωνα με το γονότυπο του ενός γονέα.

## Καρυότυπος – Βιωματικές δραστηριότητες

---

Οι μαθητές επιλέγουν με τυχαίο τρόπο ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος. Τα χρωμοσώματα που επέλεξαν τοποθετούνται σε ένα νέο δοχείο (δοχείο Α), το οποίο αντιστοιχεί στο γενετικό υλικό του γαμέτη.

Καταγράφεται το είδος των αλληλόμορφων που έχει ο γαμέτης.

Επαναλαμβάνεται η διαδικασία για τον άλλο γονέα.

Παρατηρείται ο συνδυασμός των αλληλόμορφων που θα έχει ο υποθετικός απόγονος που θα προκύψει από το συνδυασμό των παραπάνω γαμετών και καταγράφεται ο γονότυπος και ο φαινότυπός του.

Συζητείται

α. ο καθορισμός του φύλου του απογόνου.

β. Η τυχαιότητα του είδους του αλληλόμορφου που θα έχει ο γαμέτης για κάθε χαρακτηριστικό.

γ. Το ότι δεν επηρεάζεται η κληρονόμηση ενός χαρακτηριστικού από τα άλλα.

Σε περίπτωση που θέλουμε να μελετήσουμε συνδεδεμένα γονίδια (χωρίς να μιλήσουμε για επιχiasμό) μπορούμε στην αρχική υπόθεση να τοποθετήσουμε τα χαρακτηριστικά Α και Β στο ίδιο χρωμόσωμα, πχ. το 8.