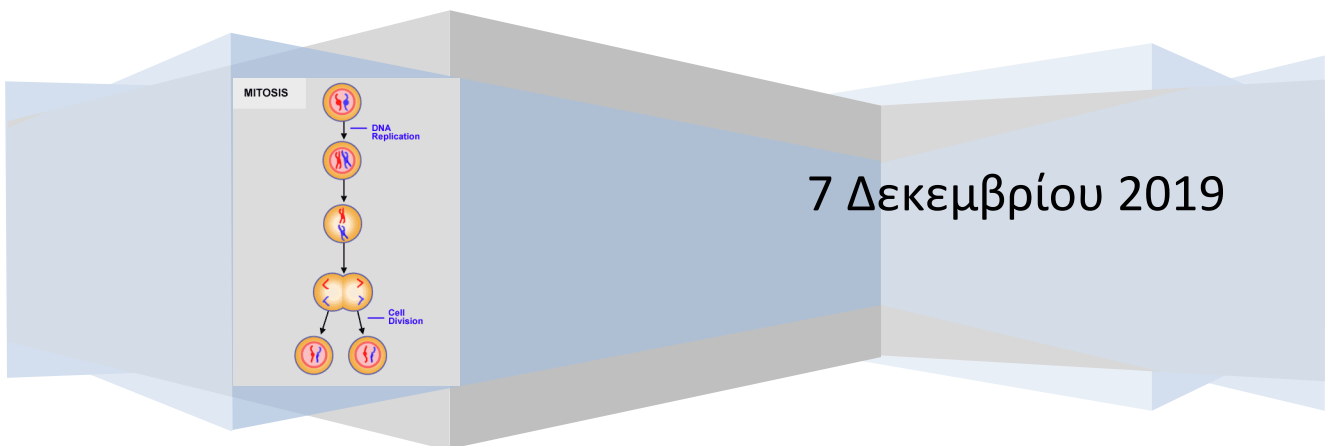


# Τοπικός Διαγωνισμός EUSO2020

Πειραματική δοκιμασία Βιολογίας  
«Η μίτωση και τα χρωμοσώματα»



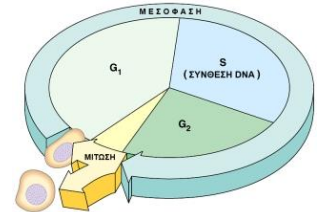
**ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ:** .....

**ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ:** 1) .....  
2) .....  
3) .....

## Η μίτωση και τα χρωμοσώματα

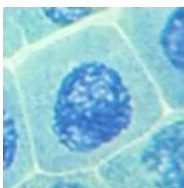
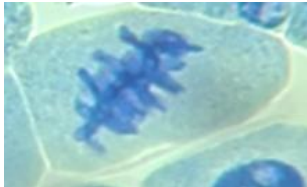

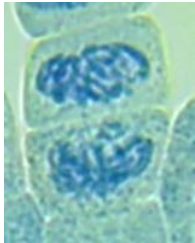
Αξίζει να θυμηθούμε ότι η ζωή μας ξεκινά από ένα κύτταρο, το γονιμοποιημένο ωάριο ή ζυγωτό. Από το αρχικό αυτό κύτταρο προκύπτει τελικά ένας πολυκύτταρος οργανισμός, του οποίου όλα τα κύτταρα περιέχουν πανομοιότυπες γενετικές πληροφορίες με το ζυγωτό. Αυτό εξασφαλίζεται με την κυτταρική διαίρεση που ονομάζεται μίτωση.

Η συνολική διαδικασία της ανάπτυξης και της διαίρεσης σε ένα «τυπικό» ευκαρυωτικό κύτταρο λέγεται **κυτταρικός κύκλος**. Ο κύκλος της ζωής ενός «τυπικού» κυττάρου χωρίζεται από τους επιστήμονες σε δύο φάσεις: τη **μεσόφαση** και τη **μίτωση**.



Μία από τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μεσόφασης είναι η **αντιγραφή του DNA**. Όπως γνωρίζετε, στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό (DNA) εντοπίζεται στον **πυρήνα** και σχηματίζει δομές, οι οποίες ονομάζονται **χρωμοσώματα**. Με την ολοκλήρωση της αντιγραφής σχηματίζονται δύο αντίγραφα για κάθε χρωμόσωμα που ονομάζονται **αδελφές χρωματίδες**. Αυτές είναι απολύτως όμοιες και συμμετρικές μεταξύ τους και ενώνονται σε μία περιοχή τους, το κεντρομερίδιο. Κατά τη διάρκεια της μεσόφασης τα χρωμοσώματα δεν είναι ορατά και έτσι ο πυρήνας φαίνεται στο οπτικό μικροσκόπιο ως μία ομοιόμορφη μάζα που μέσα της μπορεί να διακρίνονται ένας ή δύο σφαιρικοί σχηματισμοί, οι πυρηνίσκοι.

Παρόλο που η μίτωση είναι μία συνεχόμενη διαδικασία διαίρεσης του κυττάρου, οι επιστήμονες για να την μελετήσουν διέκριναν 4 στάδια. Στην παρούσα άσκηση, θα ασχοληθούμε με την αναγνώριση των **4 φάσεων** της μίτωσης στα κύτταρα που βρίσκονται στο ακρόριζο του σκόρδου (*Allium sativum*). Στη συνέχεια περιγράψουμε σύντομα τα φαινόμενα που είναι σημαντικά για τον διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων.

<b>Πρόφαση</b>		Τα χρωμοσώματα αρχίζουν να γίνονται ορατά ως λεπτά νημάτια που προοδευτικά συμπυκνώνονται.
<b>Μετάφαση</b>		Η μεμβράνη που περιβάλλει τον πυρήνα έχει εξαφανιστεί, επομένως τα χρωμοσώματα βρίσκονται ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα. Τα χρωμοσώματα συμπυκνώνονται ακόμα περισσότερο και προοδευτικά διατάσσονται στο ισημερινό (μέσο) επίπεδο του κυττάρου.
<b>Ανάφαση</b>		Τα κεντρομερίδια των χρωμοσωμάτων διαιρούνται, με αποτέλεσμα να διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες. Στη συνέχεια οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος απομακρύνονται και τελικά μετακινούνται προς αντίθετο πόλο (άκρο) του κυττάρου η κάθε μία. Η κάθε μία χρωματίδα είναι πλέον ένα ανεξάρτητο χρωμόσωμα.
<b>Τελόφαση</b>		Τα χρωμοσώματα στους πόλους του κυττάρου αρχίζουν να αποσυμπυκνώνονται. Μία καινούρια πυρηνική μεμβράνη σχηματίζεται ξανά γύρω από κάθε ομάδα χρωμοσωμάτων, οπότε προκύπτουν δύο θυγατρικοί πυρήνες. Ακολούθως δημιουργούνται δύο θυγατρικά φυτικά κύτταρα, αφού διαιρείται το κυτταρόπλασμα επειδή σχηματίζεται ένα πλέγμα στο ισημερινό επίπεδο του διαιρούμενου κυττάρου. Αυτό το πλέγμα λέγεται φραγμοπλάστης και από αυτόν θα προκύψουν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο θυγατρικών κυττάρων.

Στα φυτά η μίτωση γίνεται σε ειδικούς ιστούς που λέγονται μεριστώματα. Τα κύτταρα στα μεριστώματα δεν είναι διαφοροποιημένα. Στην παρούσα εργαστηριακή δραστηριότητα θα παρατηρήσετε τα στάδια της μίτωσης κυττάρων που ανήκουν στη μεριστωματική ζώνη των αναπτυσσόμενων ριζών σκελίδας σκόρδου. Η **μεριστωματική ζώνη** βρίσκεται κοντά στην άκρη της **ρίζας**. Με διαδοχικές μιτώσεις και διαδικασίες διαφοροποίησης των διαιρούμενων κυττάρων της, η μεριστωματική ζώνη δίνει τελικά τα διαφοροποιημένα κύτταρα της ρίζας που ανήκουν κυρίως στην επιδερμίδα, στο φλοιό και στον αγωγό ιστό.

## Δραστηριότητα Α

### Παρατήρηση φάσεων της μίτωσης και βασικής μορφολογίας της ρίζας του σκόρδου

ΟΡΓΑΝΑ	ΥΛΙΚΑ
Κασετίνα μικροσκοπίας	Σκελίδα σκόρδου με ριζίδια
Υδατόλουτρο (στους 40°C)	Ποτηράκι με HCl 1M
Ύαλος ωρολογίου	Απιοντισμένο νερό σε φιαλίδιο
Οπτικό μικροσκόπιο	Απορροφητικό χαρτί
Ποτήρι έκπλυσης	Κυανού του μεθυλενίου
	Αντικειμενοφόρες πλάκες
	Καλυπτρίδες

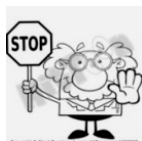
### Προετοιμασία παρασκευάσματος

1. Να αφαιρέσετε προσεκτικά με τη λαβίδα δύο ριζίδια από τη σκελίδα σκόρδου που βρίσκεται στον κεντρικό πάγκο του εργαστηρίου και να τα τοποθετήσετε στην ύαλο ωρολογίου.
2. Αν τα ριζίδια είναι μεγάλα, να κόψετε με ψαλιδάκι από την κάτω άκρη κάθε ριζιδίου ένα κομμάτι μήκους περίπου 1 cm και να το τοποθετήσετε μέσα στο ποτηράκι με το διάλυμα HCl. Το πάνω μέρος των ριζιδίων με το οποίο ενώνονταν με τη σκελίδα δεν χρειάζεται.
3. Να μεταφέρετε το ποτηράκι μέσα στο υδατόλουτρο (στους 40°C) και να το αφήσετε ώστε τα ακρόριζα να επωαστούν μέσα στο θερμό διάλυμα για 5 λεπτά.
4. Να μεταφέρετε τα ακρόριζα στην ύαλο ωρολογίου και να τα ξεπλύνετε δύο φορές με απιοντισμένο νερό.
5. Να τοποθετήσετε προσεκτικά τα δύο ακρόριζα το ένα κοντά στο άλλο πάνω στην ίδια αντικειμενοφόρο πλάκα και να τα καλύψετε πλήρως με μία σταγόνα χρωστικής μπλε του μεθυλενίου. Αφήσετε τη χρωστική να δράσει για 2 λεπτά.
6. Με απορροφητικό χαρτί να αφαιρέσετε προσεκτικά την περίσσεια της χρωστικής, χωρίς να ακουμπήσετε τα ακρόριζα.
7. Να ξεπλύνετε τα ακρόριζα προσεκτικά δύο φορές, ώστε να μην μεταφέρεται χρωστική στο απιοντισμένο νερό.
8. Να τοποθετήσετε το ένα ακρόριζο πάνω σε άλλη στεγνή αντικειμενοφόρο και να το σκεπάσετε με καλυπτρίδα.\*
9. Στο στάδιο αυτό με πολλή προσοχή θα συνθλίψετε το ακρόριζο, ώστε να μπορέσετε κατόπιν να παρατηρήσετε στο μικροσκόπιο στρώσεις με μία στιβάδα κυττάρων. Για να συνθλίψετε το ακρόριζο μπορείτε να πιέσετε την καλυπτρίδα κάθετα με τον αντίχειρα, χρησιμοποιώντας λίγο απορροφητικό χαρτί, ώστε να μην ακουμπήσει το δάχτυλό σας στην καλυπτρίδα. Χρειάζεται να πιέσετε ελαφρά για να μην σπάσετε την καλυπτρίδα. Εναλλακτικά, μπορείτε να πιέσετε ελαφρά μερικές φορές την καλυπτρίδα με την επίπεδη άκρη ενός μολυβιού.  
Καθώς πιέζετε, πρέπει επίσης να αποφύγετε να μετακινήσετε την καλυπτρίδα, γι' αυτό μπορείτε να κρατάτε με το ένα χέρι σας τις γωνίες της καλυπτρίδας (χρησιμοποιώντας το χαρτί), ώστε αυτή να μην περιστραφεί ή γλιστρήσει καθώς την πιέζετε με το άλλο χέρι.

\*Σημείωση: Να κρατήσετε το δεύτερο ακρόριζο για την περίπτωση που χρειαστεί να το παρατηρήσετε.

### Παρατήρηση του νωπού παρασκευάσματος

- Να εστιάσετε με τον αντικειμενικό φακό μικρότερης μεγέθυνσης (Χ4) στην άκρη του ακρόριζου.
- Με τον μεσαίο φακό (Χ10) να εστιάσετε σε περιοχή της μεριστωματικής ζώνης, όπου τα κύτταρα βρίσκονται σε διαφορετικές φάσεις της μίτωσης. Τα κύτταρα της μεριστωματικής ζώνης διακρίνονται, γιατί έχουν «τετραγωνικό» σχήμα και μεγάλο πυρήνα σε σχέση με το κυτταρόπλασμα.
- Να εντοπίσετε κύτταρα από κάθε φάση της μίτωσης και κύτταρα σε μεσόφαση χρησιμοποιώντας το φακό μεγάλης μεγέθυνσης (Χ40). Αν το παρασκεύασμα έχει διπλή στρώση κυττάρων, μπορείτε να εστιάσετε στα κύτταρα που θέλετε χρησιμοποιώντας το μικρομετρικό κοχλία.



Να καλέσετε την επιβλέπουσα για να επιδείξετε τα κύτταρα στις διαφορετικές φάσεις.

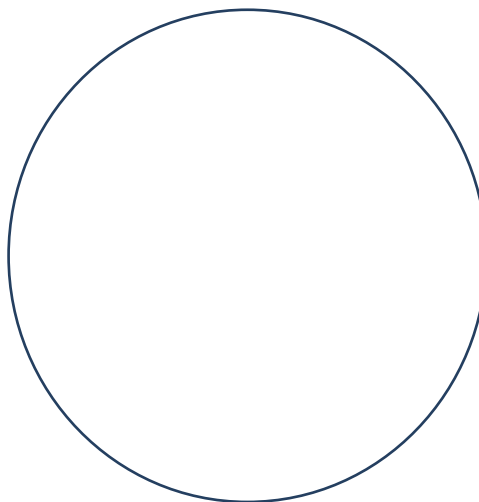
### Σχεδίαση του παρασκευάσματος

1. Στον παρακάτω κύκλο να σχεδιάσετε ένα οπτικό πεδίο με κύτταρα από τις 4 φάσεις της μίτωσης και τη μεσόφαση, όπως διακρίνονται με τον αντικειμενικό φακό Χ40. Πολλές φορές δεν παρατηρούνται κύτταρα από όλες τις φάσεις στο ίδιο οπτικό πεδίο. Επομένως μπορείτε να χωρίσετε τον κύκλο και να σχεδιάσετε κύτταρα διαφορετικών οπτικών πεδίων. Μην παραλείψετε να σημειώσετε ενδείξεις στο σχέδιό σας.

Μεγέθυνση προσοφθάλμιου φακού:

Μεγέθυνση αντικειμενικού φακού: Χ40

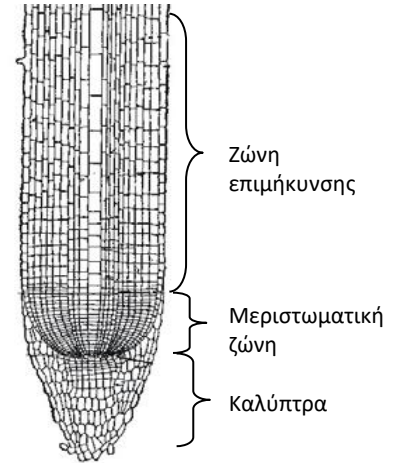
Συνολική μεγέθυνση:



2. Να μετακινήσετε την τράπεζα του μικροσκοπίου κατάλληλα ώστε να παρατηρήσετε τα κύτταρα της περιοχής επιμήκυνσης που βρίσκεται πάνω από τη μεριστωματική ζώνη.

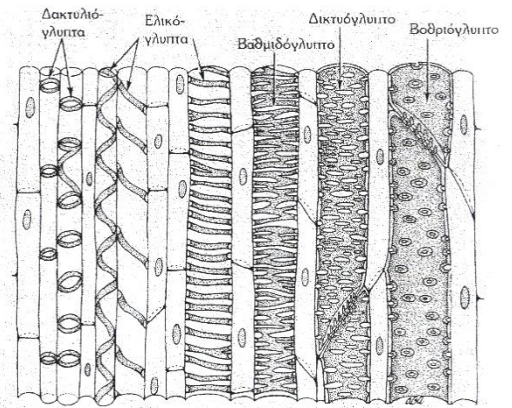
Να συγκρίνετε τα κύτταρα στην περιοχή επιμήκυνσης με τα κύτταρα της μεριστωματικής ζώνης ως προς το σχήμα, το μέγεθος και τη φάση του κυτταρικού κύκλου στην οποία βρίσκονται.

.....  
 .....  
 .....  
 .....



3. Στη ζώνη επιμήκυνσης να εντοπίσετε τα αγγεία του αγωγού ιστού. Τα αγγεία του ξυλώματος διακρίνονται σε διαφορετικούς τύπους που μπορούμε να τους παρατηρήσουμε σε επιμήκεις τομές του ιστού. Τα αγγεία της ρίζας του σκόρδου με ποιον από τους εικονιζόμενους τύπους μοιάζουν;

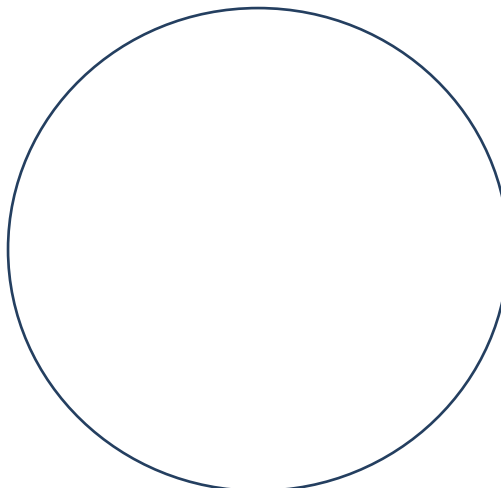
.....



Να καλέσετε την επιβλέπουσα καθηγήτρια για έλεγχο των δομών που εντοπίσατε στη ζώνη επιμήκυνσης.

4. Να σχεδιάσετε τα κύτταρα της ζώνης επιμήκυνσης και τα αγγεία που παρατηρήσατε με το φακό μεγάλης μεγέθυνσης. Μην παραλείψετε να βάλετε ενδείξεις στο σχέδιό σας.

Μεγέθυνση προσοφθάλμιου φακού:  
 Μεγέθυνση αντικειμενικού φακού: Χ40  
 Συνολική μεγέθυνση:



## Δραστηριότητα Β

### Κατασκευή καρυότυπου φυσιολογικού ανθρώπου

Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων σε κάθε σωματικό κύτταρο είναι χαρακτηριστικός για κάθε είδος οργανισμού. Στον άνθρωπο κάθε σωματικό κύτταρο έχει 46 **χρωμοσώματα**, τα οποία είναι ανά δύο όμοια. Κάθε ζευγάρι χρωμοσωμάτων που έχουν το ίδιο σχήμα και μέγεθος ονομάζονται **ομόλογα**. Για να μελετήσουμε τα χρωμοσώματα ενός οργανισμού, κατασκευάζουμε τον καρυότυπό του. Ο **καρυότυπος** είναι η απεικόνιση των χρωμοσωμάτων ενός κυττάρου, ταξινομημένων σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος.

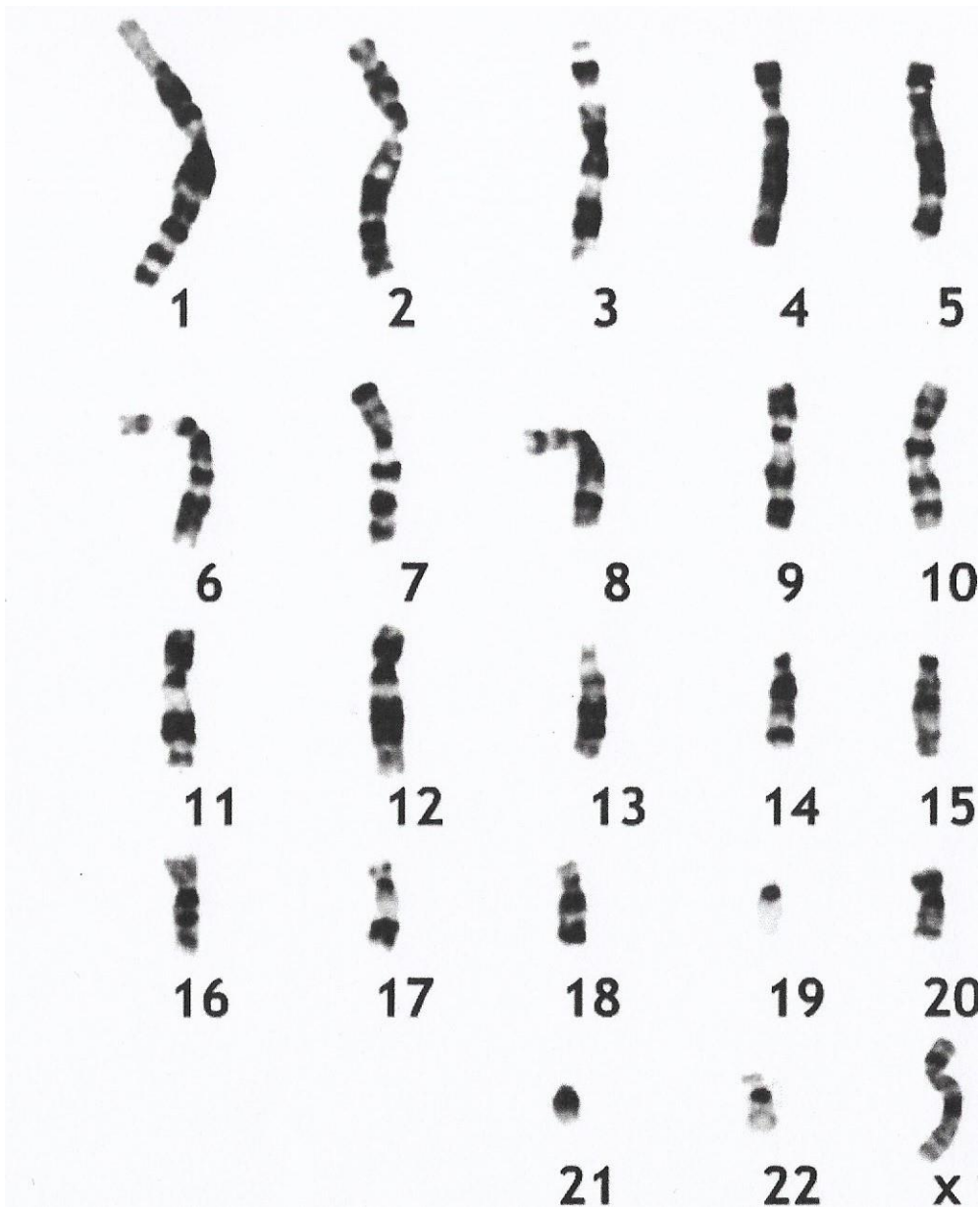
Στον άνθρωπο αλλά και σε ορισμένους άλλους οργανισμούς, το φύλο καθορίζεται από ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων τα οποία ονομάζονται **φυλετικά**. Τα υπόλοιπα χρωμοσώματα δεν σχετίζονται με το φύλο και ονομάζονται **αυτοσωμικά**. Στα κύτταρα ενός **άνδρα** υπάρχουν 22 ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων, ένα μεγάλο φυλετικό χρωμόσωμα Χ και ένα μικρότερο φυλετικό χρωμόσωμα Υ. Στα κύτταρα μιας **γυναίκας**, εκτός από τα 22 ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων υπάρχει και το φυλετικό χρωμόσωμα Χ δύο φορές. Στην παρούσα δραστηριότητα θα κατασκευάσετε τον καρυότυπο ενός φυσιολογικού ατόμου και θα προσδιορίσετε το φύλο του.

### Οδηγίες

Στην εικόνα της επόμενης σελίδας φαίνονται τα χρωμοσώματα ενός ανθρώπου τοποθετημένα κατά σειρά από το μεγαλύτερο στο μικρότερο. Τα χρωμοσώματα έχουν βαφτεί με ειδική τεχνική χρώσης, γι' αυτό παρουσιάζουν χαρακτηριστικές ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες ζώνες. Στη σελίδα 8 απεικονίζονται ανακατεμένα τα ομόλογά τους. Για να τα αντιστοιχίσετε με τα χρωμοσώματα που σας δίνονται, θα κόψετε τα ανακατεμένα χρωμοσώματα και θα τα ταιριάξετε με τα ομόλογά τους λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο το μέγεθος και το σχήμα τους, αλλά και τις ζώνες που εμφανίζουν. Οι χαρακτηριστικές μαύρες, άσπρες και γκρι ζώνες κάθε χρωμοσώματος θα πρέπει να εμφανίζονται στις ίδιες θέσεις και στο ομόλόγό του. Τα ανακατεμένα χρωμοσώματα βρίσκονται σε ορθό προσανατολισμό για να συγκριθούν με τα ήδη τοποθετημένα στον καρυότυπο, δηλαδή δεν είναι αναποδογυρισμένα. Αφού σιγουρευτείτε για τα ζεύγη των ομολόγων, να κολλήσετε τα χρωμοσώματα μαζί με τα αντίστοιχα γράμματα δίπλα στα διαφορετικά χρωμοσώματα του καρυότυπου.

Υλικά: ψαλίδι, κόλλα ή/και σελοτέιπ.

## Απεικόνιση χρωμοσωμάτων φυσιολογικού ανθρώπου – Καρυότυπος



### Ερωτήσεις

1. Να δικαιολογήσετε το φύλο του ατόμου με βάση τον καρυότυπο που κατασκευάσατε.  
.....  
.....
2. Σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου πιστεύετε ότι λαμβάνονται τα χρωμοσώματα ενός οργανισμού προκειμένου να δημιουργηθεί ο καρυότυπός του;  
.....  
.....
3. Μετά τη διαίρεση ενός σωματικού κυττάρου του ανθρώπου, πόσα χρωμοσώματα έχουν τα θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.  
.....  
.....



*Καλή Εμπειρία!*

Η εισηγήτρια:

Κωνσταντινοπούλου Β. – Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Χαλανδρίου

### Πηγές

- Θέμα Βιολογίας Τοπικού Διαγωνισμού EUSO2019 Ε.Κ.Φ.Ε. Α΄ Αθήνας
- Θέμα Βιολογίας Πανελληνίου Διαγωνισμού EUSO2009
- Science & Plants for Schools: Root Tip Mitosis
- <http://gsic.genetics.utah.edu>



Αξιολόγηση Θέματος Βιολογίας		
	Μονάδες	
	Βαθμολογητή \επιτηρητή	Βαθμολογία
Κόψιμο ριζιδίου (έκοψαν σωστά, έκοψαν 2 ριζίδια)	3	
Χρώση (σωστοί χρόνοι, πλυσίματα σε ύαλο, αντικειμενοφόρο)	4	
Σύνθλιψη (πλήρης, χωρίς να σπάσουν την καλυπτρίδα)	8	
Χρήση αντικειμενικών φακών, ικανότητα εστίασης	5	
Αναγνώριση της πρόφασης	3	
Αναγνώριση της μετάφασης	3	
Αναγνώριση της ανάφασης	3	
Αναγνώριση της τελόφασης	3	
Αναγνώριση της μεσόφασης (υπέδειξαν πυρηνίσκο)	3+1	
Ορθή μετακίνηση της τράπεζας του μικροσκοπίου	2	
Σχέδιο φάσεων μίτωσης	1+2	
Μεγέθυνση	10	
Σχέδιο και ενδείξεις		
Σύγκριση κυττάρων μεριστωματικής ζώνης & επιμήκυνσης	1+1+2	
Τύπος αγγείων	2	
Επίδειξη αγγείων και φάσης κυττάρων ζώνης επιμήκυνσης	2+2	
Σχέδιο ζώνης επιμήκυνσης με ενδείξεις	8	
Καρυότυπος	23	
Ερώτηση για το φύλο	2	
Ερώτηση για τη φάση λήψης των χρωμοσωμάτων	3	
Ερώτηση για τον αριθμό των χρωμοσωμάτων κατόπιν διαίρεσης	3	
<b>Σύνολο</b>	<b>100</b>	

Παρατηρήσεις επιτηρητών